

バングラデシュ人民共和国
地方行政・農村開発・組合省
地方行政局

バングラデシュ人民共和国 都市部及び地方部における 地下水調査および深層帯水層開発計画

準備調査報告書

平成24年9月
(2012年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社地球システム科学

環 境
CR(1)
12-123

バングラデシュ人民共和国
地方行政・農村開発・組合省
地方行政局

バングラデシュ人民共和国
都市部及び地方部における
地下水調査および深層帯水層開発計画
準備調査報告書

平成24年9月
(2012年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社地球システム科学

要 約

1. 国の概要

(1) 国土・自然

バングラデシュ国は、南アジアに位置し、インドおよびミャンマーと国境を接し、ベンガル湾に面している。国土面積は、約 14.8 万 km²(日本の国土の約 40%)である。ヒマラヤ山脈に水源を持つガンジス川 (パドマ川)、ブラマプトラ川 (ジャムナ川)、メグナ川およびその支流によって形成されたデルタ地帯が大半を占め、標高は大部分が海拔 20m 以下の低地であるが、東部にはチッタゴン丘陵地があり、北東部は山地となっている。

調査対象地域は、ダッカ・クルナ・ラジシャヒの 3 州にまたがり、人口は約 11.8 百万人(2012 年推計)を有している。人口密度は、国全体で 1,015 人/km²である。

バングラデシュには、11 月から 4 月の乾季と、5 月から 10 月の雨季がある。調査対象地域は、比較的年降水量が少ない西部地域に含まれ、年降水量は 2,000 mm 以下である。月平均最高気温はチュアダंगाにおける 36.3°C(4 月)で、最低気温はモウルビバザール県スリモンゴル郡における 9.5°C (1 月)である。

表層地質は、主としてドゥピティラ層、マドハプール粘土層、新期沖積堆積物によって構成されている。ドゥピティラ層は鮮新世から更新世にかけて堆積し、丘陵地域に露出している。マドハプール粘土層は更新世に堆積し、台地を形成している。新期沖積堆積物は完新世に堆積し、デルタ堆積物と洪水堆積物に区分される。より古い時代の地層は地表には露出せず、上記 3 層に覆われている。

(2) 社会経済状況

バングラデシュ国の GDP は 2011 年で 1,700 US\$/人であり、6.3%の成長率を見せている(The World Factbook)。2011 年の産業別の GDP 内訳は 2011 年で第一次産業が 18.4%、第二次産業が 28.6%、第三次産業が 53%である。

消費者物価指数は 1995 年から 1996 年の一年を 100 とした場合、1991 年に 80.74 であったのに対し、2005 年には 163.17 に上昇し、2010 年では 242.48 と、更なる上昇を見せている。

平均所得は 2005 年で世帯平均月収は全国平均で 7,203 BDT、都市部平均で 10,463 BDT、地方部平均で 6,095 BDT である。

対象村落では 41.0%の世帯で農業が主要収入源となっている。その他には日雇い労働(18.7%)、自営業など(13.7%)、小売業(11.3%) などが見られる。

世帯月収の中央値は乾季で 7,500 BDT、雨季で 5,500 BDT である。乾季雨季ともに約 50%の世帯が 4,001 BDT から 8,000 BDT の範囲に分布している。村落内での月収差に大きな開きがあり、

月収が最も多い世帯と、少ない世帯を比べた際、その開きが小さな村落でも 4,000 BDT の差がある。

対象地域内で、主要な水源である砒素に汚染されていない浅井戸を利用している世帯は約 42% であり、砒素濃度が確認されていない浅井戸および砒素に汚染された浅井戸(砒素濃度 0.05 mg/L 以上) の利用世帯は、合わせて約 41%となっている。対象全村落に代替水源があり、13 の村落で水利用者グループが組織されているが、土地提供者が運営維持に必要な費用を全て賄っており、住民が負担していない現状がある。代替水源の水料金は 21 村落で無料となっている。

55%ほどの世帯が 3 分未満で水源にたどり着き、また水源での待ち時間は約 81%の世帯で 1 分未満となっている。主な水汲み担当者は成人女性であり (91.7%)、成人女性と女兒を合わせると、その割合は 95%を占める。

(3) 関連インフラの整備状況

バングラデシュ国内の主な交通手段は陸路、水運および鉄道である。陸路については国道および主要地方道路においては整備が進んでおり、雨季の通行や大型車両での通行に支障はない。郡内の道路や村落を結ぶ道路においては道路幅員が狭い、未舗装である等の状況があり、一部乾季においても大型車での通行が困難な道路も存在する。水運については、ジョムナ川等の大河川を渡る橋梁の整備が進んでいないため、ダッカから対象地域に行く際にはフェリーで川を横断するか、遠回りをしてジョムナ橋を横断する必要がある。鉄道については国営の鉄道が全国 44 の県を繋いでいる。

(4) 環境社会配慮

バングラデシュ側が調達機材を利用して深井戸を建設する際に環境社会に及ぼす影響について検討を行った結果、環境社会への負の影響はほとんど生じないとされ、カテゴリ「C」に分類されると評価した。また、ソフトコンポーネント実施における環境社会への負の影響も生じない。

2. プロジェクトの背景、経緯および概要

(1) 上位計画

バングラデシュ政府は 1998 年に国家水衛生政策(National Policy for Safe Water Supply & Sanitation 1998) を策定し、全国民に基本的レベルの給水を実現し、利用者を 105 名に 1 本の管井戸を近い将来に利用者 50 名に 1 本とすることを目標とした。1999 年に制定した国家水政策(National Water Policy) では安全で手頃な水の供給を謳い、2004 年には国家砒素対策政策および実行計画(National Policy for Arsenic Mitigation 2004) が策定され、貧困層の住民に対しても安全な水の供給を達成することが謳われた。主要な水源であった浅層地下水の砒素汚染のため、2000 年頃から砒素汚染対策の代替水源として深井戸が各地で設置されるようになり、現在でも砒素汚染地域における主たる代替水源が深井戸であることに変わりはない。このことは、2008

年 10 月に発表された国家貧困削減促進戦略(National Strategy for Accelerated Poverty Reduction (FY 2009-2011)) でも、砒素汚染対策の代替水源として「深層地下水の利用可能性の調査」が重要であると位置づけられていることで明らかである。

2011 年 12 月に発効されたセクター開発計画(Sector Development Plan (FY2011-25)(SDP)) では、給水・衛生セクターの 2025 年までの 15 年間の開発計画を示している。SDP は、15 年を短期、中期、長期に分け、それぞれの目標を表 1 のように設定している。

表 1 SDP の各実施段階における目標

実施段階	目標
短期 (FY 2011-15)	すべての国民に基本的レベルの給水サービスの提供
中期 (FY 2016-20)	給水サービスレベルの改善、基幹部分における SWAp の確立
長期 (FY 2021-25)	給水サービスレベルの更なる改善、セクター全体での SWAp の確立

(2) 現状と課題

バングラデシュにおいては、1990 年代に 97%の給水率を達成したものの、主水源である浅層地下水が広域に亘る砒素汚染を受けていることが分かり、給水率が大幅に低下した。公衆衛生工芸局(DPHE) は、保有する 2 台の掘削リグおよび民間保有のリグを用いて、これらの地域において砒素汚染を免れている深層地下水の開発を進めている。しかしながら、DPHE が保有する機材は、1 台は老朽化、もう 1 台は能力不足のため、礫層を掘り抜き深層地下水を開発することができない。また、民間業者が保有するリグも能力不足のため礫層を掘り抜くことが不可能である。

このため、本調査地域では、深層帯水層に地下水を開発することが出来ず、多数の住民が依然として安全な水の供給を得られない状況下に置かれている。このような状況に対応するため、礫層を掘り抜き、深度 400 m の深井戸を掘削する能力を有する井戸掘削リグ・関連機材・支援車両・物理探査機等を整備し、深井戸の建設を推進する必要がある。

(3) プロジェクトの目的

本計画は、DPHE が礫層を掘り抜くことができる掘削リグを調達した上で井戸を掘削し、DPHE の要員が深井戸掘削技術を向上させることにより、計画対象地域の安全な飲料水へのアクセスを向上させることを目的としている。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

(1) 調査結果の概要

バングラデシュ国からの要請を受け、独立行政法人国際協力機構は、2011 年 11 月 18 日から 2012 年 1 月 30 日まで、および 2012 年 7 月 28 日から 8 月 3 日までの期間、協力準備調査団をバングラデシュ国に派遣した。同調査団は、調査対象地域であるダッカ州・クルナ州・ラジシヤヒ州において、調査対象村落の選定、自然条件調査（現地踏査、地質調査、物理探査および水質分析）および村落社会条件調査を実施した。

現地調査および国内解析結果の概要は、次に示すとおりである。

1) 調査対象村落の選定

本調査では、調査対象村落として 30 村落を選定した。選定のために使用したクライテリアは表 2 に示す 3 項目である。村落単位の公表されたデータが無いため、まずユニオンを選定し、次に選定したユニオンから DPHE 地方事務所のデータを使用して村落を選定した。

表 2 ユニオン選定のためのクライテリア及び評価点

クライテリア	評価点 1	評価点 2	評価点 3	評価点 4
A 砒素に汚染された井戸の割合 (%)	$A < 25\%$	$25 \leq A < 50\%$	$50 \leq A < 75\%$	$75\% \leq A$
B 人口 1000 人当たりの砒素中毒患者数	$B < 0.5$ 人	$0.5 \leq B < 1.0$ 人	$1.0 \leq B < 2.0$ 人	$2.0 \text{ 人} \leq B$
C 給水率	$60\% \leq C$	$40 \leq C < 60\%$	$20 \leq C < 40\%$	$C < 20\%$

2) 概略設計

本計画における基本方針は、以下の通りである。なお、コスト縮減に留意しつつバングラデシュ国 DPHE 向けの機材調達案件として適正な規模および仕様を決定した。

- 1) 要請された井戸掘削用機材、同関連資機材、物理探査用機材、支援車両のうち、妥当性が確認された機材の調達を計画する。
- 2) 要請されていない資機材について、プロジェクトを推進する上で必要不可欠なものについては調達を計画する。
- 3) 調達予定機材を使用して、DPHE が実施する深井戸掘削および物理探査について、技術指導(ソフトコンポーネント)を計画する。

(2) プロジェクトの内容および規模

1) 調達機材

本プロジェクトで調達される機材は、表 3 に示すとおりである。

表 3 本計画による調達機材

番号	資機材名	仕様・内容	数量
1	井戸掘削リグ類		
(1)	車載型掘削リグ	生産井用、深度 400m まで掘削可能なリグ	1 セット
(2)	車載型掘削リグ	ハンドポンプ井用、深度 400m まで掘削可能なリグ	1 セット
(3)	車載型エアリフト/揚水試験ユニット	(生産井用)	1 セット
(4)	車載型エアリフト/揚水試験ユニット	(ハンドポンプ井用)	1 セット
2	支援車両		
(1)	5 トンクレーン付き貨物トラック	(生産井用)	1 台
(2)	3 トンクレーン付き貨物トラック	(生産井用) (ハンドポンプ井用)	3 台
(3)	ピックアップトラック	(生産井用) (ハンドポンプ井用)	2 台
3	物理探査機器		

番号	資機材名	仕様・内容	数量
(1)	電気探査機および解析ソフト	—	1セット
(2)	電気検層機および解析ソフト	—	1セット
4.	ワークショップ用資機材	-	1式
5.	技術移転用井戸材料		1式
6.	スペアパーツ		1式 (約2年分)

2) ソフトコンポーネント

本プロジェクトでは、DPHE の掘削チーム要員および民間井戸掘削業者の要員に対して、深井戸掘削管理・運営に関するソフトコンポーネントを行う。また、DPHE の物理探査担当者に対して、電気探査の技術移転のためのソフトコンポーネントを実施する。

なお、深井戸掘削技術については、調達業者が派遣する技術者による技術指導が行われる。ソフトコンポーネントによる成果は、次の通りである。

表 4 ソフトコンポーネントによる成果

成果	深井戸掘削	物理探査
1	DPHE の技術者が、適切な掘削計画（井戸設計、工程計画、品質管理計画、調達計画を含む）の立案と実施管理の技術を習得する。	DPHE の技術者が、適切な探査計画を立案する技術を習得する。
2	DPHE の技術者が、適切な揚水試験計画立案、実施管理および結果解析の技術を習得する。	DPHE の技術者が、調達された物理探査機器による探査技術を習得する。
3	DPHE の技術者が、適切な機材維持管理計画の立案および実施管理の技術を習得する。	DPHE の技術者が、探査データを解析し、対象地域の井戸掘削計画を立案する技術を習得する。
4	DPHE の技術者が、掘削・揚水試験・機材維持管理の実施結果を評価し、手法改善を行う技術を習得する。	DPHE の技術者が、物理探査機材の保守管理を適切に行う能力を習得する。
5	DPHE の技術者が、定期的なアクションプランの進捗報告書を作成する技術を習得する。	

4. プロジェクトの工期および概略事業費

(1) プロジェクトの工期

本プロジェクト全体の工期は、E/N・G/A 締結後 24 ヶ月間である。実施工程は、表 5 に示すとおりである。

(2) 概略事業費

本プロジェクトを実施するための事業費は、約 10.68 億円(日本側約 7.28 億円、バングラデシュ側約 3.40 億円) と見積もられる。

表 5 事業実施工程表

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
E/N, G/A	▲												
実施設計		■ 現地調査		■ 入札図書作成									
			■ 入札関連業務										
調達						■ 機械製作・検査							
月	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
調達	■ 機械製作・検査		■ 輸送			■ 開梱・調整試運転・初期操作指導・引渡							
技術移転						■ 運用指導							
ソフトコンポーネント				■ 井戸掘削計画・管理技術指導									
						■	■ 物理探査技術指導				■		

5. プロジェクトの妥当性および有効性の検証

(1) 妥当性

対象地域の住民は、貧困層を含む住民である。現在、既存給水施設による給水率は 58.6%に留まっている。本プロジェクトを実施することにより、計画対象地域の 9 県ポルシャバおよび 35 村落の住民約 216 千人が直接裨益する。また、安全な水の利用が可能になるとため、砒素中毒患者数や水系疾病発生率等の減少が期待され、社会経済的に正のインパクトを持つ波及効果が期待される。

バングラデシュでは、1998 年に策定された国家水衛生政策で、全国民に基本レベルの給水を実現することが謳われ、2008 年 10 月に発表された国家貧困削減促進戦略(FY 2009-2011)では、砒素汚染の代替水源として深層地下水利用を位置づけている。さらに、2011 年 12 月に発効したセクター開発計画 (2011-25)では、2011 年から 2025 年までの開発目標を設定している。このように、バングラデシュにおいては、深層地下水しか代替水源が期待できない計画対象地域において DPHE に深層地下水開発の能力を向上させ、深層地下水の開発を促進することは、バングラデシュの国家目標とも合致している。

本プロジェクトの対象地域は主として農村地域であり、プロジェクトの実施は地域住民に対して、砒素に汚染されていない安全な水を供給するという BHN の観点から民生の安定や住民の生活改善に寄与すると言える。我が国のバングラデシュに対する援助方針は、砒素対策が重点項目の一つとされ、「安全かつ継続的な水の供給」を行うことを支援するとされている。したがって、本プロジェクトの実施は我が国の援助方針とも合致している。

(2) 有効性

本プロジェクト全体では、井戸掘削リグおよび関連資機材が調達された後、9 県ポルシャバおよび 35 村落において、25 本の生産井および 35 本のハンドポンプ井が建設される。また、ソフトコンポーネント活動を通じて、DPHE の深層地下水開発能力が向上する。これらの投入により、表 6 に示すような定量的効果が期待される。

表 6 本プロジェクトの定量的効果

指標名		基準値 (2012 年)	目標値 (2019 年)	定量的効果
対象の 9 県ポルシャバ および 35 村落の 給水人口・給水率	給水人口	1,252,172 人	1,468,597 人	+ 216,425 人
	給水率	58.6 %	63.6 %	+ 5.0%

※5 年間のアクションプランが終了するのが 2019 年であるため、2019 年を目標値として設定した。

本プロジェクトの実施により、波及的に下記のような定性的効果が期待される。

- ・ 飲料に使用する水質が改善されることで、砒素中毒患者の増加率が抑えられ、水系感染症が減少することが期待される。
- ・ 水汲みかけられる時間および労力が軽減され、水汲みに主に従事している女性や子供の労働時間および学習時間が増加することが期待される。

上記で検討した如く、本プロジェクトの実施する妥当性は高く、かつ有効性が見込まれると評価される。

バングラデシュ国都市部及び地方部における地下水調査
および深層帯水層開発計画

—準備調査報告書—

目 次

要 約

目 次

位置図／現地状況写真集

附表一覧表

付図一覧表

略語一覧表

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1.1 当該セクターの現状-----	1-1
1.1.1 現状と課題-----	1-1
1.1.2 開発計画-----	1-2
1.1.3 社会経済状況-----	1-3
(1) 行政区分-----	1-3
(2) 人口および民族-----	1-3
(3) 経済状況-----	1-3
(4) 社会事業-----	1-3
1.2 無償資金協力要請の背景・経緯および課題-----	1-4
1.3 我が国の援助動向-----	1-5
1.4 他デベロプメントパートナーの援助動向-----	1-6

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2.1 プロジェクトの実施体制-----	2-1
2.1.1 組織・人員-----	2-1
(1) プロジェクト所管機関-----	2-1
(2) プロジェクト実施機関-----	2-1
2.1.2 財政・予算-----	2-4
2.1.3 技術水準-----	2-4
2.1.4 保有機材-----	2-5
2.2 プロジェクトサイトおよび周辺の状況-----	2-5
2.2.1 関連インフラの整備状況-----	2-5

(1) 道路 -----	2-5
(2) 水運 -----	2-6
(3) 鉄道 -----	2-6
(4) 港湾 -----	2-6
(5) 空港 -----	2-6
(6) 電気 -----	2-6
2.2.2 自然条件 -----	2-7
(1) 気象 / 水文 -----	2-7
(2) 地形 / 地質 -----	2-13
(3) 水文地質 -----	2-13
(4) 水質 -----	2-21
2.2.3 対象村落の社会経済条件 -----	2-32
(1) 調査目的と方法 -----	2-32
(2) 調査項目 -----	2-32
(3) 調査結果 -----	2-32
(4) 考察 -----	2-48
(5) 結論 -----	2-51
2.2.4 環境社会配慮 -----	2-52
(1) バングラデシュ国の環境影響評価制度 -----	2-52
(2) 影響評価 -----	2-53
(3) 環境影響の緩和措置案 -----	2-57
(4) ステークホルダー協議 -----	2-57
2.3 その他 -----	2-57

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの概要 -----	3-1
3.1.1 上位目標とプロジェクト目標 -----	3-1
3.1.2 プロジェクトの概要 -----	3-3
(1) 要請内容の検討 -----	3-3
(2) 調査対象地域および対象村落 -----	3-4
(3) バングラデシュ側の井戸掘削計画およびアクションプラン -----	3-6
3.2 協力対象事業の概略設計 -----	3-7
3.2.1 設計方針 -----	3-7
(1) 基本方針 -----	3-7
(2) 自然環境条件に対する方針 -----	3-7
(3) 社会経済条件に対する方針 -----	3-7
(4) 調達事情もしくは業界の特殊事情／商習慣に対する方針 -----	3-8
(5) 現地業者の活用に係る方針 -----	3-8
(6) 運営・維持管理に対する対応方針 -----	3-8
(7) 機材のグレードの設定に係る方針 -----	3-9

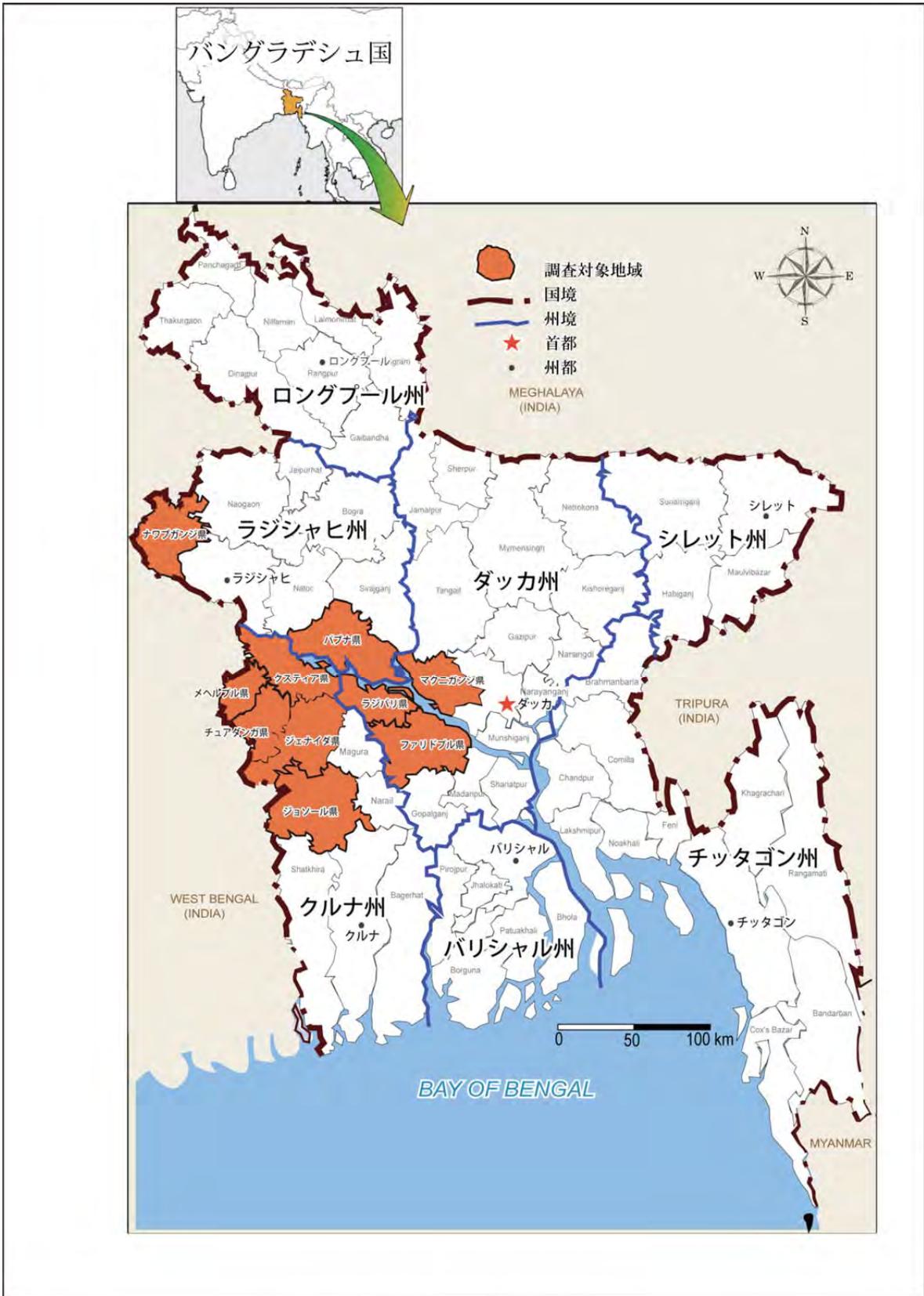
(8) 工法／調達方法、工期に係る方針-----	3-9
(9) 準拠する規格-----	3-9
3.2.2 基本計画（機材計画）-----	3-10
(1) 全体計画-----	3-10
(2) 機材計画-----	3-10
(3) 調達資機材-----	3-44
3.2.3 概略設計図-----	3-45
3.2.4 調達計画-----	3-46
(1) 調達方針-----	3-46
(2) 調達上の留意事項-----	3-47
(3) 調達・据付区分-----	3-47
(4) 調達監理計画-----	3-48
(5) 品質管理計画-----	3-49
(6) 資機材調達計画-----	3-50
(7) 初期操作指導・運用指導計画-----	3-50
(8) ソフトコンポーネント計画-----	3-50
(9) 実施工程-----	3-79
3.3 相手国分担事業の概要-----	3-81
3.3.1 一般的事項-----	3-81
3.3.2 本計画に係る負担事項-----	3-81
(1) 井戸掘削チームおよび物理探査チームの組織化-----	3-81
(2) 機材の保管・維持管理のためのワークショップおよび駐車場の整備-----	3-81
(3) アクションプラン（5年間の深井戸掘削計画）の実施-----	3-83
(4) ソフトコンポーネント実施に係る費用負担-----	3-89
(5) アクションプラン実施中の進捗状況についての半年毎の JICA への報告-----	3-89
3.3.3 バングラデシュ側の負担経費-----	3-89
3.3.4 プロジェクトを通じた経験および技術の共有-----	3-89
3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画-----	3-90
3.4.1 調達機材の運営・維持管理-----	3-90
3.4.2 深層地下水の水質モニタリング-----	3-90
3.4.5 基準値を超える水質項目が確認された場合の対応への提言-----	3-92
(1) 深井戸の利用制限-----	3-92
(2) 砒素・鉄除去装置の設置-----	3-92
(3) 深井戸の堀直し-----	3-94
3.5 プロジェクトの概略事業費-----	3-94
3.5.1 日本側負担経費-----	3-94
3.5.2 バングラデシュ国側負担経費-----	3-95
3.5.3 積算条件-----	3-95
3.5.4 調達機材の運営・維持管理費-----	3-95

第4章 プロジェクトの評価

4.1 事業実施のための前提条件-----	4-1
4.1.1 一般的な負担事項-----	4-1
4.1.2 本プロジェクトに固有の負担事項-----	4-1
4.2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項-----	4-1
4.2.1 掘削した生産井の既存管路給水施設への接続-----	4-1
4.2.2 掘削したハンドポンプ井へのハンドポンプの設置-----	4-1
4.2.3 アクションプラン終了後の井戸掘削の継続-----	4-2
4.2.4 深層地下水開発技術のデベロップメントパートナーや民間業者との共有-----	4-2
4.3 外部条件-----	4-2
4.4 プロジェクトの評価-----	4-3
4.4.1 妥当性-----	4-3
4.4.2 有効性-----	4-3
(1) 定量的効果-----	4-3
(2) 定性的効果-----	4-4
4.4.3 結論-----	4-4
4.5 深井戸建設の効果のモニタリング-----	4-4

【資料】

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録（M/D）
5. その他の資料・情報
 - 5-1 ユニオン選定リスト
 - 5-2 村落選定リスト
 - 5-3 水質分析データ
 - 5-4 物理探査解析データ



調査対象地域図

現地状況写真集



写真-1： 既存ハンドポンプ井
(ジェナイダ県アチナカール村)



写真-2： 地下水砒素除去装置 (パプナ県)
DPHE-UNICEFによるプロジェクト



写真-3： 既存給水施設 (パプナ県シャニラ村)



写真-4： 既存の濾過装置
PSF (ポンド・サンド・フィルター)
(ジョソール県ベルゴビンダプル村)



写真-5： 生産井掘削予定地点
(ファリドプル県ファルドプルシヨドール)



写真-6： ハンドポンプ井掘削予定地点
(ジョソール県マルア村)



写真-7：水浴びや洗濯、食器洗いに使用されている村落内のため池（パプナ県シャニラ村）



写真-8：砒素中毒症
（クスティア県ナウダケメディアル村）



写真-9：幅員の狭い橋梁
（対象村落へのアクセス道路、ジョソール県ベルゴビンダブル村）



写真-10：DPHEの所有する掘削リグ
（バリサル県）



写真-11：DPHE中央分析室（ダッカ）



写真-12：電気探査の様子（チュアダンガ県アン
プナガール村）

付 表 一 覧 表

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯

表 1.2.1	砒素汚染および礫層分布が認められる地域（郡／ウパジラ）	1-5
表 1.2.2	要請機材リスト	1-5
表 1.3.1	砒素対策に対する我が国のこれまでの支援	1-5
表 1.4.1	これまでの他デベロプメントパートナーによる支援	1-6
表 1.4.2	各デベロプメントパートナーの動向	1-7

第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況

表 2.1.1	過去 5 年間の DPHE の生産井掘削実績	2-3
表 2.1.2	アクションプラン実施における 2 つの課の役割分担	2-4
表 2.1.3	DPHE の予算	2-4
表 2.1.4	DPHE 所有リグの能力	2-5
表 2.2.1	バングラデシュの標準地質層序	2-13
表 2.2.2	地下地質と帯水層区分	2-14
表 2.2.3	地質と比抵抗値の関係（地下水面下）	2-17
表 2.2.4	電気探査地点一覧表	2-19
表 2.2.5	水質分析項目	2-22
表 2.2.6	水質分析結果概要	2-24
表 2.2.7	水質分析（Part 2）対象村落	2-29
表 2.2.8	水質分析結果比較(Part-1 および Part-2)	2-30
表 2.2.9	調査項目	2-32
表 2.2.10	人口と世帯数	2-33
表 2.2.11	水利用者グループが組織されていない理由	2-38
表 2.2.12	調査対象世帯の傾向および啓蒙活動や運営維持管理に関する 訓練実施により予測される効果	2-48
表 2.2.13	区分毎の事業例	2-52
表 2.2.14	アクションプランで掘削する井戸の仕様および数量	2-54
表 2.2.15	IEE チェックリスト	2-54
表 2.2.16	ソフトコンポーネント実施対象村落	2-56

第 3 章 プロジェクトの内容

表 3.1.1	SDP の各実施段階における目標	3-1
表 3.1.2	バングラデシュの給水率評価の基準	3-2
表 3.1.3	ミニッツにて確認した要請機材リスト	3-3
表 3.1.4	変更および追加された要請内容	3-3
表 3.1.5	本計画による調達機材	3-4
表 3.1.6	ウパジラ（郡）選定のためのクライテリア及び評価点	3-5
表 3.1.7	調査対象 30 村落	3-5

表 3.1.8	アクションプランの概要-----	3-6
表 3.2.1	調達機材の内容、数量、使用目的-----	3-10
表 3.2.2	DPHE 既往掘削リグの能力-----	3-11
表 3.2.3	地下地質と帯水層区分-----	3-12
表 3.2.4	掘削リグ吊上能力-----	3-15
表 3.2.5	セメンチング仕様一覧表-----	3-18
表 3.2.6	ケーシングパイプ規格表-----	3-19
表 3.2.7	生産井の主な仕様-----	3-20
表 3.2.8	生産井の水中ポンプの仕様-----	3-20
表 3.2.9	水中ポンプ揚水管摩擦損失計算結果(80 m ³ /時、配管長 50 m の場合)-----	3-21
表 3.2.10	掘削各段の深度および目的-----	3-22
表 3.2.11	掘削各段の掘削口径およびケーシング口径 (生産井)-----	3-22
表 3.2.12	ハンドポンプ井の主な仕様-----	3-23
表 3.2.13	掘削各段の掘削口径およびケーシング口径 (ハンドポンプ井)-----	3-25
表 3.2.14	生産井用標準掘削ツールズ-----	3-28
表 3.2.15	電力機器一覧表 (生産井用)-----	3-30
表 3.2.16	ハンドポンプ井用標準掘削ツールズ-----	3-31
表 3.2.17	電力機器一覧表 (ハンドポンプ井用)-----	3-32
表 3.2.18	資機材運搬数量一覧表 (生産井用)-----	3-36
表 3.2.19	クレーン付貨物トラック仕様 (生産井用)-----	3-36
表 3.2.20	資機材運搬数量一覧表 (ハンドポンプ井用)-----	3-37
表 3.2.21	クレーン付貨物トラック仕様 (ハンドポンプ井用)-----	3-37
表 3.2.22	ピックアップトラック仕様-----	3-37
表 3.2.23	技術移転用ビット材料-----	3-40
表 3.2.24	技術移転用ケーシング材料-----	3-41
表 3.2.25	ケーシングパイプ規格表 (現地流通品)-----	3-41
表 3.2.26	泥材 (ベントナイトおよび CMC) 所要量-----	3-42
表 3.2.27	セメント所要量-----	3-42
表 3.2.28	井戸充填砂利所要量-----	3-43
表 3.2.29	燃料所要量-----	3-43
表 3.2.30	調達資機材一覧表-----	3-44
表 3.2.31	主要資機材の調達区分-----	3-47
表 3.2.32	ソフトコンポーネント項目および内容-----	3-52
表 3.2.33	各分野のソフトコンポーネント対象者の現状および目標とする技術レベル-----	3-56
表 3.2.34	ソフトコンポーネント対象人員一覧表-----	3-56
表 3.2.35	井戸掘削計画・管理技術移転のためのソフトコンポーネントの詳細-----	3-66
表 3.2.36	物理探査技術移転のためのソフトコンポーネントの詳細-----	3-71
表 3.2.37	井戸掘削計画・管理技術移転のためのソフトコンポーネント実施工程表-----	3-76
表 3.2.38	物理探査技術移転のためのソフトコンポーネント実施工程表-----	3-76
表 3.2.39	ソフトコンポーネントに係る費用内訳-----	3-78

表 3.2.40	事業実施工程表-----	3-80
表 3.3.1	アクションプランの概要-----	3-83
表 3.3.2	アクションプランで掘削予定の生産井数-----	3-84
表 3.3.3	計画対象県ポルシャバの人口および給水状況（2012 年）-----	3-84
表 3.3.4	調達されるリグによる掘削可能井戸数-----	3-85
表 3.3.5	調達されるリグによる井戸掘削可能井戸数-----	3-85
表 3.3.6	ハンドポンプ井掘削対象 35 村落の人口および給水状況（2012 年）-----	3-85
表 3.3.7	アクションプラン実施による裨益人口-----	3-87
表 3.3.8	アクションプラン実施に係る費用-----	3-87
表 3.3.9	アクションプラン工程表-----	3-88
表 3.3.10	バングラデシュ側の負担経費-----	3-89
表 3.4.1	水質モニタリング計画-----	3-91
表 3.4.2	水質分析項目-----	3-91

第 4 章 プロジェクトの評価

表 4.4.1	本プロジェクトの定量的効果-----	4-4
表 4.5.1	対象村落における砒素汚染濃度・砒素患者数および給水率-----	4-5

付 図 一 覧 表

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯

図 1.1.1	バングラデシュ国における給水率の変遷	1-1
---------	--------------------	-----

第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況

図 2.1.1	地方行政局 (LGD) の組織図	2-1
図 2.1.2	公衆衛生工学局 (DPHE) の組織図	2-2
図 2.1.3	DPHE 地下水部の現在の体制	2-2
図 2.1.4	DPHE のアクションプラン実施体制 (案)	2-3
図 2.2.1	年平均降水量	2-8
図 2.2.2	4 月の月平均最高気温	2-9
図 2.2.3	1 月の月平均最低気温	2-10
図 2.2.4	調査地域における月平均降水量と月平均気温 (最高・最低)	2-11
図 2.2.5	バングラデシュの河川水系	2-12
図 2.2.6	バングラデシュの地形	2-15
図 2.2.7	電気探査(シュランベルジャー4 極法) の電極配置	2-16
図 2.2.8	電気探査地点位置	2-20
図 2.2.9	礫層 (砂礫層) の下面標高等高線図	2-21
図 2.2.10	バングラデシュの地下水中砒素濃度分布	2-23
図 2.2.11	井戸深度と砒素濃度との関係	2-25
図 2.2.12	井戸深度と亜硝酸塩濃度の関係	2-25
図 2.2.13	井戸深度とカルシウム濃度の関係	2-26
図 2.2.14	井戸深度とマンガン濃度の関係	2-27
図 2.2.15	井戸深度と鉄分濃度の関係	2-27
図 2.2.16	水質分析結果 (トリリニアダイアグラム)	2-28
図 2.2.17	砒素濃度分析結果の比較	2-31
図 2.2.18	鉄濃度分析結果の比較	2-31
図 2.2.19	主要収入源	2-34
図 2.2.20	副収入源	2-34
図 2.2.21	村ごとの主要収入源の分布	2-34
図 2.2.22	乾季の収入の中央値と平均値	2-36
図 2.2.23	世帯月収 10,001BDT 以上の世帯の主要収入源	2-36
図 2.2.24	世帯月収 4,000BDT 以下の世帯の主要収入源	2-36
図 2.2.25	月の支出の分布	2-37
図 2.2.26	水利用者グループのミーティング開催頻度	2-38
図 2.2.27	給水施設運営維持管理責任者 (水利用者グループが組織されていない村落)	2-39
図 2.2.28	給水施設運営維持管理責任者 (水利用者グループが組織されてる村落)	2-39
図 2.2.29	水関連事項においての決定権者	2-39
図 2.2.30	水利用料徴収方法	2-40

図 2.2.31	修理内容の内訳-----	2-40
図 2.2.32	修理担当者-----	2-41
図 2.2.33	修繕費用の財源-----	2-41
図 2.2.34	支払い意思表明者の分布と支払い意思額中央値（月額）-----	2-42
図 2.2.35	家庭用水の水源-----	2-43
図 2.2.36	水汲み時間-----	2-43
図 2.2.37	水源まで7分以上かかっている世帯での主要水源-----	2-44
図 2.2.38	家庭用水使用量（L/capita/day）-----	2-45
図 2.2.39	水質に対する満足度-----	2-45
図 2.2.40	水質に満足していない理由-----	2-45
図 2.2.41	砒素汚染水源および砒素汚染未確認水源使用者の水質に対する満足度-----	2-46
図 2.2.42	生活改善における第一優先事項-----	2-46
図 2.2.43	家庭内での水汲み担当（主担当）-----	2-47
図 2.2.44	家庭内での水汲み担当（副担当）-----	2-47
図 2.2.45	女性回答者の水供給に関する要望-----	2-47
図 2.2.46	男性回答者の水供給に関する要望-----	2-47
図 2.2.47	現金収入の有無-----	2-50
図 2.2.48	家庭内での決定権者の割合-----	2-50
図 2.2.49	環境認証までの流れ-----	2-53

第3章 プロジェクトの内容

図 3.2.1	送泥ポンプ能力不足による礫層掘削の障害-----	3-13
図 3.2.2	砂礫・粘土層掘削のためのブレードビット （バングラデシュ民間掘削業者製作）-----	3-15
図 3.2.3	硬質層掘削のためのトリコンビット（国産）-----	3-15
図 3.2.4	ダイレクトロータリー工法の原理-----	3-15
図 3.2.5	リバースロータリー工法（サクションポンプ式）の原理-----	3-17
図 3.2.6	リバースロータリー工法（エアリフト式）の原理-----	3-17
図 3.2.7	遮水セメンチング作業概念図-----	3-18
図 3.2.8	生産井の構造-----	3-23
図 3.2.9	吸込式ハンドポンプの構造-----	3-24
図 3.2.10	井戸内設置式ハンドポンプの構造-----	3-24
図 3.2.11	ハンドポンプ井の構造-----	3-25
図 3.2.12	掘削径を小さくしたハンドポンプ井の構造例-----	3-26
図 3.2.13	村落対象の生産井の例-----	3-27
図 3.2.14	電力機材 概略電気配線図（生産井用）-----	3-29
図 3.2.15	工事用水取水用機器概念図-----	3-29
図 3.2.16	電力機材 概略電気配線図（ハンドポンプ井用）-----	3-31
図 3.2.17	生産井用エアリフト機材設置概念図-----	3-33
図 3.2.18	生産井用揚水試験機材設置概念図-----	3-33

図 3.2.19	生産井用エアリフト／揚水試験ユニット（コンプレッサ・発電機搭載時）	---- 3-34
図 3.2.20	ハンドポンプ井用エアリフト機材設置概念図	----- 3-35
図 3.2.21	ハンドポンプ井用揚水試験機材設置概念図	----- 3-36
図 3.2.22	掘削現場機器配置概念図（生産井）	----- 3-46
図 3.2.23	掘削現場機器配置概念図（ハンドポンプ井）	----- 3-46
図 3.2.24	DPHE のアクションプラン実施体制（案）	----- 3-54
図 3.2.25	掘削工事プロセス（案）	----- 3-55
図 3.3.1	DPHE トンギ事務所兼資機材置場の現況図	----- 3-82
図 3.3.2	DPHE トンギ事務所の整備構想	----- 3-82
図 3.4.1	標準的な AIRP の構造図	----- 3-94

略 語 一 覧 表

ADB	Asia Development Bank	アジア開発銀行
AIRP	Arsenic and Iron Removal Plant	砒素・鉄分除去装置
API	American Petroleum Institute	アメリカ石油協会
ASTM	American Society of Testing and Materials	米国材料試験協会
BAMWSP	Bangladesh Arsenic Mitigation Water Supply Project	バングラデシュ砒素汚染対策給水プロジェクト
BBS	Bangladesh Bureau of Statistics	バングラデシュ国統計局
BDT	Bangladesh Taka	バングラデシュ タカ
BGS	British Geological Survey	英国地質調査所
BHN	Basic Human Needs	ベーシック・ヒューマン・ニーズ
BS	British Standard	英国標準規格
BWSPP	Bangladesh Water Supply Program Project	バングラデシュ給水プログラムプロジェクト
CMC	Carboxy Methyl Cellulose	シーエムシー
DANIDA	Danish International Development Agency	デンマーク国際開発援助庁
DFID	Department for International Development	英国海外開発庁
DIN	Deutsches Institut für Normung	ドイツ規格協会
DPHE	Department of Public Health Engineering	公衆衛生工学局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境アセスメント
FY	Fiscal Year	会計年
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GoB	Government of Bangladesh	バングラデシュ国政府
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
IEE	Initial Environmental Evaluation	初期環境影響評価
JEC	Japanese Electrotechnical Committee	電気規格調査会
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
JCS	Japanese Cable Makers' Association Standard	日本電線工業会規格
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JIS	Japan Industrial Standards	日本工業規格
JPY	Japanese Yen	日本円
LGD	Local Government Division	地方行政局
MDG(s)	Millennium Development Goal(s)	ミレニアム開発目標
NGO	Non-government Organization	非政府組織
NPSWSS	National Policy for Safe Water Supply & Sanitation	国家水衛生政策
OJT	On-the Job Training	オン・ザ・ジョブ・トレーニング
O&M	Operation and Maintenance	運営維持管理
PTO	Power-Take-Off	動力取り出し装置
RHSWSP	Rural Hygiene, Sanitation and Water Supply Project	地方衛生・給排水プロジェクト
PSU	Project Supporting Unit	プロジェクト サポートユニット
SDP	Sector Development Plan	セクター開発計画
SGP	Steel Galvanized Pipe	配管用炭素鋼鋼管
SHEWA-B	Sanitation, Hygiene Education and Water Supply in Bangladesh	バングラデシュ国公衆衛生・衛生教育および給水プロジェクト

SP	Spontaneous Potential	自然電位
STK	Steel Tube Kozo	一般構造用鋼管
STPG	Steel Tube Pipe General	圧力配管用炭素鋼鋼管
STWSSSP	Secondary Towns Water Supply and Sanitation Sector Project	セカンダリタウン給水衛生セクタープロジェクト
UNICEF	United Nations Children's Fund	ユニセフ
USA	United States of America	アメリカ合衆国
USD	United States Dollar	米ドル
WHO	World Health Organization	世界保健機構
WSSPS II	Water Supply and Sector Program Support II	給水・セクタープログラム支援 II

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1.1 当該セクターの現状

1.1.1 現状と課題

バングラデシュ国においては、給水の水源として表流水を用いた場合は浄水の必要があることから、浄水を要しない地下水を水源とする浅井戸が、安全な水の供給施設として 1970 年代より急速に普及することとなった。その結果、表流水（池、川）を主水源としていた時期に比べて乳幼児死亡率が大幅に減少し、1990 年代には管井戸による安全な水の供給は 97%の人口をカバーするに至った。

しかし、1993 年にチャパynaワブガンジで最初に地下水中の砒素汚染（バングラデシュ国基準の 0.05 mg/L 以上）が確認されたことをきっかけに、管井戸の利用に影を投げかけることとなった。英国地質調査所（BGS）・バングラデシュ国公衆衛生工学局（以下、「DPHE」）、その他の機関により調査が展開された結果、バングラデシュ国の広範な地域における浅層地下水の砒素汚染が確認され、約 500

万本の井戸の 29.3%に相当する井戸においてバングラデシュ国の砒素基準値である 0.05 mg/L を超過し、約 38,000 人の砒素中毒患者および約 3,300 万人の砒素被曝者が存在するということが明らかとなった。このため、多数の浅井戸が使用不能となり、実質的な給水率は急激に低下した（図 1.1.1 参照）。

これに対応するため、これまで、DPHE やデベロップメントパートナーにより、砒素汚染地域で約 97 万基の水源が建設されている。そのほとんどを占めているのは浅井戸（約 76 万基）と深井戸（約 17.5 万基）である。砒素汚染地域では浅井戸が利用できないため、深井戸が主たる代替水源として住民に安全な水を供給している（Situation Analysis of Arsenic Mitigation 2009, LGD/JICA 2010）。

しかしながら、本プロジェクト対象地域では、砒素に汚染されていない深部帯水層の上位に礫層が存在することにより、バングラデシュ側が現在保有する掘削リグ・技術では礫層を掘り抜くことができず、砒素に汚染されていない安全な水とされる深部帯水層の地下水開発が阻まれている。

本調査の対象地域を含む西部 3 県（ジョソール、ジェナイダ、チュアダンガ県）で実施された

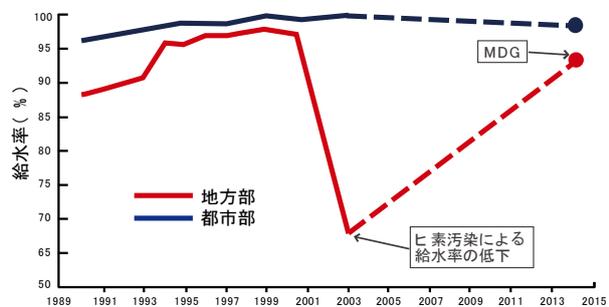


図 1.1.1 バングラデシュ国における給水率の変遷
(Water Aid の HP データを和訳・加筆)

「バングラデシュ国砒素汚染地域地下水開発計画調査」(JICA、2000～2002年)では、礫層の分布する層準よりも下位の深度200m以深に安全な地下水が確認されている。同調査では、調査ボーリングと既存ボーリング資料の解析により、深度200m以深の帯水層の連続性が確認されていることから、過去に深層への掘削が行われていない地域でも、深部帯水層中に安全な水を確認できる可能性が高いことを示唆している。本プロジェクトは、礫層を掘り抜き深部帯水層まで達する井戸の掘削能力を有するリグを調達することにより、礫層によって深層地下水開発が阻害されている地域における深井戸建設を促進し、地域住民に安全な飲料水を供給することに貢献しようとするものである。

調査対象地域では、深部帯水層の地下水を得るためには、礫層を掘り抜き、深度最大400mにおよぶ深井戸を掘削しなければならないため、掘削工事のリスクが大きく、民間の参入が行われていない。

本調査の対象サイトは、浅層地下水が砒素で汚染されており、かつ礫層が分布するために深井戸の掘削が困難な地域である。したがって、他の地域では砒素汚染をまぬがれている深層帯水層が開発される中で、対象サイトでは深井戸の建設が出来ないため、地域住民は鉄・砒素除去装置により浄化された水を使用するか、砒素で汚染された水の使用を余儀なくされている。

対象地域で砒素に汚染されていない安全な水の供給を妨げているのは礫層の存在であることは明らかである。安全な水の供給のために、この礫層を掘り抜いて深井戸を掘削し、給水施設を整備することが喫緊の課題である。

1.1.2 開発計画

バングラデシュ政府は、1998年に国家水衛生政策(National Policy for Safe Water Supply & Sanitation 1998)を策定し、全国民に安全で安価な水の給水を実現し、利用者105名に1本の管井戸を近い将来に利用者50名に1本とすることを目標とした。2004年には国家水政策(National Policy)が策定され、安全な水へのアクセスの確保、砒素中毒患者の確認等を行うことが謳われた。

安全な水の供給は、バングラデシュにおける貧困削減戦略の重点項目の一つである。2008年10月に発表された貧困削減促進国家戦略(National Strategy for Accelerated Poverty Reduction (FY 2009-2011))でも、砒素汚染対策の代替水源として「深層地下水の利用可能性の調査」が重要であると位置づけられている。

本計画対象地域には礫層が存在するため、砒素汚染を免れている深層地下水の開発が阻害されている。本計画により、DPHEが礫層を掘り抜くことができる掘削リグを調達することおよびDPHEの要員が深井戸掘削技術および物理探査技術を向上させることは、深層地下水の開発を促進し、計画対象地域の安全な水の給水率を向上させることに寄与する。したがって、本計画の実施は、上記政策に合致すると考えられる。

1.1.3 社会経済状況

(1) 行政区分

Bangladesh の国土は 147,570 km² であり、7つの州 (Division) に区分されている。各州は県 (District/Zila) に区分され、Bangladesh 全国に 64 の県が存在する。県はさらに郡 (Upazila)、ユニオン (Union)、マウザ (Mauza)、村落 (Village) に区分される。なお、正式な行政区分の最少単位はマウザであるが、実質的には村落の区分が使用されている。

また、上記の行政区分からは外れるが、各州に 1 つの市 (City Corporation)、ポルシャバ (Paurashava) と呼ばれる地方都市も Bangladesh 全土で 316 存在する。

(2) 人口および民族

2011 年 3 月 15 日時点での Bangladesh 国全体の人口は 149,772,364 人で、男女の内訳は男性 74,980,386 人、女性 74,791,978 人となっている。人口密度は Bangladesh 国全体では 1,015 人/km² である (Bangladesh Bureau of Statistics : BBS)。総人口の 98% はベンガル族が占めており、残りの 2% はジュマ民族などの少数民族が占めている (The World Factbook)。

(3) 経済状況

Bangladesh 国の GDP は 2011 年で 1,700 US\$/人であり、6.3% の成長率を見せている (The World Factbook)。2011 年の産業別の GDP 内訳は 2011 年で第一次産業が 18.4%、第二次産業が 28.6%、第三次産業が 53% となっている (The World Factbook)。

平均所得は 2005 年で世帯平均月収は全国平均で 7,203 BDT、都市部平均で 10,463 BDT、地方部平均で 6,095 BDT となっている。1991 年時の平均月収は全国平均で 3,341 BDT、都市部平均で 4,832 BDT、地方部平均で 3,109 BDT であるため、約 15 年の間で平均月収はそれぞれ約 2 倍に増加している (BBS)。また、消費者物価指数は 1995 年から 1996 年の一年を 100 とした場合、1991 年に 80.74 であったのに対し、2005 年には 163.17 に上昇し、2010 年では 242.48 と、更なる上昇を見せている。

(4) 社会事業

1) 教育

Bangladesh 国の 7 歳以上の識字率は 2004 年で 50% であり、1999 年の識字率は 48.2% であるため、上昇率は低いものの、識字率は上昇している。男女間の 7 歳以上の識字率の差は 2004 年で男性が 53.7%、女性が 46.2% と 7 ポイント以上の差があり、男女間の格差は大きい (BBS Bangladesh data sheet)。

初等教育の就学率は Bangladesh 全土では 2004 年時点で男性が 81.4%、女性が 82.6% となっている。中退率は男性が 34.0%、女性が 30.5% となっている (BBS Bangladesh data sheet)。

2) 保健

全国における主要疾患は心臓疾患、肺炎、下痢、コレラ、癌などである（センサス 2001）。

2006 年では 3,124 の医療施設が存在し、1 床あたりの人口は 2,732 人となっている。乳幼児 1000 人中の死亡率（乳幼児死亡率）については、1981 年では 111 人であったのが、1991 年では 87 人、さらに 2004 年では 54 人へと減少し、2011 年には 50.73 人となっている（BBS Bangladesh data sheet）。しかしながら、日本の乳幼児死亡率は 2.78 人、英国では 6.06 人、米国では 4.2 人（The World Factbook、データはいずれも 2011 年）となっており、先進国と比べるとバングラデシュの乳幼児死亡率は依然として非常に高い。

1.2 無償資金協力要請の背景・経緯および課題

バングラデシュにおいては、1970 年から浅層地下水を水源とする給水施設の整備を進め、1990 年代に 97%の給水率を達成したものの、主水源である浅層地下水が広域に亘る砒素汚染を受けていることが分かり、給水率が大幅に低下した。そのような地域は、Situation Analysis of Arsenic Mitigation 2009 (LGD/JICA 2010)のデータによると、表 1.2.1 に示すように、40 のウパジラに亘っている。この 40 ウパジラにおいて安全な水の供給を受けることができない人口は約 526 万人に達する。

DPHE は、保有する 2 台の掘削リグおよび民間保有のリグを用いて、これらの地域において砒素汚染を免れている深層地下水の開発を進めている。しかしながら、DPHE が保有する機材は、1 台は老朽化しており、もう 1 台は深層帯水層よりも上位にある礫層を掘り抜く能力が無い。また、民間業者が保有するリグも能力不足のため礫層を掘り抜くことが不可能である。

このため、本調査地域では、深層帯水層に地下水を開発することが出来ず、多数の住民が依然として安全な水の供給を得られない状況下に置かれている。このような状況に対応するため、バングラデシュ政府は、礫層を掘り抜き、深度 400 m の深井戸を掘削する能力を有する井戸掘削リグ・関連機材・支援車両・物理探査機の調達、および深層地下水開発能力を向上させるための技術移転を内容とするソフトコンポーネントの実施を我が国に要請したものである。バングラデシュ国からの要請内容を、表 1.2.2 に示す。

表 1.2.1 砒素汚染および礫層分布が認められる地域（郡／ウパジラ）

州	県	郡（ウパジラ）	州	県	郡（ウパジラ）
ダッカ	ファリトプル	ファリトプル ショトール	クルナ	ジエナイダ	ハリナクダ
		マトクハリ			ジエナイダ ショトール
	マニカガンジ	ダウラトプル			カリガンジ
		キオール			コチャントプル
		ハリランプル			マヘシュプル
		サツリア			シャイルクハ
		シハラヤ			ヘラマラ
	シカイル	ダウラトプル			
	ラジハリ	バリア カンティ		クステイア	ココサ
		ゴアランダガット			クマルカリ
		ハングシャ			クステイア ショトール
		ラジハリ ショトール			ガングニ
	クルナ	チュアタンガ		アラムタンガ	メヘルプル
チュアタンガ ショトール			ナチョレ		
タムルタ			ナワフガンジ ショトール		
シハソナガル			シフガンジ		
ジョソール		バゲル パラ	ラジシャヒ	パプナ	ヘラマラ
		チョウカツチャ			イジュルティ
		ジョソール ショトール			パプナ ショトール
					サンティア
					スジヤナガル

表 1.2.2 要請機材リスト

番号	資機材名	仕様・内容	数量
1	井戸掘削機器類		
(1)	車載型掘削機	生産井用の口径 20"で深度 400 m まで掘削可能なリグ	1 セット
(2)	車載型掘削機	ハンドポンプ用の口径 4"で深度 400 m まで掘削可能なリグ	1 セット
(3)	車載型エアコンプレッサー	—	2 台
2	支援車両		
(1)	クレーン付き貨物トラック	—	2 台
(2)	ピックアップトラック	—	2 台
3	探査機器		
(1)	電気探査機および解析ソフト	—	1 セット
(2)	電気検層機および解析ソフト	—	1 セット

1.3 我が国の援助動向

我が国は、本調査に関連するものとして、これまで次のような協力を行ってきた。

表 1.3.1 砒素対策に対する我が国のこれまでの支援

番号	プロジェクト名	期間
①	持続的砒素汚染対策プロジェクト	2005 年 12 月～2008 年 12 月
②	水質検査体制強化プロジェクト	2009 年 3 月～2012 年 3 月
③	砒素対策政策アドバイザー（専門家派遣）	2008 年 9 月～2010 年 8 月
④	砒素対策技術アドバイザー（専門家派遣）	2010 年 4 月～2011 年 3 月

これらの協力の中で、本調査に直接活用できる次のような成果が得られている。

- ① 「深層帯水層データベース」の構築
- ② 「Situation Analysis of Arsenic Mitigation 2009」の実施
- ③ 持続的砒素汚染対策プロジェクトにおける試掘の実施
- ④ Arsenic Iron Removal Plant (AIRP)の開発

本調査では、①から③の成果を利用して礫層の分布地域の把握を行った。また、本調査対象村落の選定において、各村落の砒素汚染状況を評価するため②の成果を利用した。

本調査では、深部帯水層の地下水から基準値を超える砒素が検知された場合の対応策を提案する必要がある。その際、これらの活動の中で建設された砒素・鉄分除去装置（Arsenic Iron Removal Plant: AIRP）の知見を活用することが出来る。

1.4 他デベロプメントパートナーの援助動向

バングラデシュにおいては、これまで多くのデベロプメントパートナーが水セクターに対する支援を行ってきている。その主要なものを表 1.4.1 に示す。

表 1.4.1 これまでの他デベロプメントパートナーによる支援

プロジェクト名	プロジェクト費用 (百万 BDT)	期間	デベロプメン トパートナー
Bangladesh Water Supply Program Project (BWSPP)	1,557.90	2004年7月～ 2010年12月	WB IDA
Sanitation, Hygiene Education and Water Supply Project (GoB-UNICEF)	6,316.96	2006年1月～ 2010年12月	UNICEF DFID
Secondary Towns Water Supply and Sanitation Sector Project (GoB-ADB)	4,855.97	2006年7月～ 2012年6月	ADB DFID
Water Supply and Sanitation Project in Coastal Areas (GoB- DANIDA)	1,024.75	2006年1月～ 2009年6月	DANIDA
Water Supply Project in South Western Part of Bangladesh	397.75	2009年7月～ 2012年6月	JICA JDCF
Ground Water Management and TPP for Survey and Investigation and Feasibility Study in Upazila and Growth Center Level Paurashava	15.00	2007年7月～ 2013年6月	JICA JDCF
Char Development and Settlement Project (CDSP-III)	88.75	2006年6月～ 2010年12月	Netherlands Government
BRAC's Water, Sanitation, and Hygiene Programme. Attaining the MDG 2015 Target on Water and Sanitation in Bangladesh.	6,439.69	2006年1月～ 2010年12月	Netherlands Government

本調査においては、今後水セクターにおける協力が見込まれる次のデベロプメントパートナーの動向について調査を行った。その結果を表 1.4.2 に示す。

表 1.4.2 各デベロップメントパートナーの動向

デベロップメントパートナー	活動内容
オランダ	BRAC's Water, Sanitation, and Hygiene Programme のフェーズ-2 を実施中。実施期間は 2011 年 10 月から 4 年間の予定。内容は、衛生教育が主体で給水関連は少ない。深井戸を水源とする数カ所の管路給水施設の建設が含まれている。オランダの ODA 予算は減少傾向にあり、ベトナム、バングラデシュ、モザンビーク、エジプト、インドネシア等のデルタが存在する国に対象が絞られる傾向がある。
UNICEF	DFID (Department for International Development) の資金援助のもとに、Rural Sanitation, Hygiene Education and Water Supply Project (SHEWA-B) を実施し、水源建設と NGO を活用した WATSAN (Water and Sanitation) 活動支援を行ってきたが、プロジェクトは 2011 年末で終了した。そのほか、地方給水分野では、Bore Sand Filter (BSF) を利用した砒素汚染除去計画、雨水や池の水を利用した帯水層涵養を 4 本の井戸で実施中。
DANIDA	2006 年より 2011 年までの計画で、Water Supply and Sanitation Sector Program Support phase2 (WSSPS II) を実施し、政策支援、水源建設、能力向上プログラム等を支援してきた。特に政策支援の分野では、Policy Support Unit (PSU) を設置し、SDP 改訂作業に大きく貢献した。また、水源建設分野では、HYSAWA Fund の設立によって地方分権化政策への支援を行ってきた。2012 年からの新たなフェーズでの活動は縮小され、PSU による支援と HYSAWA Fund を実施していく予定である。新たな PSU の運営には、DANIDA のみの資金ではなく、他ドナーとの共同運営を模索している。

2章 プロジェクトを取り巻く状況

2.1 プロジェクトの実施体制

2.1.1 組織・人員

(1) プロジェクト所管機関

バングラデシュ国で給水事業を所管するのは地方行政・農村開発・組合省（Ministry of Local Government, Rural Development and Cooperatives:MoLGRD&C）である。MoLGRD&C は地方自治を担当する地方行政局（Local Government Division: LGD）を有している。LGD の組織図を図 2.1.1 に示す。LGD は、直轄機関として公衆衛生工学局（Department of Public Health Engineering: DPHE）、地方行政技術局（Local Government Engineering Department: LGED）および国立地方行政研修所（National Institute of Local Government: NILG）の他、上下水道公社（Water Supply and Sanitation Authority: WASA）および地方政府行政機関（Local Government Institutions）を有している。

LGD の中で、ダッカ、チッタゴン、クルナ、ラジシャヒの 4 都市の給水に関しては上下水道公社（WASA:Water Supply and Sanitation Authority）が担当し、それ以外の都市部および地方部の給水は公衆衛生工学局（DPHE:Department of Public Health Engineering）が担当している。

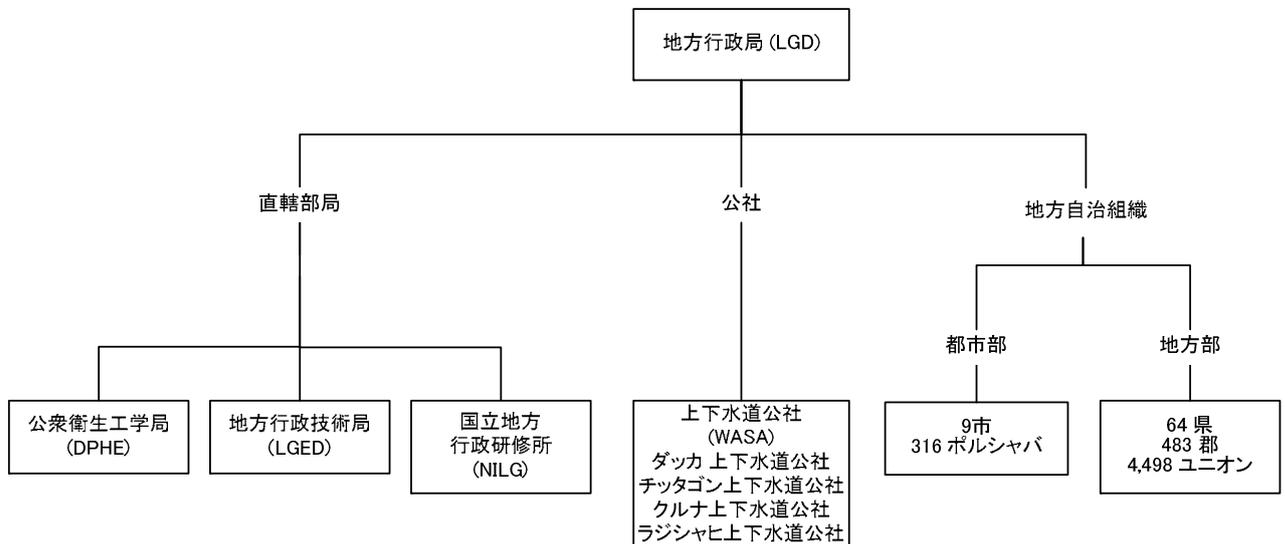


図 2.1.1 地方行政局 (LGD) の組織図

(2) プロジェクト実施機関

本計画が実施された場合、その実施機関となるのは公衆衛生工学局（DPHE）である。

図 2.1.2 に DPHE の組織図を示す。村落給水を担当する公衆衛生工学局は、技師長（Chief

Engineer) の下に3名の副技師長 (Additional Chief Engineer) が配属されている。本計画を担当する地下水部 (Ground Water Circle) は、水資源担当副技師長の管轄下にあり、部長 (Superintending Engineer) を長として、8名の技師 (Engineer) と16名の技術者 (Technician) が配属されている。

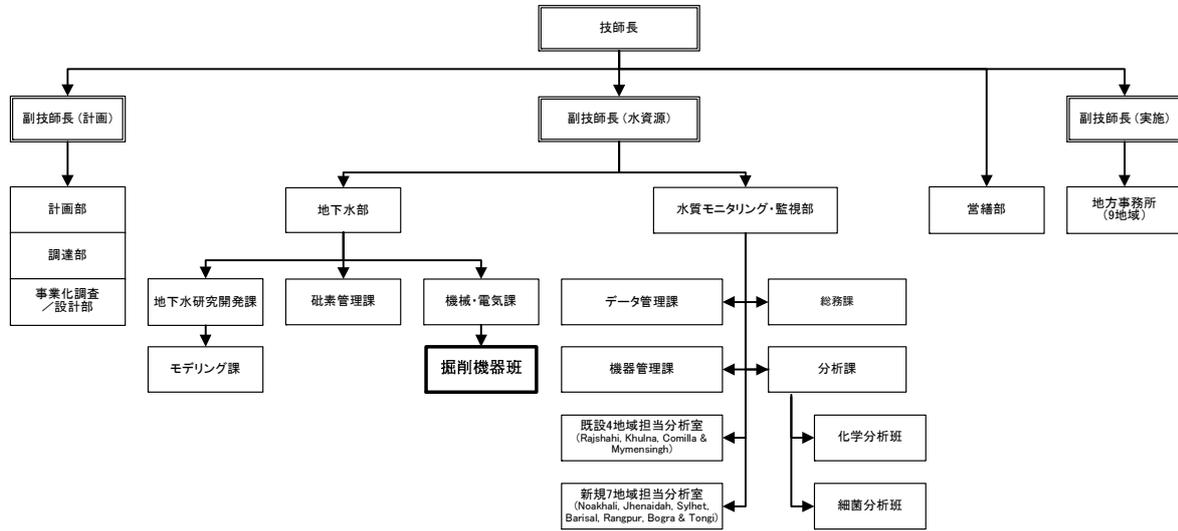


図 2.1.2 公衆衛生工学局 (DPHE) の組織図

1) 現在の井戸掘削体制

DPHE の現在の井戸掘削体制を図 2.1.3 に示す。

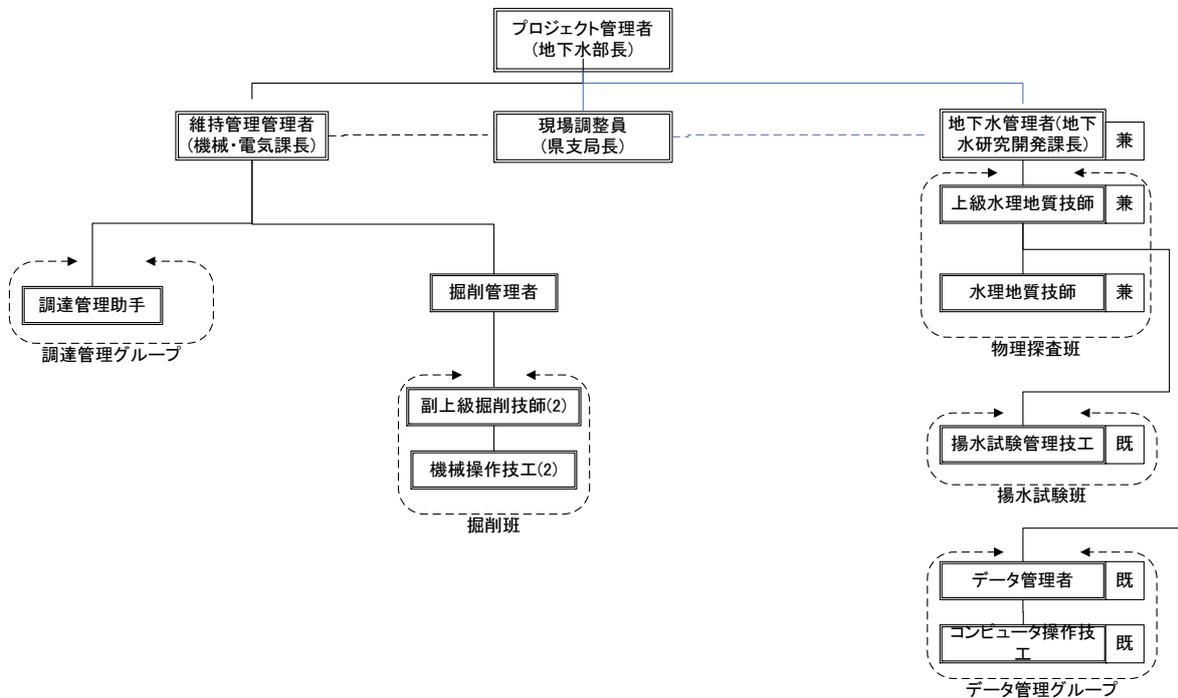


図 2.1.3 DPHE 地下水部の現在の体制

現在の DPHE の既往掘削リグ 2 台を用いた井戸掘削は、入札により井戸掘削工事を受注した掘削業者が希望すれば、DPHE からリグの貸与を受けて施工を行う形態である。リグの貸与

を受ける掘削業者は、自身の責任でリグの使用前・使用後の整備を行う。掘削工事は、地下水部の機械・電気課の管理下にて実施される。掘削リグを管理し、掘削機操作技工を擁する掘削機器班は、この機械・電気課に所属している。

掘削終了後に実施される揚水試験は、地下水研究開発課により、民間掘削業者に委託して行われている。

表 2.1.2 に示すように、DPHE は上記の体制により、過去 5 年間で計 32 本の生産井の掘削（平均 3.2 本/年/リグ）を行なっている。

表 2.1.1 過去 5 年間の DPHE の生産井掘削実績

掘削リグ	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	合計
掘削リグ A	10	5	6	2	7	30
掘削リグ B	1	0	0	0	1	2
合計	11	5	6	2	8	32

単位：本

2) プロジェクト（5年間の深井戸掘削アクションプラン）の実施体制

本計画が実施された場合、調達された機材を用いたアクションプランの実施、および調達機器の運営・維持管理のために図 4.2.2 のような体制が必要であると考えられる。

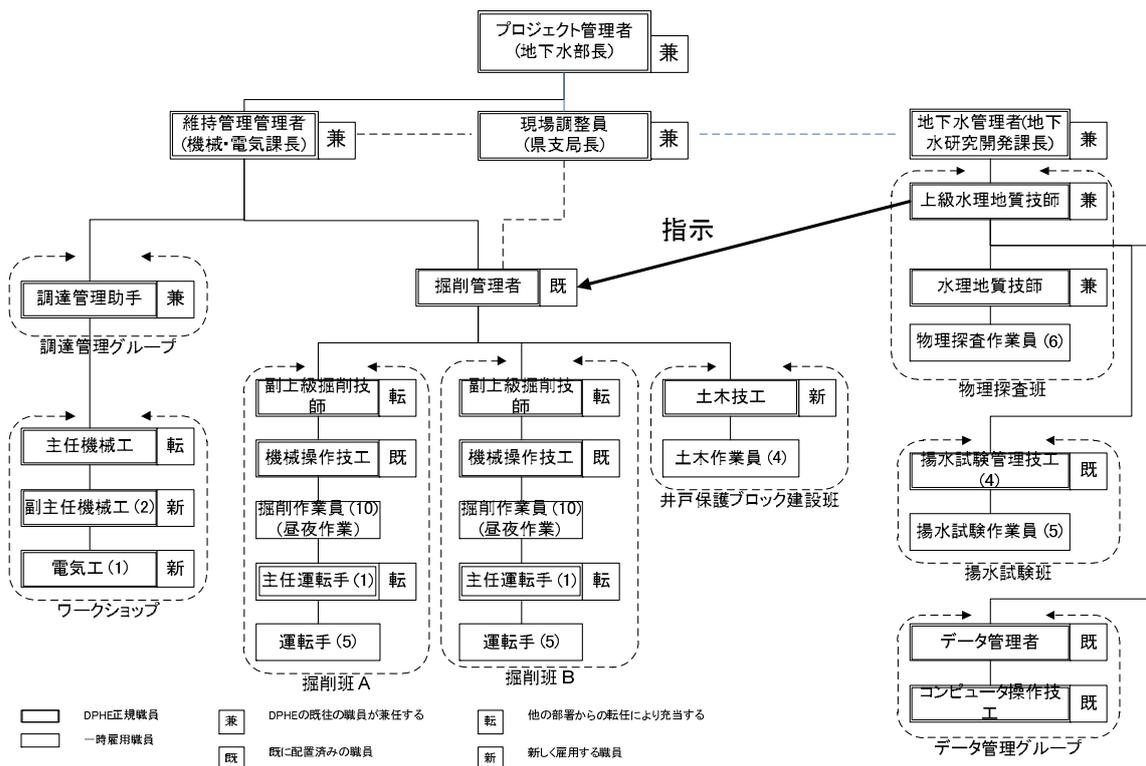


図 2.1.4 DPHE のアクションプラン実施体制 (案)

アクションプラン実施の総責任者（プロジェクト管理者）は地下水部長であり、機械・電気課および地下水研究開発課長が直接の実施組織となる。これら 2 つの課の役割分担をまとめると表 2.1.3 に示すとおりである。

表 2.1.2 アクションプラン実施における2つの課の役割分担

－ 責任者	－ 担当業務
－ 機械・電気課長	－ -掘削工事の施工管理 － -調達業務および機材維持管理
－ 地下水研究開発課長	－ -水理地質的な判断・指導 － -揚水試験管理 － -データ管理・解析

図 2.1.4 中の二重線表示の職位については、そのほとんどに DPHE の既往の職員が当たるため、人員の確保に問題はない。DPHE は、アクションプラン実施体制について、現行の井戸掘削体制も維持する計画のため、一部の職位・役割を民間業者が担うことも考えられる。なお、一重線表示の職位は、工事の必要に応じて一時雇用する職員である。

2.1.2 財政・予算

DPHE の 2006/2007 会計年度以降の予算を表 2.1.3 に示す。

表 2.1.3 DPHE の予算

項目	会計年度					
	2006-2007 (2006/7-2007/6)	2007-2008 (2007/7-2008/6)	2008-2009 (2008/7-2009/6)	2009-2010 (2009/7-2010/6)	2010-2011 (2010/7-2011/6)	2011-2012 (2011/7-2012/6)
開発予算	1,999,556	2,773,800	2,966,600	3,958,000	3,705,700	6,125,479
開発予算 執行実績	1,693,958	2,478,626	2,610,287	3,757,024	3,592,372	6,082,188
非開発予算	758,064	943,890	1,134,953	1,167,895	1,426,729	1,427,235
非開発予算 執行実績	758,064	943,890	1,134,953	1,167,895	1,426,729	1,427,235
予算合計	2,757,620	3,717,690	4,101,553	5,125,895	5,132,429	7,552,714
執行実績 合計	2,452,022	3,422,516	3,745,240	4,924,919	5,019,101	7,509,423
予算 対前年度 伸び率(%)	***	34.8	10.3	25.0	0.1	47.2

注) 会計年度は7月から6月

(単位：千 BDT)

DPHE の開発予算は、各会計年度毎に着実に増加し、2011/2012 会計年度予算は 2006/2007 会計年度予算の約 3.1 倍と順調に増加している。

本プロジェクトの実施にかかるバングラデシュ側が負担すべき経費、第3章の3.5プロジェクトの概略事業費に示すとおり、328.9 百万 BDT (約 340.1 億円) である。この経費について、バングラデシュ側はプロジェクトの実施に合わせて予算化することがミニッツで合意されている。

2.1.3 技術水準

井戸掘削を担当する DPHE には、現在掘削管理者 1 名、機械操作技工 2 名の合計 3 名が所属している。DPHE は、表 2.1.4 に示すように 2 台の掘削リグを保有しているが、実際の井戸掘削

はコントラクターにリグを貸与して行っている。

配属されている技術者はいずれも井戸掘削の経験を有しており、礫層掘削技術の指導を行えば、本計画で調達される掘削リグを用いて深井戸掘削を行う能力を有していると考えられる。

DPHE において物理探査を担当するのは、水理地質技師である。DPHE の水理地質技師は、水理地質学を専攻し、物理探査についても知見を有している。本プロジェクトの中で、ソフトコンポーネントによる技術移転を行うことにより、井戸掘削地点選定のための物理探査を実施する能力を身につけることができると考えられる。

2.1.4 保有機材

DPHE は2台の掘削リグを所有している。表 2.1.4 にその能力を示す。

表 2.1.4 DPHE 所有リグの能力

項目	掘削リグ No.1	掘削リグ No.2
型式・製造年	USA - Buffalo (1960年代)	フランス製 (オランダからの 供与品) (1986年)
掘削工法	ダイレクトロータリー	ダイレクトロータリー/リバー スロータリー (現在、リバー スロータリーは使用できない)
最大深度	335 m	240 m
最大口径	560 mm (22")	560 mm (22")

No.2 リグは、以前はリバーズロータリー工法が可能であったが、リバーズポンプの故障により、現在はダイレクトロータリーのみが使用可能である。

DPHE 掘削班および民間掘削業者からの聞き取り結果によれば、対象地域において掘削の障害となっているのは、「礫層」および「固結した砂層」の存在である。DPHE 所有のリグは、双方共にポンプ能力の不足や堀管の口径が小さいこと等により、それらの問題に対応することができない。

2.2 プロジェクトサイトおよび周辺の状況

2.2.1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

対象地域の国道 (National Highway) と主要地方道路 (Regional Highway) の整備状況は、舗装タイプがセメントコンクリートやアスファルトコンクリートで、道路幅員が 9 m から 12 m と良好であり、雨季においても通行に支障はない。調査対象地域 10 県の中心地はすべて国道で、他の主要都市は主要地方道路で結ばれている。一方、支線道路タイプ B (Feeder Road Type-B) と呼ばれる郡内の比較的大きな村落と郡庁所在地を結ぶ道路や、郡内のユニオンや村落を結ぶ地方道路 (Rural Road) においては、レンガ敷きや未舗装で、道路幅員が 2.4 m から 7.2 m となっており (Local Government Engineering Department: LEGD, 1998)、一部大型車での通行が困難な道路が存在する。また、雨季には低地では道路が冠水し、冠水を免れた地域でも土壌が水を含んでぬかるみ、車両の通行が著しく困難になる。マニクガンジ県クテ

イルハット村では、アクセス道路に架かる鉄製の仮橋の幅員が2mしかなく、井戸掘削リグを含む工事車両の通行が出来ないところもある。ただし、仮橋の掛け替えが順次行われており、将来はアクセスが可能になるものと考えられる。

また、道路脇に生育している樹木が路上まで大きく枝葉を広げている箇所がしばしば見られ、井戸掘削リグのアクセス確保のために伐採が必要となる場合がある。伐採に際しては、樹木の所有者あるいは、ユニオン事務所との協議が必要である。

(2) 水運

Bangladesh は河川や運河が非常に多く、国土の7%を河川と運河が占めている (Bangladesh Inland Water Transport Authority: BIWTA)。国内に8つのフェリーターミナルがあり、ほとんどが Bangladesh を南北に流れる ジョムナ川沿いに集中している。ダッカ市、対象村落間を車両で移動する際や、本計画に係る機材の移動の際にはダッカ州 マニクガンジ県と同州 ラジバリ県にかかる アリチャフェリーで ジョムナ川を横断するか、または遠回りになるが、ダッカ州 タンガエル県と ラジシャヒ州 シャラジガンジ県にかかる全長 4.8 km の ジョムナ橋を通行する必要がある。

(3) 鉄道

国が運営する Bangladesh 鉄道が、 Bangladesh 全土で 2,855 km に亘る鉄道システムを有しており、全国 44 の県を繋いでいる (Bangladesh Railway)。調査対象 10 県においては、ファリドプル、ラジバリ、チュアダンガ、ジョソール、クスティアの 5 県が広軌で繋がれている。

(4) 港湾

Bangladesh には チッタゴン港と モングラ港の 2 箇所に港湾があり、前者が Bangladesh 貿易総額の約 90% を取り扱っている。我が国または第三国から本計画に係る機材を輸入する場合は チッタゴン港で積み下ろしされ、陸路でダッカへ輸送されることになる。チッタゴンとダッカ間の距離は、約 240 km である。

(5) 空港

Bangladesh 国内に国際航空 2 つを含む 14 の空港がある。本調査対象村落がある 3 州には 4 つの空港があるが、定期便が就航しているのはダッカ州ダッカ市に位置する シャージャラル国際空港および、クルナ州ジョソール県に位置する ジョソール空港のみである。他の 2 つの空港は不定期便のみの運行となっている。

(6) 電気

Bangladesh の電力供給事情は不安定である。首都のダッカにおいても頻繁に停電が発生する。対象村落においては村落によって電気供給状況が異なり、ファリドプル県ダヤランブル村のように村落のほぼ全世帯に電気線が引かれている村落もあれば、ジョソール県のベル

ゴビンダプル村のように全く電気が引かれていない村落もある。また、同県のバルイハティ村では、貧困のため電気線の引かれている隣家より豆電球を灯す分の電気のみを分けてもらい使用している世帯も存在する。

2.2.2 自然条件

(1) 気象 / 水文

1) 気象

Bangladesh の気候の概要は、乾季（11～4月）と雨季（5～10月）で大きく異なる。気象観測データは、 Bangladesh 気象局（Bangladesh Meteorological Department : BMD）によって、34か所の観測所で測定されている。 Bangladesh の年平均降水量と月平均気温の分布を、図 2.2.1～2.2.3 に示す。また、調査地域における月平均降水量と月平均気温を、図 2.2.4 に示す。

Bangladesh の年降水量は地域によって大きく異なり、西部地域で少なく、東部地域で多い傾向が認められる（図 2.2.1）。調査地域のほとんどは年降水量の少ない西部地域に含まれており、年降水量は 2,000 mm 以下である。

Bangladesh の月平均降水量の最大値は 1,029.7 mm であり、コックスバザール県のテクナフ郡における 7月の値である。逆に最小値は 1.6 mm であり、バゲルハット県のモンガラ郡における 12月の値である。調査地域内においては、観測地点による月平均降水量の大きな差は認められない（図 2.2.4）。

最高および最低気温の分布は、乾季と雨季で異なる地域特性が観測される。4月の平均最高気温の分布は西部で高く東部で低いという傾向を示すが（図 2.2.2）、1月の平均最低気温の分布は南部で高く北西部で低いという傾向を示す（図 2.2.3）。調査地域は、夏はより高温になり、冬はより低温になるという、気温差の大きい地域に位置している。

月平均最高気温の最高値は 36.3℃であり、チュアダンガ県のチュアダンガ郡における 4月の値である。それに対して、月平均最低気温の最低値は 9.5℃であり、モウルビバザール県のスリモンゴル郡における 1月の値である。調査地域内においては、観測地点による月間平均気温の大きな差は認められない（図 2.2.4）。

2) 水文

Bangladesh の河川水系は図 2.2.5 に示すとおりであるが、国内には無数の河川が流れており、ほとんどの河川の源流はインド国内にある。これらのうち規模の大きな河川は、ガンジス（パドマ）川、ブラマプトラ（ジヨムナ）川、メグナ川である。

Bangladesh 北西部地域のほとんどの中小河川はブラマプトラ川に流入し、北東部地域のすべての中小河川はメグナ川に流入している。これらの 2大河川も、下流でガンジス川に合流している。一方、 Bangladesh 南部地域のすべての中小河川は、大河川と合流す

ることなく、直接ベンガル湾に流入している。

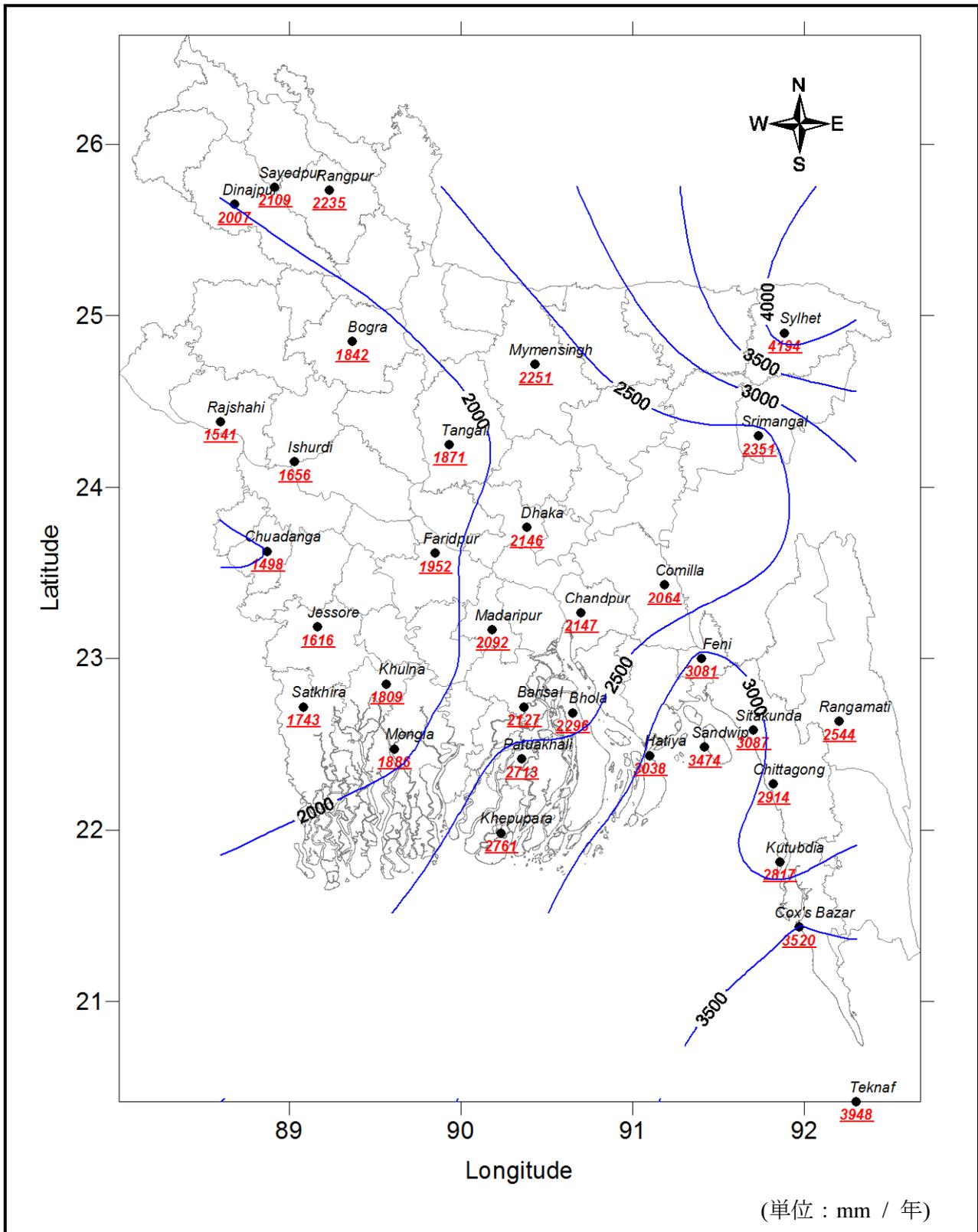


図 2.2.1 年平均降水量

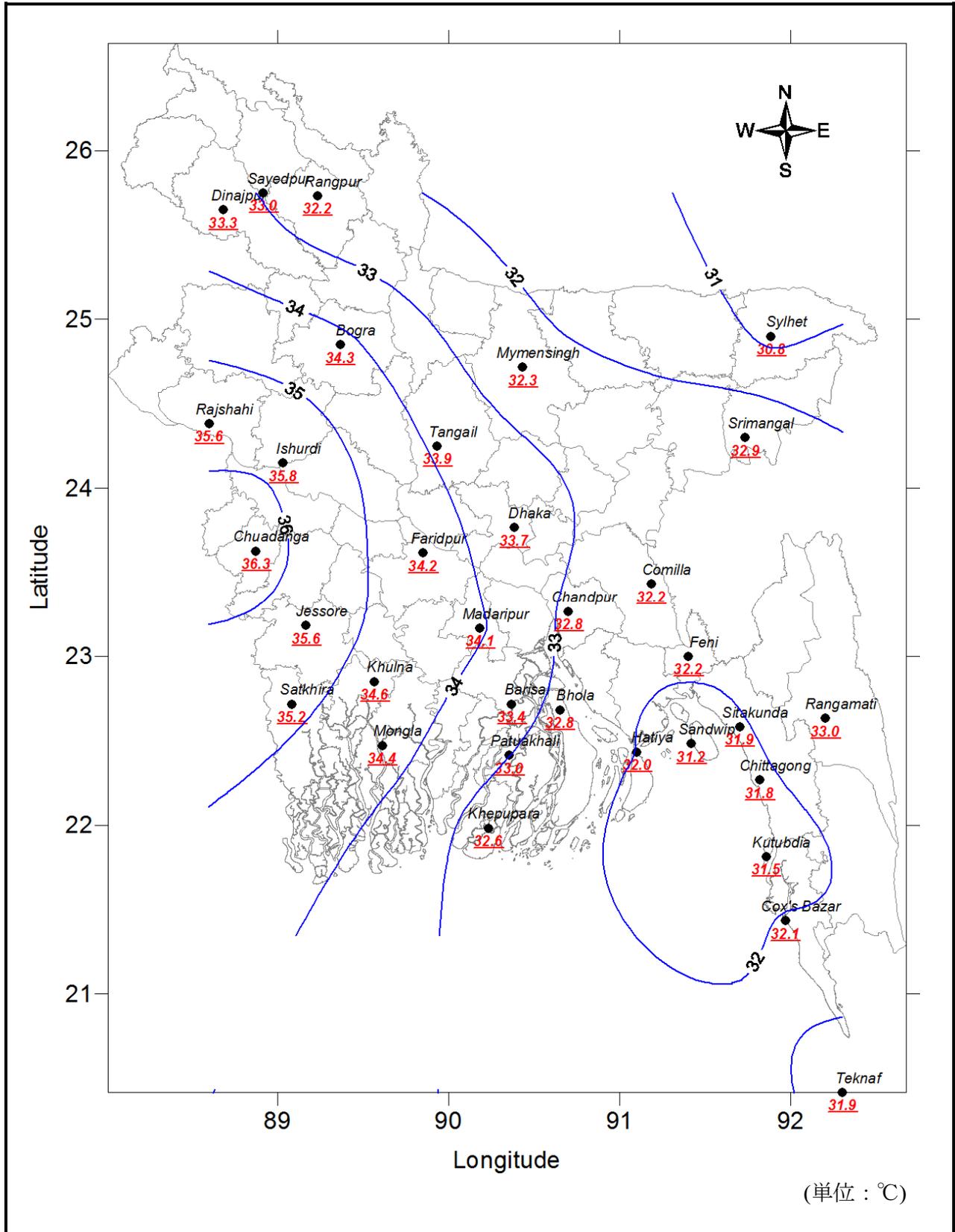


図 2.2.2 4月の月平均最高気温

都市部及び地方部における地下水調査および深層帯水層開発計画準備調査

JICA

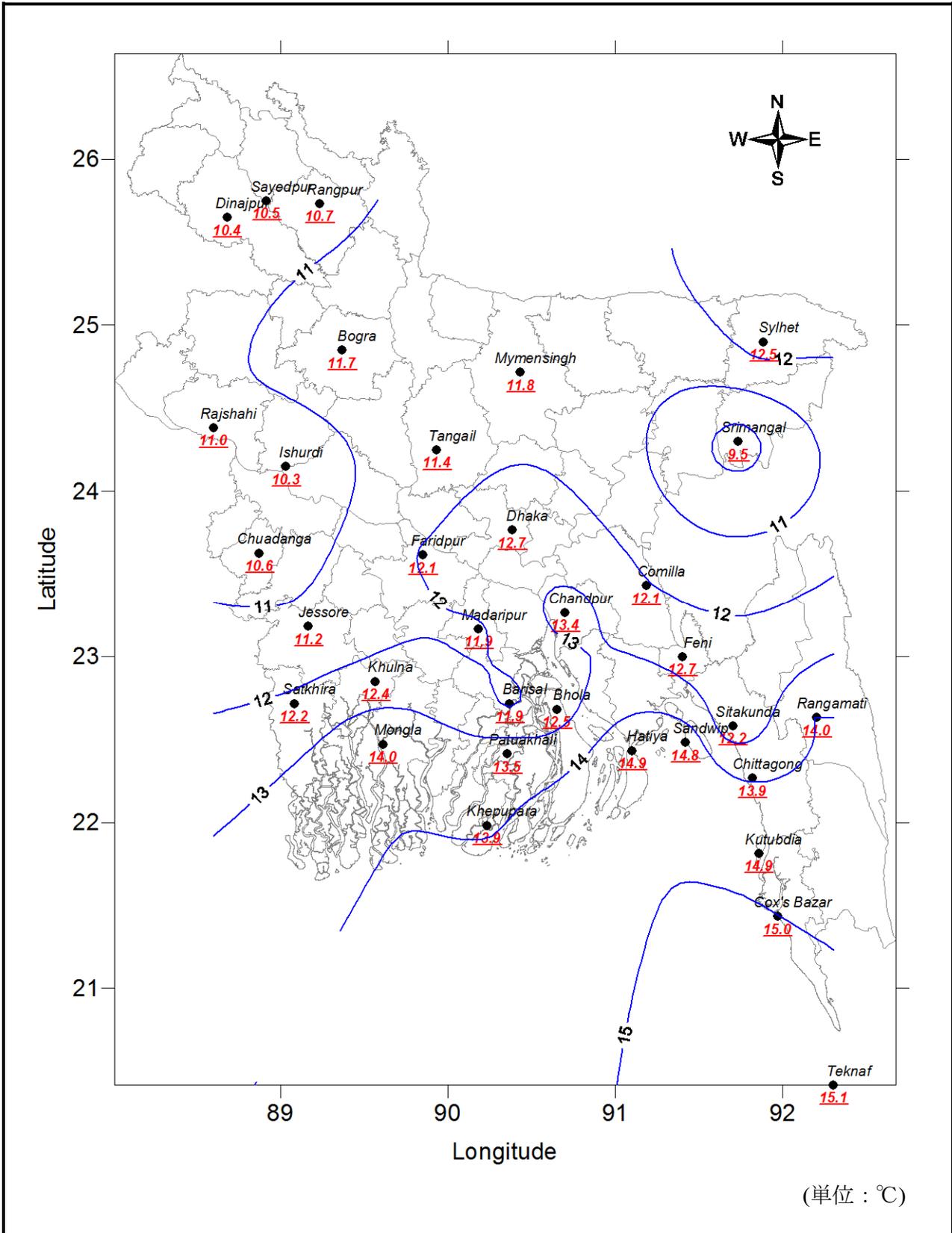


図 2.2.3 1月の月平均最低気温

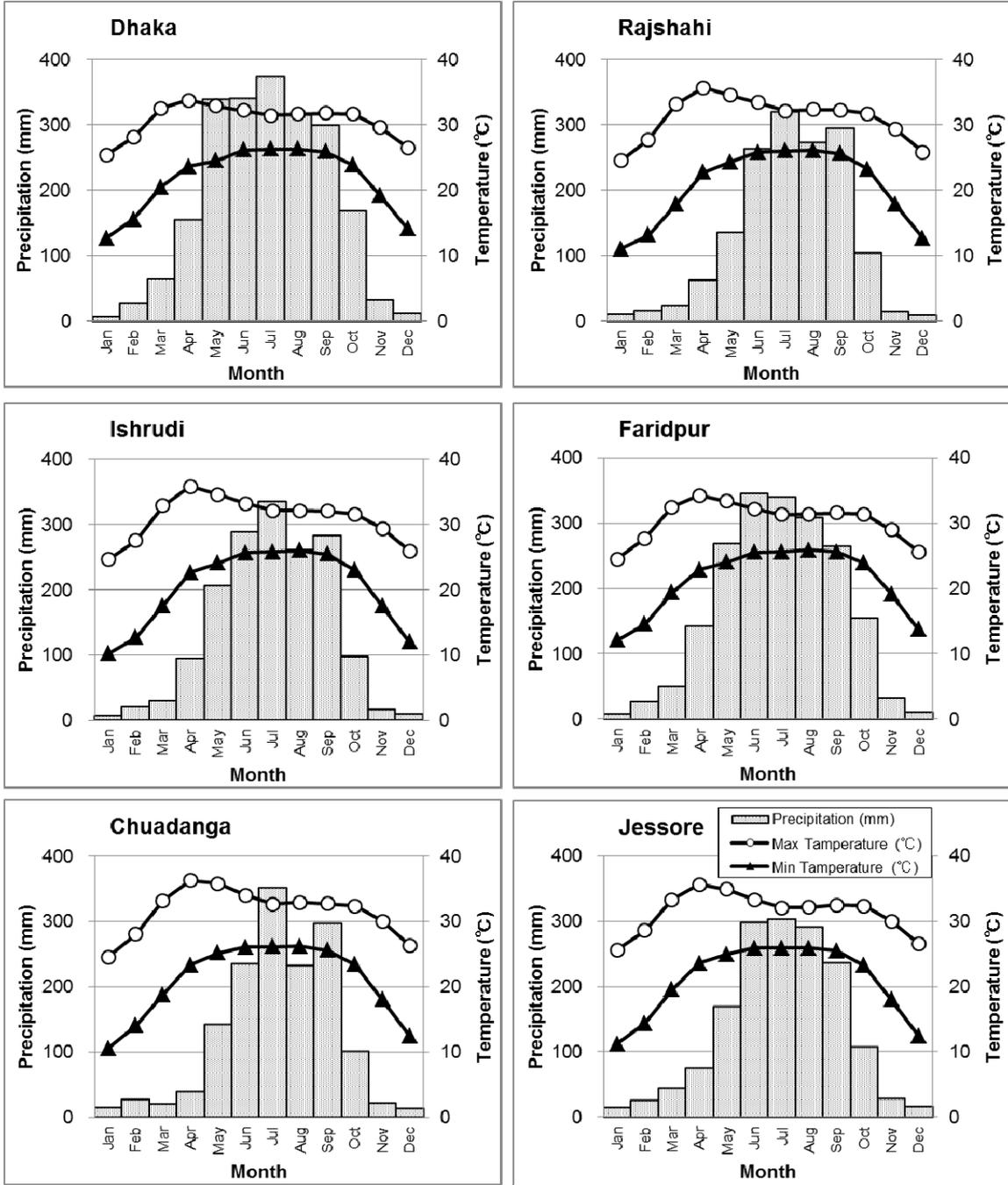


図 2.2.4 調査地域における月平均降水量と月平均気温（最高・最低）

都市部及び地方部における地下水調査および深層帯水層開発計画準備調査

JICA

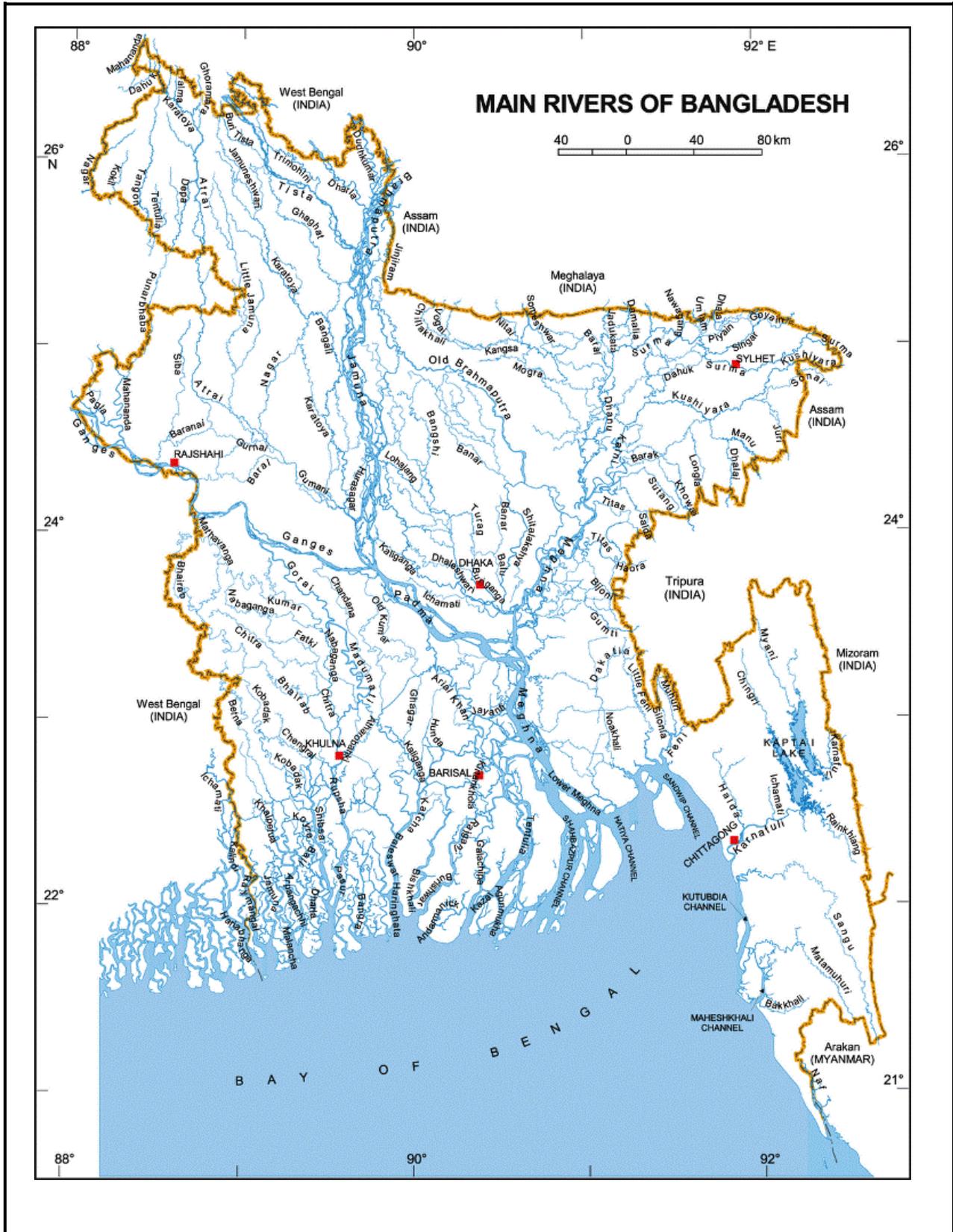


図 2.2.5 バングラデシュの河川水系

都市部及び地方部における地下水調査および深層帯水層開発計画準備調査

JICA

(2) 地形 / 地質

1) 地形

バングラデシュの地形は主としてデルタ平野と洪水平野によって特徴づけられる。地形区分を図 2.2.6 に示す。北西部から中部地域にかけての洪水平野の中には、ふたつの特徴的な台地地形（マドハプール台地、バリンド台地）が認められる。また、シレット州の国境付近や南東部のチッタゴン丘陵地域には、丘陵地形が分布している。

バングラデシュのほとんどの地域は低地部に位置しており、標高は 20 m 以下である。バングラデシュで最も標高の高い場所は、チッタゴン丘陵地帯のミャンマーとの国境にあり、標高は約 1,000 メートルである。

2) 地質

バングラデシュの表層地質は、主としてドゥピティラ層、マドハプール粘土層、新規沖積堆積物によって構成されている（表 2.2.1）。これらの表層地質の分布特性は、地形と密接に関連している。ドゥピティラ層は鮮新世から更新世にかけて堆積し、丘陵地域に露出している。マドハプール粘土層は更新世に堆積し、台地を形成している。新規沖積堆積物は完新世に堆積し、デルタ堆積物と洪水堆積物に区分される。より古い時代の地層は地表には露出せず、上記 3 層の下位に分布している。

表 2.2.1 バングラデシュの標準地質層序 (K.M. Ahmed ほか 2004)

地質年代	地質	地層の特徴
完新世	沖積堆積物	灰色粘土、シルト、細粒砂 (ピートや礫を含むこともある)
更新世	マドハプール粘土層	粘土、シルト (斑点状に赤褐色)
鮮新-更新世	ドゥピティラ層	黄褐色細粒~中粒砂

(3) 水文地質

1) 調査地域の帯水層

詳細な地下地質調査の事例が少ないために、バングラデシュの帯水層特性は十分には解明されていない。地質試料の採取を含む詳細な地下地質調査は、地下水砒素汚染地域において、BGS/DPHE (2001) と JICA (2002) によって実施されたものだけである。これらの調査結果によると、調査地域の帯水層は大きく 3 層準に区分される（表 2.2.2）。本調査においては、これらの地下地質調査（BGS/DPHE 2001、JICA 2002）による区分に基づいて、上位の 2 帯水層を「浅部帯水層」、最下位の帯水層を「深部帯水層」と区分し、帯水層解析を行う。

バングラデシュでは、「深部帯水層」と「深井戸」の定義に、かなりの混乱が見られる。DPHE による「深井戸」の認識は掘削方法によるものであって、掘削地点の地質・帯水層条件を考慮したものではない。深井戸は本来、難透水性粘性土層の下位に分布する「深部帯水層」中に設置されるべきものである。しかし、いくつかの「深井戸」は、100~150 m

程度の浅部帯水層の深度に設置されている。また、農業用の場合、深井戸は浅井戸より深いものの、深度は100 m程度でしかなく、農業用地下水は浅部帯水層から取水されている。

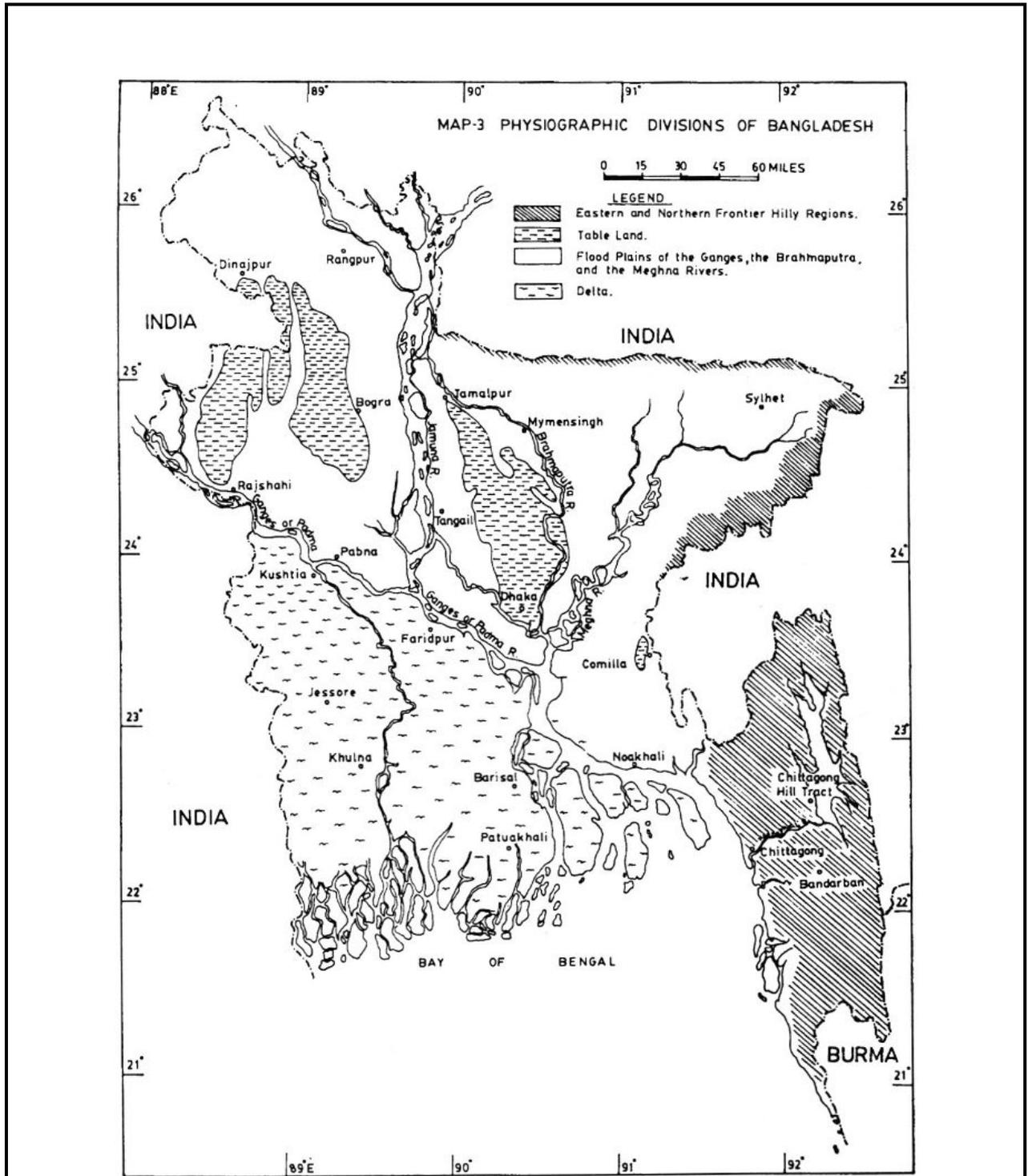
ほとんどの飲料水用と農業用の浅井戸は、浅部帯水層のうち、最も砒素汚染の著しいA層（第1帯水層）に設置されている。いくつかの飲料水用浅井戸と農業用深井戸は、A層の下位のB層（第1帯水層）に設置されており、このB層はA層に比べて透水性がよく、砒素汚染の程度も低い。浅部帯水層のうち、C層（第2帯水層）は礫を含む粗粒堆積物を主体とすることから、より透水性は良好であるが、特定の地域（ジョソール県チョウガッチャ郡など）で砒素が検出される。さらに、C層の層厚は、60 m から 140 m まで、地域によって大きく異なる特徴が認められる。深部帯水層（第3帯水層）を構成するD層とE層には一部地域を除いて一般的に砒素は検出されず、砒素汚染地域における代替水源の対象となる帯水層である。

なお、D層は粘土層、シルト層、砂層、礫層などの様々な地層から構成されており、このうちの粘性土層（粘土層、シルト層）は難透水層として機能し、D層の上位に位置する浅部帯水層と下位に位置する深部帯水層とを水理地質的に区分していると考えられる。ただし、既往調査によれば、この粘性土層（難透水層）が欠如している地域があることが認められている。それらの地域では浅部帯水層と深部帯水層との間に地下水の流動を妨げる明瞭な難透水層が存在しないため、深部帯水層の利用に当たっては砒素に汚染された浅部帯水層からの地下水流入に特に注意を要するものと考えられる。

これまで深部帯水層の利用を阻害してきた礫層（主としてC層）の対象地域における分布に関して、本調査で実施した電気探査と既存資料の検討から、地域的な差異はあるものの最大で約250m程度の深度まで存在している可能性があることが明らかとなった。また、この礫層の下位に分布する深部帯水層と考えられる地層についても電気探査によって捉えられている地点があり、その下面の深度は約350m程度あるいはそれ以深まで及んでいる可能性がある。本調査で実施した電気探査の結果については次項で述べる。

表 2.2.2 地下地質と帯水層区分

地質年代	JICA (2002)			BGS/DPHE (2001)	本調査
	地下地質	地層の特徴	帯水層区分	帯水層区分	帯水層区分
完新世	A層	粘土、シルト、極細粒砂、細粒砂	第1帯水層	上部浅層帯水層	浅部帯水層
	B層	細粒砂、中粒砂		下部浅層帯水層	
後期更新世	C層	砂、礫	第2帯水層	下部浅層帯水層	難透水層 (粘土、シルト) ／深部帯水層 (砂、礫) 深部帯水層
鮮新-更新世	D層	粘土、シルト、砂、礫	第3帯水層	深層帯水層	
	E層	シルト、砂			



出典 : F.H. Khan (1991) Geology of Bangladesh

図 2.2.6 バングラデシュの地形

都市部及び地方部における地下水調査および深層帯水層開発計画準備調査

JICA

2) 電気探査による水理地質構造の検討

(i) 探査の概要

30村落を対象として計61地点で垂直電気探査を実施した。探査地点リストを表2.2.4に、探査地点位置を図2.2.8に示す。

垂直電気探査は、地盤内の電気比抵抗値の垂直的分布に着目して、電極間隔を変化させて垂直方向の地盤構造を明らかにする探査で、地下水調査に広く利用されている。電気探査には様々な手法・電極配置があるが、本調査では、深部探査に適したシュランベルジャー法を採用した。

(ii) 探査の原理および測定方法

シュランベルジャー法は、図2.2.7に示すように、大地に4本の電極（C1, P1, P2, C2）を設置し、外側の電極（C1, C2）に電流（I）を流し、内側の電極（P1, P2）で電位（V）を測定し、内側の電極中央（0）の深度 L/2 の比抵抗値を（1）式によって求める方法である。

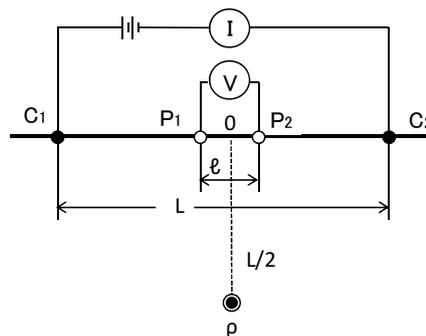


図 2.2.7 電気探査(シュランベルジャー4極法)の電極配置

$$\rho = (L^2 - l^2) \pi / 4l \cdot V / I \quad (1)$$

電流電極（C1, C2）の間隔（L）が小さければ見掛け比抵抗値は浅い部分の構造を反映し、電極間隔が大きくなれば深部に達する電流の割合が増加し、深部の影響が見掛け比抵抗値に現れてくる。したがって電極間隔を順次広げ大地の見掛け比抵抗値を測定し解析することによって垂直方向の地下構造を知ることができる。

(iii) 探査仕様および数量

探査仕様および数量は下記の通りである。

探査仕様：測線長 1000m、測定深度 500m

探査対象：30 村落

探査数量：計 61 地点

使用機器：OYO McOHM Profiler 4 およびパワーブースター

解析ソフトウェア：Interpex IX1D ver.3

(iv) 探査結果

地盤の比抵抗値は組成鉱物やその固結度、孔隙率によって異なるほか、その孔隙に含まれる水の量と水質（水の比抵抗値）にも大きく左右される。一般に孔隙率の大きい地層ほどその比抵抗値は小さく、孔隙率が小さいほど比抵抗値は大きくなる傾向がある。

調査地域の深度 500 m 程度までの地層は、主に礫層（砂礫層）、砂質土層、シルト層、粘土層等からなっている。礫層（砂礫層）が最も大きな比抵抗値を示し、続いて砂質土層、シルト層、粘土層の順に、その比抵抗値は小さくなる。

今回、調査地域において観測された比抵抗値は、9～380(ohm-m)の範囲にわたっているが、120(ohm-m)以上の比抵抗値は地下水面より上の乾燥した表層と考えられ、地下水面下においては、118(ohm-m)が最も高い値である。

比抵抗値のみによって地質を区分するのは難しいが、既存資料も合わせて検討すると、地下水面下ではおおよそ 15(ohm-m)以下が粘土層、15～20(ohm-m)がシルト層、20～40(ohm-m)が砂質土層、40(ohm-m)以上が礫を含む砂層、砂礫層あるいは礫層と考えられる。表 2.2.3 に地下水面下における地質と比抵抗値の関係を示す。

表 2.2.3 地質と比抵抗値の関係（地下水面下）

難透水路			
比抵抗値 (Ω -m)	10以下	10～15	15～20
地質	粘土層		シルト層
	粘土	シルト質 粘土	シルト
解析結果 図記号	C	lyC	I

透水路					
比抵抗値 (Ω -m)	20～25	25～35	35～40	40～70	70以上
地質	砂層			砂礫層	
	細粒砂	中粒砂	粗砂	礫混り砂	砂礫
解析結果 図記号	fS	mS	cS	SwG	SG

探査によって得られた測定データをもとに、既存資料の水理地質データも併せて検討し、調査地域の水理地質構造について解析した。主としてC層に相当する礫層（礫を含む層）とその下位の粘土層との境界については、多くの探査地点において比較的明瞭に区分することが出来る。以下に探査結果によって判別可能な地層区分について記す。なお、各

探査地点の詳細な探査結果については添付資料-5 に示す。

i) 表層（粘土層）～礫層（礫を含む層）の上面まで

対象地域の地表は粘土層で覆われていることが多いが、乾燥しているか（林、果樹園、畑地）、湿潤であるか（水田）によって、その比抵抗値は大きく異なっている。また、地域によって粘土層の厚さには違いが認められる。

既存資料より深度 100 m 前後から下位に分布していると考えられる礫層の上面を、探査結果から明瞭に読み取れる地点は少ない。これは、深度が増すに連れて、砂層から礫層へと漸移的に変化しており、比抵抗値に明瞭な差異が認められないことが原因ではないかと考えられる。

ii) 礫層（礫を含む層）

礫層（礫を含む層）中の礫の粒径やその含有量は地域によって異なっていることが考えられ、比抵抗値もそれらの差異により左右される。本調査地域においては、約 40～120 (ohm-m)の比抵抗値が礫を含む層（礫を含む層）に相当しているものと考えられる。

探査結果からは、礫層（礫を含む層）下面は、調査地域東部のフォリドプル、マニクガンジおよびラジバリ 県ではおよそ深度 120～170 m と考えられる。一方、南部のジョソール およびチュアダンガ 県では深度 250 m に達する地区もある。調査地域内の礫層下面について、南北方向で見ると南側、東西方向では西側が深い傾向を示している。

一方、ナワブガンジ県においては、他県では礫層（礫を含む層）に相当すると考えられる 40～120(ohm-m)という比較的高い比抵抗値を示す地層が、深度 50m 程度で認められる地点がある。バングラデシュの井戸掘削関係者からの聞き取りによれば、ナワブガンジ県では比較的浅い深度に礫層や固結度の高い砂層が分布しているとの情報がある。この比較的高い比抵抗値は礫層だけでなく固結度の高い砂層を示している可能性も考えられる。

探査結果および既存資料を基に、下面標高の等高線図を作成した（図 2.2.9）。これによると礫層（礫を含む層）の下面標高値は、対象地域の東部で 150 m 前後、西部で 200 m 前後となる。このように、対象地域における礫層（礫を含む層）の分布は、東部で浅く、西部で深い傾向を示している。

iii) 礫層（礫を含む層）より下位の地層

礫層（礫を含む層）とその下位の地層（粘土層、シルト層、砂層）との境界を、比抵抗曲線から判別することが出来る。礫層より下位の地層のうち、砂質土層が「深部帯水層」に相当するものと考えられる。なお、砂質土層の下面についても、探査で検出可能な地点があり、深度 350m 程度まで及ぶ地点もある。また、砂質土層がさらに深くまで分布している場合、探査では検出が難しい可能性も考えられる。

表 2.2.4 電気探査地点一覧表

州	県	郡	ユニオン	No.	探査地点	経度(E)	緯度(N)			
ダッカ	ファリドプル	ファリドプルシールドール	アリアハット	1-1	ビルマドプルNo.1	89.859750	23.580750			
				1-2	ビルマドプルNo.2	89.858583	23.569683			
			カイジョリ	2-1	ブルホカンガバルディNo.1	89.796517	23.564367			
				2-2	ブルホカンガバルディNo.2(トウランヤチア)	89.812083	23.548617			
			クリシュナガル	3-1	ハドゥクティアNo.1	89.718933	23.569283			
				3-2	ハドゥクティアNo.2	89.714283	23.574550			
			マジチャー	4-1	ダヤランプルNo.1	89.788367	23.626050			
				4-2	ダヤランプルNo.2	89.787033	23.619650			
			マヌカガンジ	ハリランプル	カンチャンプル	5-1	クティルハットNo.1(マルチ)	89.864133	23.754750	
						5-2	クティルハットNo.2(クリアルチャー)	89.870883	23.753633	
	ランハリ	ランハリシールドール	ダトシ	6-1	パクリカンダNo.1	89.669500	23.739800			
				6-2	パクリカンダNo.2(ボクラルプル)	89.677833	23.750483			
	クルナ	チュアダンガ	アラムダンガ	ハラディ	7-1	アンブナガールNo.1	88.855767	23.761517		
					7-2	アンブナガールNo.2	88.855000	23.753450		
ジェハラ				8-1	ベトハリアNo.1	88.889550	23.691500			
				8-2	ベトハリアNo.2	88.891633	23.691900			
ダムルダ			ホウリ	9-1	ホロドウトゥハティラNo.1	88.805283	23.544667			
				9-2	ホロドウトゥハティラNo.2	88.809950	23.552600			
			ナチホタ	10-1	ホアルマリNo.1	88.669783	23.633533			
				10-2	ホアルマリNo.2	88.662933	23.640000			
			ジョソール	チョウガッチャ	チョウガッチャ	11-1	ベルゴビンダプルNo.1	89.010167	23.229700	
						11-2	ベルゴビンダプルNo.2	89.002783	23.229367	
ジャガテシュプル		12-1			マルアNo.1	89.071750	23.267933			
		12-2			マルアNo.2	89.080917	23.271467			
ハティヒラ		13-1		ブラフダNo.1	89.042733	23.276300				
		13-2		ブラフダNo.2	89.054383	23.282033				
ブルサラ		14-1		ハルイハティNo.1	89.071833	23.261700				
		14-2		ハルイハティNo.2	89.076033	23.260800				
ジェナイダ		ジェナイダシールドール	ハドママル	15-1	アチンナガールNo.1	89.288183	23.543117			
				15-2	アチンナガールNo.2	89.277633	23.546600			
		マベシュプル	16-1	クリシュナ チャンドラープルNo.1	88.911967	23.386833				
			16-2	クリシュナ チャンドラープルNo.2	88.901333	23.387250				
クステイア		ベラムラ	ダラムプル	17-1	ノース パバナプルNo.1	88.946833	24.030017			
				17-2	ノース パバナプルNo.2(サウスパバナプル)	88.952733	24.016550			
			ジュニダー	18-1	ジャクシャーノ.1	88.954450	24.053583			
				18-2	ジャクシャーノ.2	88.939483	24.055917			
			モカリンプル	19-1	ナウダ ケメディアルNo.1	88.984500	24.058717			
				19-2	ナウダ ケメディアルNo.2(ファキラハト)	88.976967	24.063800			
		ダウラトプル	20-1	パクリアNo.1	88.751467	24.053567				
			20-2	パクリアNo.2	88.749417	24.047550				
		メヘルプル	メヘルプルシールドール	アムフィ	21-1	アランプルNo.1	88.685950	23.801633		
					21-2	アランプルNo.2	88.690783	23.793533		
クツプル				22-1	スヒトプルNo.1	88.661033	23.811533			
				22-2	スヒトプルNo.2	88.650817	23.818067			
ランシヤヒ				ナワバガンジ	ナワバガンジシールドール	チャーアヌブナガール	23-1	アヌブナガールNo.1	88.301550	24.510017
							23-2	アヌブナガールNo.2	88.291300	24.521083
		マハラシプル	24-1			モハラシプルNo.1	88.228267	24.598367		
			24-2			モハラシプルNo.2	88.221200	24.616350		
		ラニハチ	25-1			ゴラハキアNo.1	88.189317	24.618783		
			25-2			ゴラハキアNo.2	88.182617	24.616883		
		シバガンジ	チャトラシトプル		26-1	サトランプルNo.1	88.188683	24.646650		
					26-2	サトランプルNo.2	88.194033	24.648067		
		ハブナ	ベラ		マスムディア	27-1	カナエハリNo.1	89.639817	23.888783	
						27-2	カナエハリNo.2	89.638700	23.893367	
	ナツンハレンガ			28-1	モリチャハラNo.1	89.655717	23.997867			
				28-2	モリチャハラNo.2	89.652667	24.001083			
	ホルシヤハ			29-1	シャニラNo.1	89.610933	24.062267			
				29-2	シャニラNo.2(シヨルダオ)	89.613533	24.062900			
29-3				シャニラNo.3(ハンガハリア)	89.617233	24.062283				
ルツプル	30-1			ホロナガオンNo.1	89.653217	23.889367				
	30-2	ホロナガオンNo.2(チヨルハラ)	89.638100	23.901100						

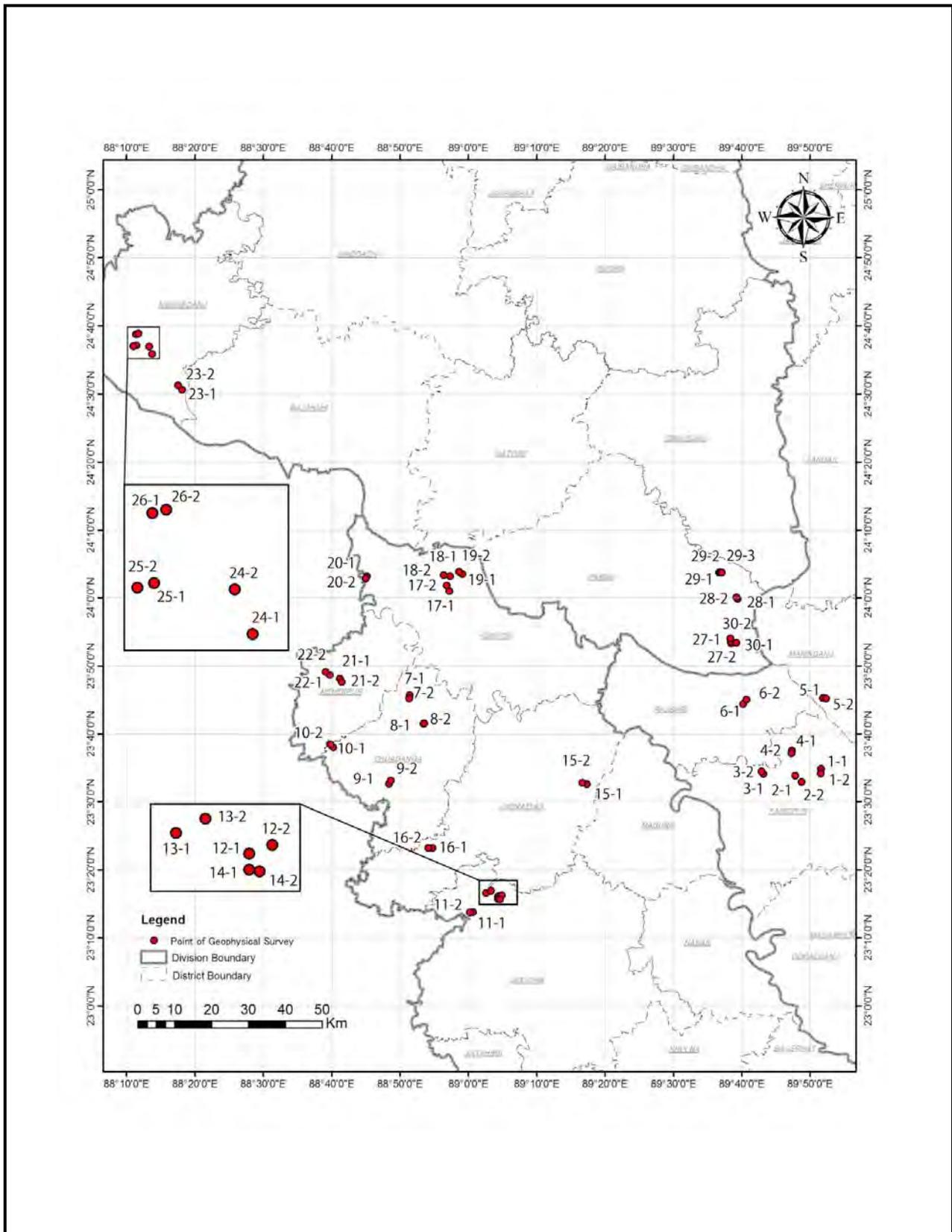


図 2.2.8 電気探査地点位置

都市部及び地方部における地下水調査および深層帯水層開発計画準備調査

JICA

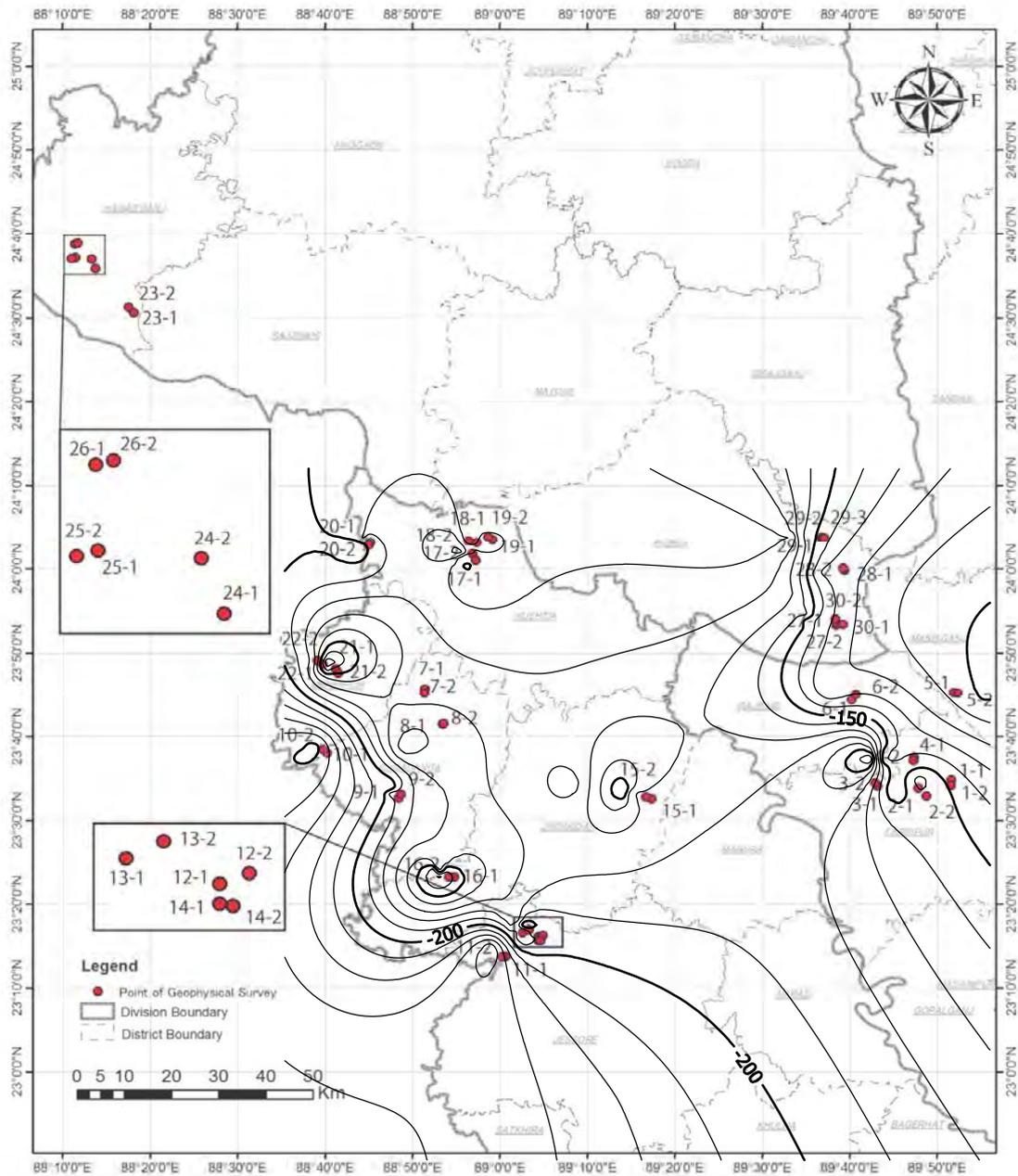


図 2.2.9 礫層（砂礫層）の下面標高等高線図

(4) 水質

バングラデシュ飲料水基準 (0.05 mg/L) を超える地下水中の砒素汚染は、図 2.2.10 に示されるように、バングラデシュのほぼ全域で広く確認される。特に高濃度の砒素汚染地域は、バングラデシュの南部と北東部に確認される。浅部帯水層中の砒素濃度は、深部帯水層に比べて明らかに高い。また、深部帯水層中の高濃度の砒素汚染は、限定された地域でしか確認されない。調査地域は、浅部帯水層中の高濃度砒素汚染地域の一部である。

本調査では、対象 30 村落において各 2 箇所の管井戸 (Tube well) から試料を採取し、砒素を含む 25 項目に関して水質分析を実施した。さらに、その分析精度を確保するため、6 村落で採取した試料については、他の分析機関においても分析を実施し、クロスチェックを行っ

た。

1) 水質分析 (Part -1)

(i) 目的

本調査対象村落における既存水源の水質の把握

(ii) 調査対象村落

対象地域内の 30 村落

(iii) 業務仕様

i) 試料採取

各村落において 2 箇所の管井戸 (Tube well) から試料を採取する。

なお、採取した試料の内、6 箇所の試料について、水質分析のクロスチェックのため調査団が指定した第三者分析機関に試料を提供する。

ii) 水質分析

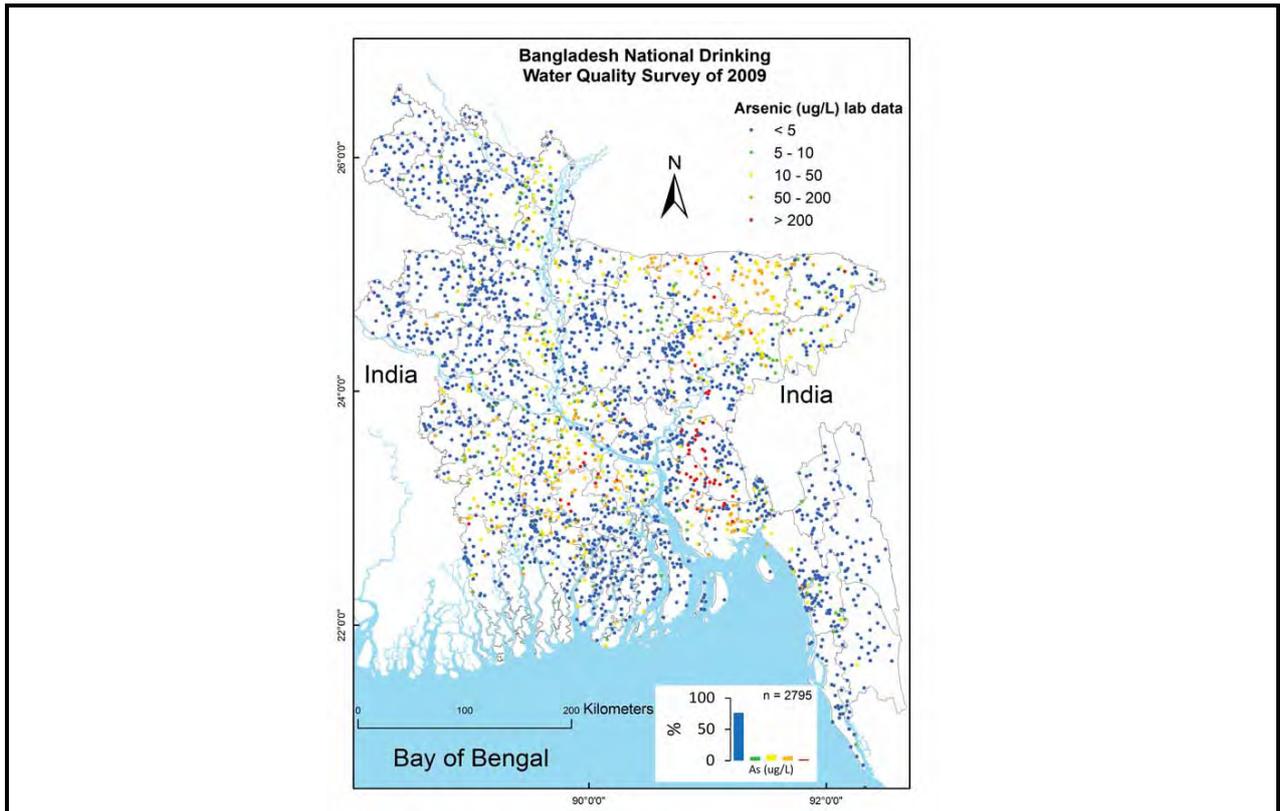
採取した試料について、表 2.2.5 に示す 25 項目の水質分析を行い、分析結果を取りまとめて報告する。

表 2.2.5 水質分析項目

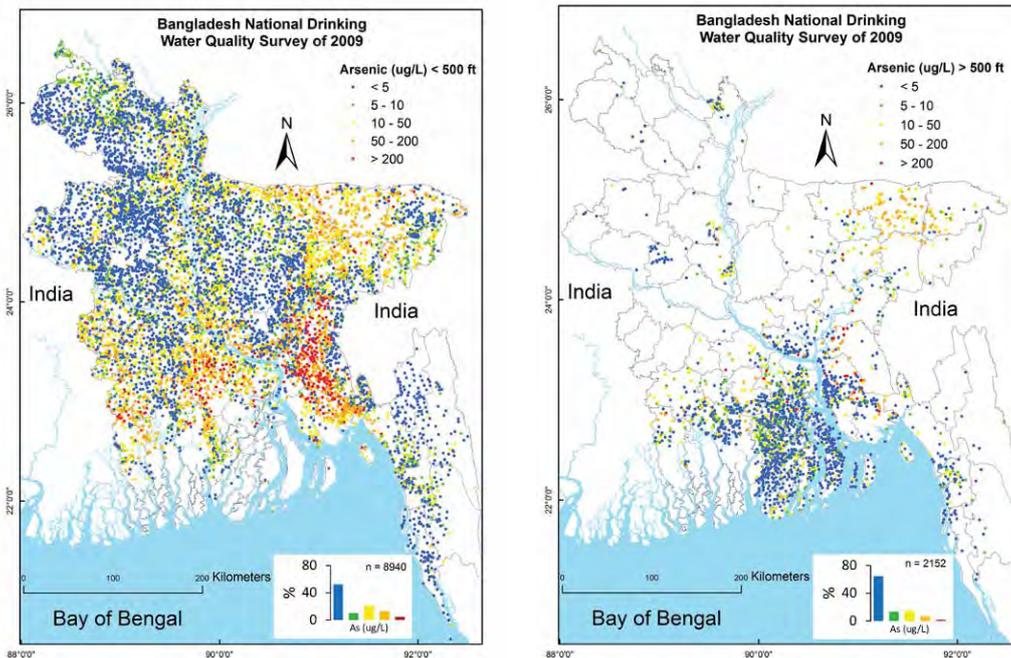
水質項目の分類	分析項目
細菌	糞便性大腸菌(<i>Escherichia coli</i>)、大腸菌群(Total coliform bacteria)
健康に関連する項目	砒素(As)、フッ素(F)、硝酸塩(NO ₃)、亜硝酸塩(NO ₂)
飲料水の性状に関する項目	総硬度、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、鉄(Fe)、塩化物(Cl)、TDS、マンガン(Mn)、アンモニア(NH ₃)、ナトリウム(Na)、硫酸塩(SO ₄)、pH、味、臭気、色度、濁度、水温
地下水の性状に関する項目	カリウム(K)、重炭酸(HCO ₃)、電気伝導度(EC)

(iv) 水質分析結果

水質分析結果を、添付資料-5 に示す。また、分析結果の概要（各分析項目の最大値、最小値、平均値、中央値）と分析項目のバングラデシュ飲料水水質基準値（以下、バングラデシュ基準値）および WHO 飲料水水質ガイドライン値（以下、WHO ガイドライン値）を表 2.2.6 に示す。



実験室による砒素濃度



フィールドキットによる砒素濃度 (左：浅部帯水層、右：深部帯水層)

出典：UNICEF (2011)

図 2.2.10 バングラデシュの地下水中砒素濃度分布

都市部及び地方部における地下水調査および深層帯水層開発計画準備調査

JICA

表 2.2.6 水質分析結果概要

項目	単位	バングラデシュ 基準	WHO ガイドライン	基準値超過数		最大値	最小値	平均値	中央値
				バングラデシュ 基準	WHO ガイドライン				
大腸菌群	cfu/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0
糞便性大腸菌	cfu/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0
砒素 (As)	mg/L	0.05	0.01	43	51	2.06	0.00	0.23	0.13
フッ素 (F ⁻)	mg/L	1	1.5	0	0	0.95	0.10	0.25	0.22
硝酸塩 (NO ₃)	mg NO ₃ /L	10	50	2	0	47	0.2	3.78	1
亜硝酸塩 (NO ₂)	mg NO ₂ /L	1	0.2	9	14	5.9	0.02	0.80	0.135
マンガン (Mn)	mg/L	0.1	-	55	-	2.6	0.09	0.79	0.68
総硬度 (as CaCO ₃)	mg/L	200-500	-	3	-	550	230	369	360
カルシウム (Ca ²⁺)	mg/L	75	-	59	-	358	64	136.7	120.5
マグネシウム (Mg ²⁺)	mg/L	30-35	-	30	-	70	19	36.7	35.5
鉄 (Fe)	mg/L	0.3-1	-	52	-	41.2	0.11	6.6	3.95
塩化物 (Cl ⁻)	mg/L	150-600	-	0	-	130	5	25	13
総溶解性固形物 (TDS)	mg/L	1000	-	0	-	892	248	397	382
アンモニア (NH ₃)	mg/L	0.5	-	42	-	9.5	0.18	1.43	0.76
pH	-	6.5-8.5	-	0	-	8.4	7.5	7.8	7.8
味	-	異常でないこと	-	1	-	-	-	-	-
臭気	-	無臭	-	0	-	-	-	-	-
色度	TCU (Hazen)	15	15	0	0	14	1.6	5.7	4.75
濁度	NTU	10	5	24	29	237	0.21	26.8	4.5
水温 (T)	°C	20-30	-	0	-	23.8	23.2	23.5	23.5
電気伝導度 (EC)	mS/m	-	-	-	-	178.5	49.7	79.5	76.7
ナトリウム (Na ⁺)	mg/L	200	-	0	-	89	2	29	24.5
カリウム (K ⁺)	mg/L	12	-	2	-	16	2.1	4.7	4
重炭酸 (HCO ₃ ⁻)	mg/L	-	-	-	-	290	140	214	210
硫酸塩 (SO ₄ ²⁻)	mg/L	400	-	0	-	33	1	3.12	1

i) 砒素

バングラデシュ基準値 (0.05 mg/L) 以上の値が検出されたのは、60 試料中で 43 試料、WHO ガイドライン値 (0.01 mg/L) 以上は、51 試料である。最大値は 2.06 mg/L、最小値は 0.00 mg/L、平均値は 0.23 mg/L、中央値は 0.13 mg/L である。試料を採取した井戸の深度と砒素濃度との関係を図 2.2.11 に示す。これによれば、深度 60 m 以浅の井戸で比較的大きな値が検出されていることが分かる。0.2 mg/L 以上の値はいずれも深度 60 m 以浅の井戸で認められる。

ii) 細菌

全ての試料から、糞便性大腸菌および大腸菌群は検出されなかった。

iii) 健康に関する項目 (砒素を除く)

フッ素に関しては、全ての試料が、バングラデシュ基準値 (1.0 mg/L) を下回る結果となった。

硝酸塩については、2 試料がバングラデシュ基準値 (10 mg/L) を超過したが、WHO ガイドライン値 (50 mg/L) については全ての試料が満足した。

一方、亜硝酸塩については、バングラデシュ基準値 (1 mg/L) 以上の値は、9 試料で認

められ、WHO ガイドライン値 (0.2 mg/L) 以上の値は、14 試料で認められた。井戸深度と亜硝酸塩濃度との関係を図 2.2.12 に示す。砒素濃度と同様に浅い深度に大きな値が認められる。

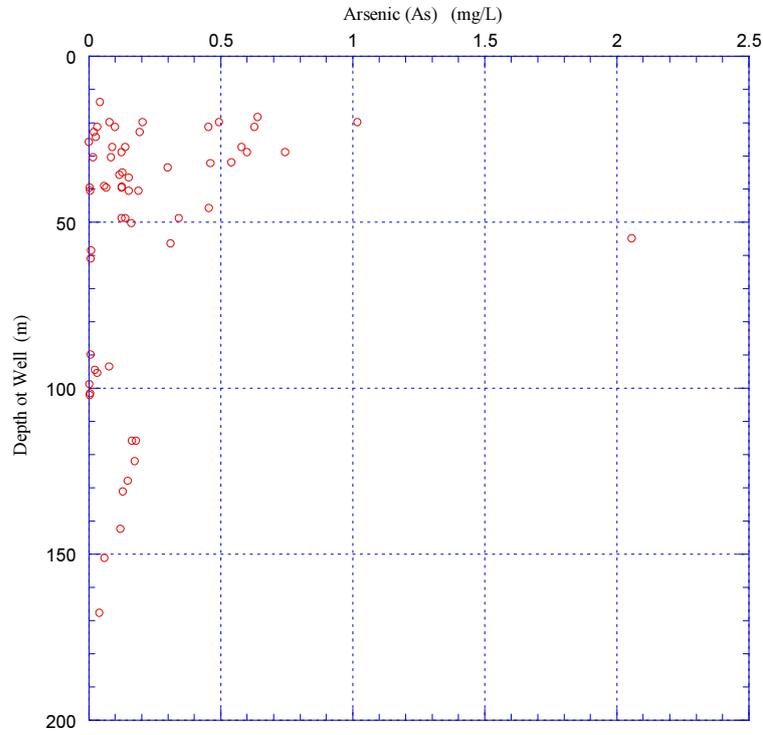


図 2.2.11 井戸深度と砒素濃度との関係

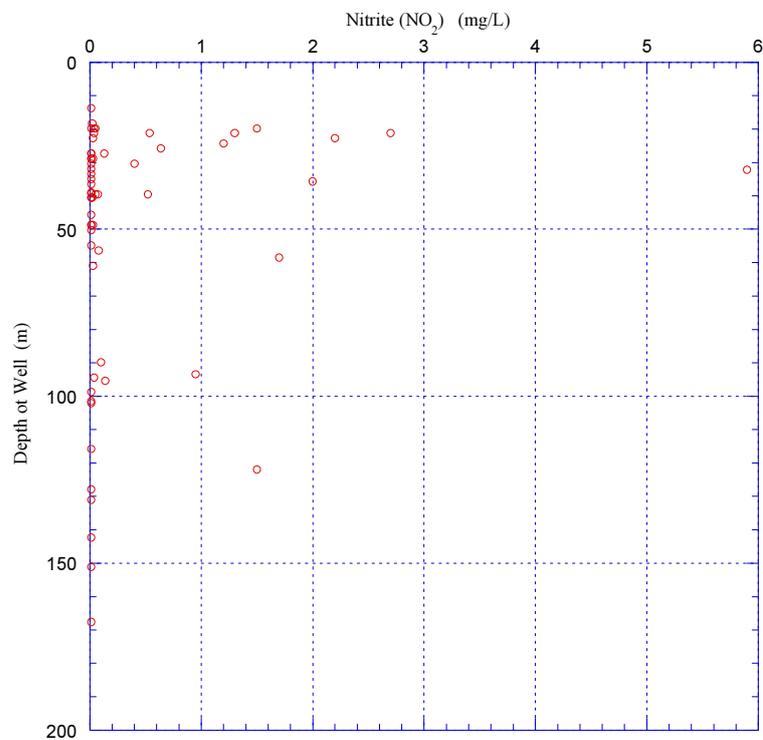


図 2.2.12 井戸深度と亜硝酸塩濃度の関係

vi) 飲料水・地下水の性状に関する項目

バングラデシュ基準値の設定されている項目のうち、基準値を超過したものとその数は以下の通りである。

カルシウム 59 試料、マンガン 55 試料、鉄 53 試料、アンモニア 42 試料、

マグネシウム 30 試料、濁度 24 試料、カリウム 2 試料、味 1 試料

カルシウム、マンガン、および鉄について、井戸深度との関係を図 2.2.13～2.2.15 に示す。いずれの項目についても、深度の浅い井戸で高い値を示す傾向が認められる。

一方、塩化物、TDS、pH、水温、ナトリウム、色度、硫酸塩については全試料がバングラデシュ基準値を満足している。また、WHO ガイドライン値が設定されているのは色度と濁度であるが、いずれも全試料が基準値を満足した。

電気伝導度および重炭酸塩については、バングラデシュ基準値は設定されていない。電気伝導度は、49.7～178.5 mS/m の範囲にあり、平均値は 79.5 mS/m、中央値 76.7 mS/m である。重炭酸塩は、140～290 mg/L の範囲にあり、平均値は 214 mg/L、中央値は 210 mg/L である。

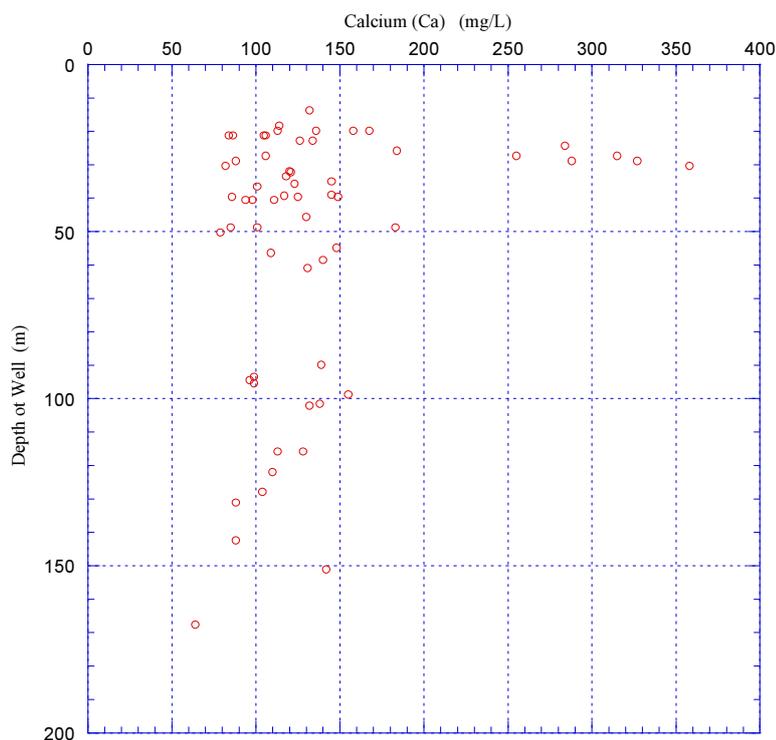


図 2.2.13 井戸深度とカルシウム濃度の関係

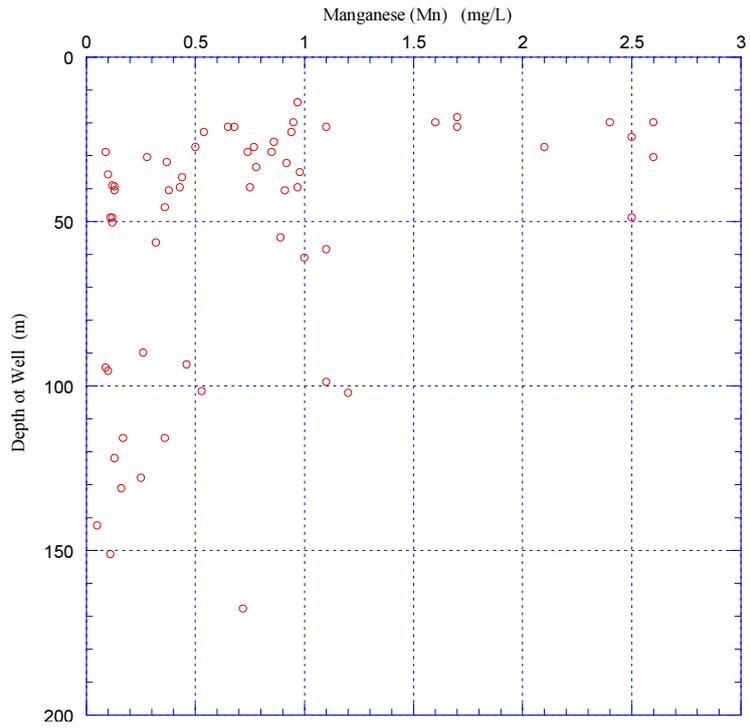


図 2.2.14 井戸深度とマンガン濃度の関係

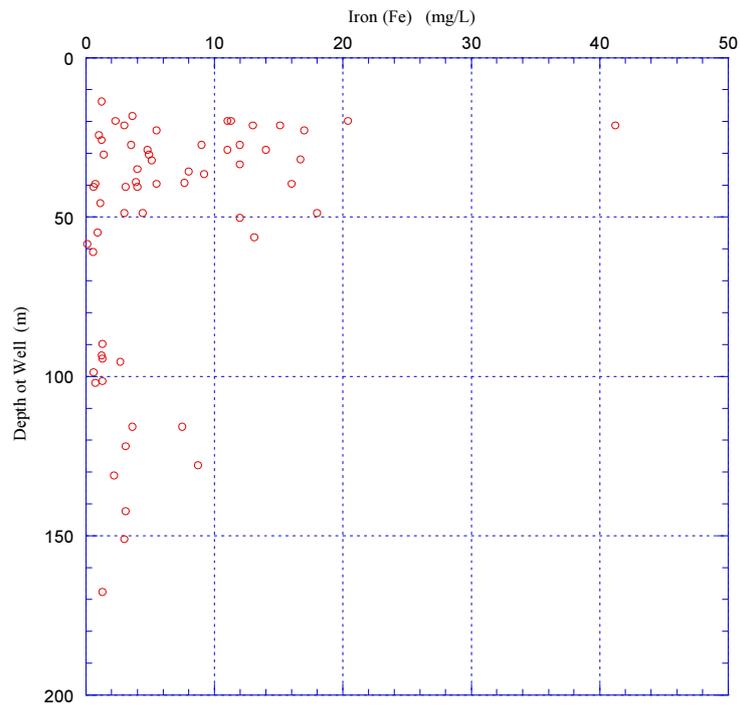


図 2.2.15 井戸深度と鉄分濃度の関係

(v) 水質分析結果まとめ

i) 飲料水として

砒素を含む健康に関する項目に関して、バングラデシュ基準値を満たすのは 14 試料、WHO ガイドライン値を満たすのは 6 試料である。また、どちらも満たすのは、6 試料である。バングラデシュ基準値の設定されている 23 項目に関して、それらを全て満たした試料は無かった。

ii) 主要溶存成分による水質タイプの検討

地下水や表流水の主要な溶存成分である Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} の 7 項目の分析結果より、トリリニアダイアグラムを作成し、図 2.2.16 に示した。

トリリニアダイアグラムによる分類では、59 試料が I 型（重炭酸カルシウム型）の水質タイプ、1 試料が III 型（非重炭酸カルシウム型）となった。I 型は浅層地下水あるいは表流水でしばしば認められる水質タイプであり、本調査地域で現在使用されている既存井戸の水は比較的滞留時間の短い浅層地下水であることが伺える。

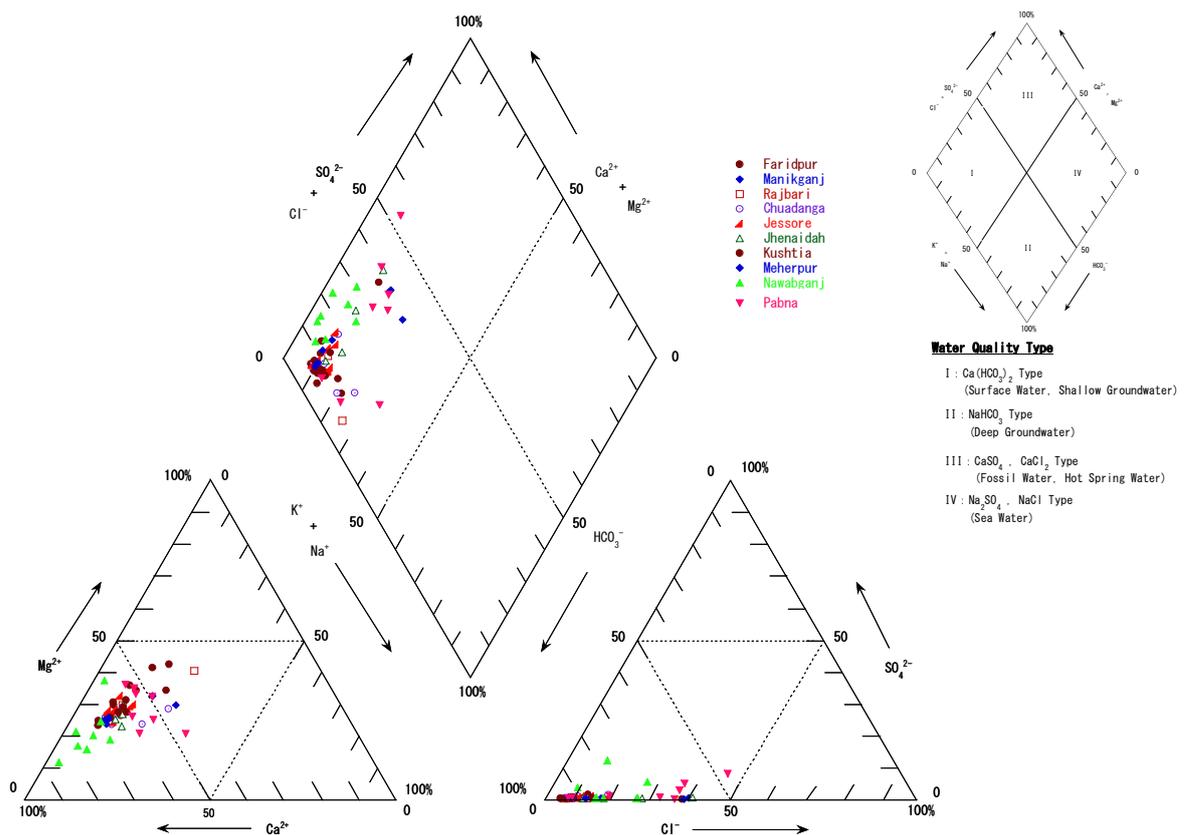


図 2.2.16 水質分析結果（トリリニアダイアグラム）

2) 水質分析 (Part -2)

(i) 目的

前述の 1)水質分析(Part-1)で採取した試料と同一試料を分析し、分析結果のクロスチェッ

クを実施して、1)水質分析の精度を確保すること

(ii) 調査対象村落

前述 1)水質分析の対象 30 村落のうちの下記 6 村落

表 2.2.7 水質分析 (Part 2) 対象村落

村落No.	州	県	郡	ユニオン	村落
1	ダッカ	ファリドプル	ファリドプルシヨトール	アリアハット	ヒルマムトプル
9		チュアダンガ	ダムルダ	ホウリ	ホロトウトウパティラ
12	クルナ	シヨソール	チュアダンガ	ジャカテシュプル	マルア
16		ジェナイダ	マヘシュプル	ファテプル	クリシュナ チャントラプル
19		クステア	ヘラマラ	モカリンプル	ナウダ ケメティアル
21		メヘルプル	メヘルプルシヨトール	アミフビ	アランプル

(iii) 業務仕様

i) 試料採取

前述の 1)水質分析で採取した試料のうち、上記の 6 村落において各村落につき 1 箇所の管井戸から採取した試料について、調査団が指定した第三者分析機関に試料を提供する。

ii) 水質分析

採取した試料について、前述の 1)水質分析と同様に表 2.2.5 に示した 25 項目の水質分析を行い、1)水質分析の結果と比較検討する。

(iv) 水質分析結果

水質分析結果を、前述の 1)水質分析(Part-1)の結果と併せて表 2.2.8 に示す。

このうち、対象である 6 試料の全てでバングラデシュ基準値を超過した砒素および鉄について、Part-1 と Part-2 の比較結果を以下に記す。

i) 砒素

いずれの試料についても、Part-1 が Part-2 よりも大きな値を示した。Part-1 と Part-2 の結果を対比させたものを図 2.2.17 に示す。これによれば、Part-1 での分析結果は Part-2 の結果に対して平均的には約 1.4 倍上回る結果となった。

ii) 鉄

いずれの試料についても、Part-1 が Part-2 よりも大きな値を示した。Part-1 と Part-2 の結果を対比させたものを図 2.2.18 に示す。これによれば、Part-1 での分析結果が、Part-2 での結果に対して、平均的には約 1.5 倍上回る結果となった。

表 2.2.8 水質分析結果比較(Part-1 および Part-2)

Parameter	Unit	Bangladesh Standard	Results																
			1-1		9-2		12-1		16-2		19-1		21-1						
			Part-1(a)	Part-2(b)															
1 Total coliform Bacteria	cfu/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2 Escherichia coli	cfu/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3 Arsenic (As)	mg/L	0.05	0.161	0.141	0.129	0.089	145%	0.121	0.1	121%	0.123	0.086	143%	0.007	0.004	175%	0.164	0.081	202%
4 Fluoride (F)	mg/L	1.0	0.17	<0.01	0.18	<0.01		0.12	<0.01		0.32	<0.01		0.32	<0.01		<0.018	<0.01	
5 Nitrate (NO ₃)	mg NO ₃ /L	10.0	0.3	3.8	0.5	<0.01	8%	<0.10	3	3	0.3	0.5	60%	<0.10	<0.01		<0.10	<0.01	
6 Nitrite (NO ₂)	mg NO ₂ /L	<1.0	<0.016	0.014	<0.016	0.023		<0.016	0.005		<0.016	0.011		0.10	<0.001		<0.016	0.028	
7 Manganese (Mn)	mg/L	0.10	0.12	0.083	0.16	0.17	145%	<0.05	0.058		0.12	0.05	240%	0.26	0.07	371%	0.17	0.3	57%
8 Total hardness	mg/L	200-500	330	328	265	284	93%	300	292	103%	325	340	96%	430	380	113%	350	348	101%
9 Calcium (Ca)	mg/L	75.0	79	75	88	108	81%	88	92	96%	101	108	94%	139	134	104%	113	120	94%
10 Magnesium (Mg)	mg/L	35.0	51	34	22	18	122%	30	20	150%	31	24	129%	38	28	136%	27	22	123%
11 Iron (Fe)	mg/L	0.3-1.0	12	7.51	2.2	1.53	144%	3.1	2.35	132%	4.4	3.17	139%	1.3	1.02	127%	3.6	2.36	153%
12 Chloride (Cl)	mg/L	150-600	14	14	5	8	63%	8.0	10	80%	13	10	130%	9.0	9	100%	10	7	143%
13 TDS	mg/L	1000.0	351	412	267	312	86%	285	335	85%	892	402	222%	412	474	87%	352	412	87%
14 Ammonia (NH ₃)	mg/L	0.50	7.8	6.65	0.23	0.97	24%	0.76	0.58	131%	1.1	1.04	106%	0.49	0.08	613%	0.84	0.28	300%
15 pH	-	6.5-8.5	7.5	7.69	7.8	7.54	103%	7.8	7.59	103%	7.8	7.7	101%	7.9	7.62	104%	7.9	7.59	104%
16 Taste	-	Not Offensive	Tasteless	Tasteless	Tasteless	Tasteless	-	Tasteless	Tasteless	-	Tasteless	Tasteless	-	Tasteless	Tasteless	-	Tasteless	Tasteless	-
17 Odour	-	Odourless	Odourless	Odourless	Odourless	Odourless	-	Odourless	Odourless	-	Odourless	Odourless	-	Odourless	Odourless	-	Odourless	Odourless	-
18 Color	TCU (Hazen)	15	5.0	<0.01	3.2	<0.01		4.9	<0.01		3.8	<0.01		2.4	<0.01		2.5	<0.01	
19 Turbidity	NTU	10	25	145	3.8	12	32%	1.2	30	4%	4.2	41	10%	3.8	16	24%	0.70	14	5%
20 Temperature (T)	°C	20-30	23.5	20.8	23.6	20.8	113%	23.5	20.8	113%	23.6	20.8	113%	23.6	20.8	113%	23.5	20.8	113%
21 Electric Conductivity	mS/m	-	70.2	82.6	53.5	62.5	86%	57.0	66.9	85%	178.5	80.4	222%	82.3	94.8	87%	70.4	82.1	86%
22 Sodium (Na)	mg/L	200	34	23.7	13	8.55	152%	14	9.17	153%	21	16	131%	28	20.4	137%	17	12.95	131%
23 Potassium (K)	mg/L	12.0	10	2.78	3.5	3.08	114%	3.4	2.55	133%	3.1	2.96	105%	2.7	2.72	99%	4.0	4	100%
24 Bicarbonate (HCO ₃)	mg/L	-	205	420	160	120	133%	160	320	50%	200	400	50%	245	420	58%	210	414	51%
25 Sulfate (SO ₄)	mg/L	400	1.0	2	1.0	3	33%	1.0	1	100%	1.0	1	100%	1.0	3	33%	1.0	2	50%

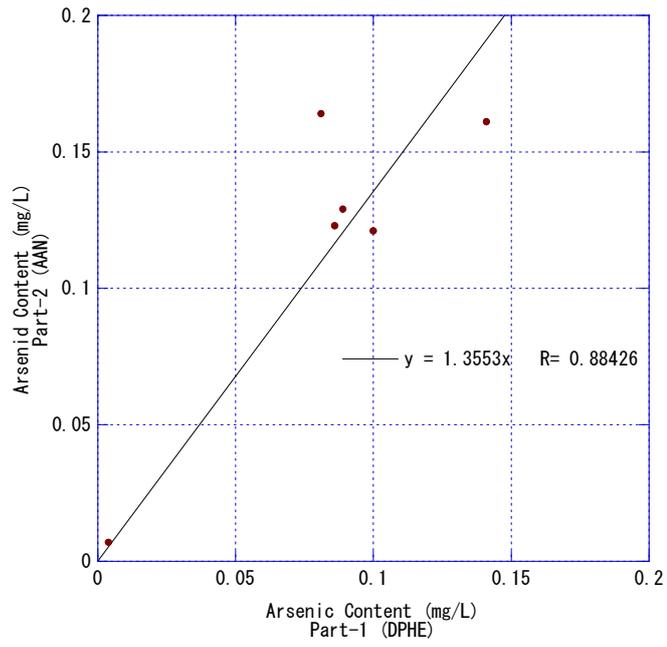


図 2.2.17 砒素濃度分析結果の比較

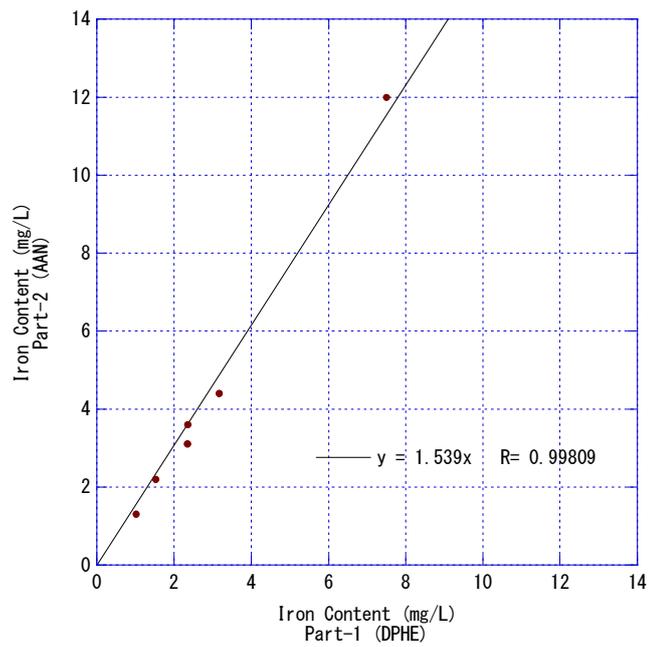


図 2.2.18 鉄濃度分析結果の比較

2.2.3 対象村落の社会経済条件

(1) 調査目的と方法

対象村落の社会条件調査は、本計画の対象村落となっている 30 村落にて、12 月中旬から 12 月末にかけて実施した。この調査の目的は、

- 社会経済状況についての基礎データの収集、
- 給水施設の住民の運営維持管理能力の確認、
- 本計画の事業評価に資するための情報収集、

を行うことである。

現地調査は、調査団の監督の下、現地再委託により実施した。調査団は調査に先駆け、村の代表者に向けた質問票と住民に向けた質問票の 2 種類を作成した。現地再委託手続きの後、調査開始前にオリエンテーションおよび事前テストを行い、質問表の読み込みおよび修正を行った。各村落村において代表者からの回答(各村落 1 回答)と 10 世帯から回答を得て対象村落全部で 330 の回答を得た。

(2) 調査項目

調査項目は表 2.2.9 に示すとおりである。

表 2.2.9 調査項目

調査項目	調査内容
基礎情報	人口、世帯数、世帯収入と支出、主要収入源、季節による収入の違い、収入のある月、水利用者グループの有無、村落の既存組織、意思決定過程、全地球測位システム (Global Positioning System: GPS)
住民の水利用状況	乾季・雨季別の水源、水利用量、水利用目的、水質に対する満足度、水給水に関する問題と要望、水利用料、既存給水施設運営維持管理状況
周辺村落の水利用状況	水利用料、既存給水施設運営維持管理状況
水給水に対する住民の意思	安全な水に対する支払い意思の有無、施設運営維持管理意思の有無
ジェンダー問題	水に対する担当の違い、家庭での意思決定権者、水汲み労働、水に対する要求

(3) 調査結果

1) 対象村落人口と世帯数

表 2.2.10 は人口と世帯数に対する調査結果をまとめたものである。人口の比較として、センサス 2001 の人口データも合わせて示している。

表 2.2.10 人口と世帯数

村落番号	県	郡	ユニオン	対象村落名	人口 (人)			世帯数 本調査結果
					本調査結果 (データ 取得年)	調整 人口 (*1)	セン サス 2001	
1	ファリトプ ル	ファリトプ ル ショト ール	アリアハット	ヒルマムトプ ル	1,125 (2010)	1,260	8,968	225
2			カイシヨリ	ブルホ カンカ ハル テイ	7,500 (2011)	7,500	2,565	1,500
3			クリシュナカ ル	ハトウクテ イア	950 (2011)	950	566	205
4			マジチャー	ダヤラン ル	9,000 (2010)	10,080	3,562	1,500
5	マニカ ン ジ	ハリラン ル	カンテン プ ル	クティル ハット	1,600 (2011)	1,600	1,374	220
6	ラジバ リ	ラジバ リ ショト ール	ダトシ	パクリ カンダ	2,025 (2010)	2,268	1,105	276
7	チュア ン ガ	アラム ダン ガ	ハラ テイ	アン プ ナ カ ール	4,000 (2011)	4,000	1,494	373
8			ジエ ハラ	ベト バ リア	1,500 (2011)	1,500	775	160
9		タム ル フ ダ	ホ ウ リ	ホ ロ ト ウ ト ウ ハ テ イ ラ	5,000 (2011)	5,000	999	600
10			ナ チ ホ タ	ホ アル マリ	1,700 (2011)	1,700	559	337
11	シヨ ソ ール	チョウ カ ツ チ ヤ	チョウ カ ツ チ ヤ	ベル コ ビ ン ダ プ ル	1,200 (2011)	1,200	2,521	400
12			シ ヤ カ テ シ ユ プ ル	マル ア	5,000 (2011)	5,000	1,179	800
13			ハ テ ヒ ラ	プ ラ フ ダ	2,000 (2011)	2,000	300	328
14			フル サラ	ハ ル イ ハ テ イ	600 (2011)	600	774	120
15	ジエ ナイ ダ	ジエ ナイ ダ ショ ト ール	ハ ト マ カル	ア チ ン タ ナ カ ール	1,500 (2011)	1,500	2,013	455
16		マ ハ シ ユ プ ル	フ ア テ プ ル	ク リ シ ユ ナ チ ヤ ン ト ラ プ ル	1,400 (2011)	1,400	1,212	150
17	ク ス テ イ ア	ベ ラ マ ラ	ダ ラ ム プ ル	ノ ス ハ バ ノ プ ル	5,310 (2011)	5,310	2,005	1,148
18			シ ユ ニ ダ ー	ジ ヤ ク シ ヤ ール	3,856 (2010)	4,319	4,362	919
19			モ カ リ ン プ ル	ナ ウ ダ ケ メ テ イ アル	4,500 (2010)	5,040	2,569	550
20		ダ ウ ラ ト プ ル	プ ラ ク ア プ ル	パ ク リ ア	2,200 (2011)	2,200	3,512	450
21	メ ハ ル プ ル	メ ハ ル プ ル シ ョ ト ール	ア ミ フ ヒ	ア ラ ン プ ル	3,200 (2010)	3,584	2,109	600
22			ク ツ フ プ ル	ス ヒ ト プ ル	3,580 (2010)	4,010	4,245	750
23	ナ ワ ブ カ ン シ	ナ ワ ブ カ ン シ シ ョ ト ール	チ ヤ ー ア ヌ ブ ナ カ ール	ア ヌ ブ ナ カ ール	9,500 (2010)	10,640	5,406	1,300
24			マ ハ ラ シ ブ ル	モ ハ ラ シ ブ ル	33,350 (2010)	37,352	4,285	5,970
25			ラ ニ ハ チ	コ ラ ハ キ ア	6,000 (2010)	6,720	4,706	1,500
26		シ ブ カ ン シ	チ ヤ ト ラ シ ト プ ル	サ ト ラ シ ブ ル	23,500 (2010)	26,320	700	4,500
27	ハ ブ ナ	ベ ラ	マ ス ム テ イ ア	カ エ ハ リ	3,000 (2010)	3,360	1,700	500
28			ナ ツ ン ハ レ ン カ	モ リ チ ヤ ハ ラ	2,500 (2010)	2,800	2,510	450
29			ホ ル シ ヤ ハ	シ ヤ ニ ラ	6,000 (2010)	6,720	8,373	1,000
30			ル ッ プ ル	ホ ロ ナ カ ン	700 (2010)	784	640	150
				対象地域合計	-	166,716	77,088	27,436

*1: 調整人口=2010 データ*年間人口増加率(1.12)

本調査における人口は2010年または2011年に集計されたものであるため、2010年に集計された村落の人口については2011年の人口を予測した(表2.2.10 調整人口欄)。いくつかの村落においては本調査結果の人口とセンサス2001の人口に大きな差が見られる。いくつかの理由として、センサスデータは村落だけでなくマウザを含んでいる可能性や、セ

ンサデータ取得時と本調査との間に村の分割や統合などの変化があった可能性などが考えられる。

2) 主要収入源

図 2.2.19 および図 2.2.20 は主要収入源と副収入源の分布を示したものである。

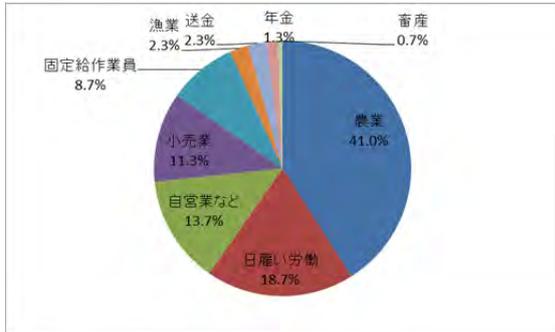


図 2.2.19 主要収入源

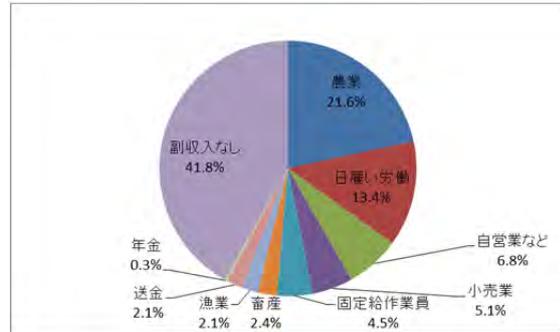


図 2.2.20 副収入源

農業が主要収入源として最も高い割合を占めており、41%の世帯が農業に従事している。農業に続いて日雇い労働が高い割合(18.7%)を占めており、不動産業等の自営業等が13.7%、小売業が11.3%となっている。そのほかに定額給従業員、漁業、家族等からの送金、年金、畜産などが主要収入源として見られた。副収入源について、58.2%の世帯で副収入源があると回答しており、副収入源の中でも農業の占める割合が最も高い(21.6%)。農業に続いて日雇いの割合が高く13.4%であり、日雇い労働に続いて自営業等、固定給従業員、畜産業、家族等からの送金、農業、そして年金等の収入源が見られた。

主要収入源としては41%と農業が圧倒的に高い割合を占めているが、対象村落ごとで見ると収入源の分布において異なった傾向が見られる。

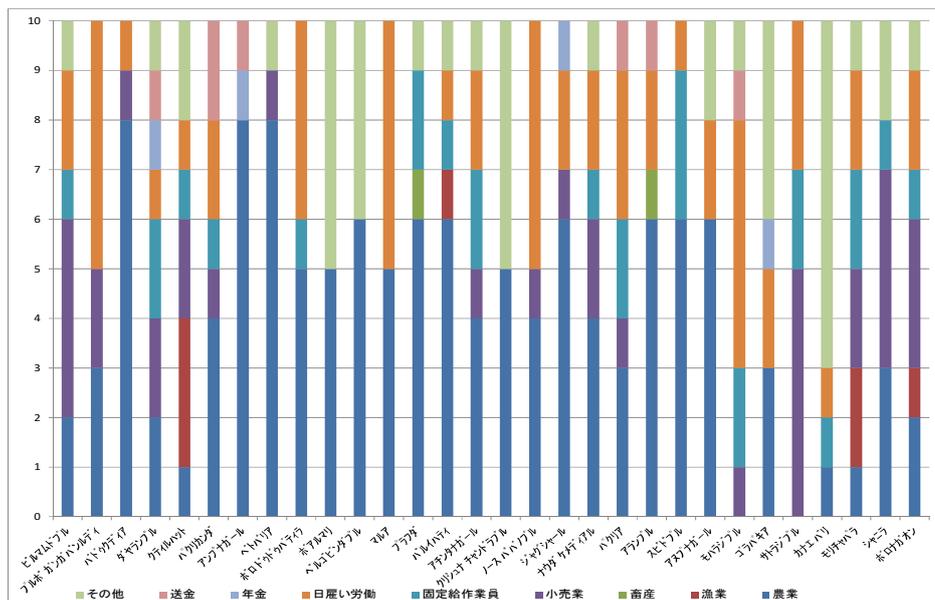


図 2.2.21 村ごとの主要収入源の分布

上図が示すように、バドゥクディア村、アンプナガール村、ベトバリア村では収入源として農業が80%を占めている。一方で、モハラジプル村やカナエバリ村、モリチャパラ村では農業が占める割合は少なく、他の収入源の割合が高い。

3) 世帯月収と支出

(i) 対象村落における世帯月収の特徴

乾季の世帯月収は1,000 BDT から 100,000 BDT の範囲で推移しており、雨季では0 BDT から 100,000 BDT の範囲で推移している。4,001-5,000 BDT、5,001-6,000 BDT、6,001-7,000 BDT、7,001-8,000 BDT の各範囲に属する世帯数はほぼ同じであり、4,001 BDT から 8,000 BDT の範囲に乾季では52.3%、雨季では49.0%の世帯が存在する。世帯月収が4,000 BDT 以下の世帯は乾季では9.7%、雨季では22%となっている。世帯月収が10,001 BDT 以上の世帯は乾季で22%、雨季で16.3%である。世帯月収の中央値は乾季で7,500 BDT、雨季で5,500 BDT である。49.3%の世帯が乾季の収入の方が雨季の収入よりも高いと回答しており、37%の世帯は乾季と雨季の収入差はないと回答している。残りの12.3%の世帯では雨季の収入の方が乾季の収入の方が高い。

各村落において、月収が一番高い世帯と低い世帯の収入差が比較的大きい。最も収入差が少ない村落でも乾季で4,000 BDT (ビルマムドプル村、ベトバリア村)、雨季で5,000 BDT (ビルマムドプル村、アチンタナガール村、モリチャパラ村) の差がある。最も収入差がある村はカナエバリ村で、その差は乾季で96,000 BDT、雨季で97,000 BDT である。

図 2.2.22 にある青線は村落ごとの乾季における月収の中央値を示している。図中で左端にある村は中央値が最も低い村落で、右に行くにつれて中央値は高くなる。中央値が最も低い村はクリシュナチャンドラプルで、その値は4,000 BDT である。中央値が最も高い村落は三村 (ベルゴビンダプル村、プラフダ村、カナエバリ村) あり、その値は10,000 BDT である。雨季で最も低い中央値を示している村落はパクリア村、クリシュナチャンドラプル村で、その値は3500 BDT、雨季で最も中央値が高い村落はプラフダ村で、その値は9,750 BDT である。

調査世帯において、世帯月収が他の世帯に比べてはるかに高い世帯が見られた。そのような世帯は村落の平均月収を引き上げる要因となっている。図 2.2.22 の中の赤線は乾季における村落ごとの平均月収を示している。中央値 (青線) と平均値 (赤線) が離れている場合は、世帯の収入差が大きいことを示している。カナエバリ村を例にとると、月収の中央値は10,000 BDT だが、平均値は17,200 BDT になる。各村落における世帯ごとの収入差と中央値と平均値の関係において、雨季においても同じ傾向が見られる。

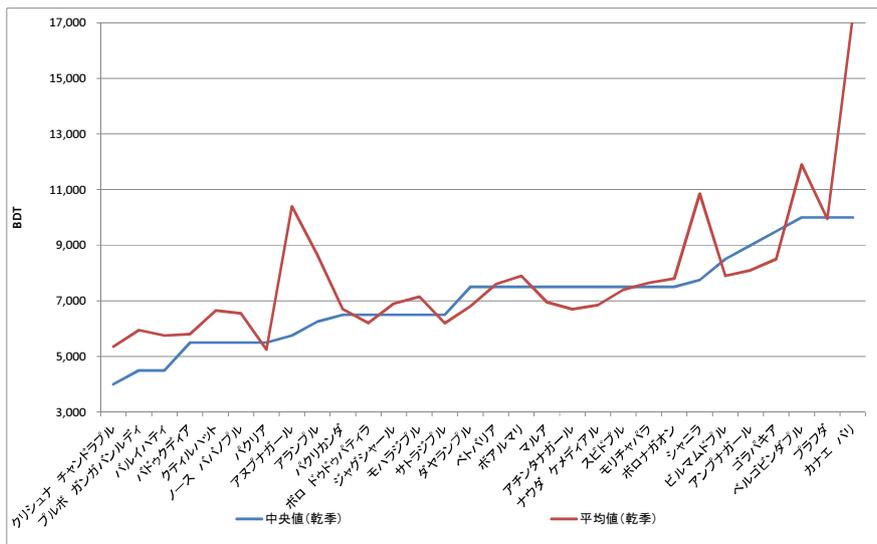


図 2.2.22 乾季の収入の中央値と平均値

(ii) 低収入世帯と高収入世帯の比較

この節では低収入世帯と高収入世帯の違いについて考察する。ここでは世帯月収が 4,000 BDT 以下の世帯を低収入世帯、世帯月収が 10,001 BDT 以上の世帯を高収入世帯と定義する。低収入世帯に含まれる世帯は乾季では 9.7%、雨季では 22%いる。高収入世帯に含まれる世帯は乾季では 22%、雨季では 16.3%である。図 2.2.23 および図 2.2.24 はこの 2 グループの主要収入源を示している。

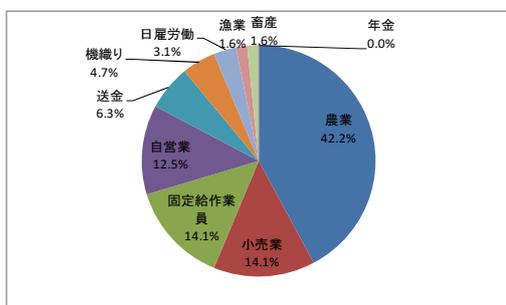


図 2.2.23 世帯月収 10,001BDT 以上の世帯の主要収入源

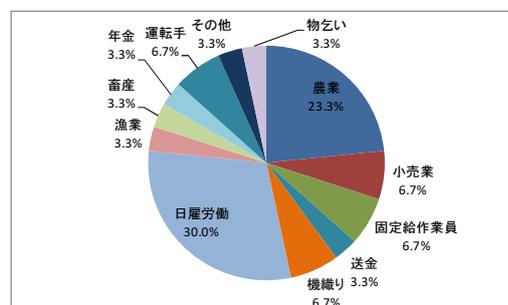


図 2.2.24 世帯月収 4,000BDT 以下の世帯の主要収入源

高収入世帯では主要収入源として農業が占める割合が最も高い(42.2%)。小売業および固定給従業員(14.1%)、自営業など(12.5%)が農業に続いている。低収入世帯では日雇労働の割合が最も高く(30%)、次に農業が続いている(23.3%)。三番目に高い割合を占めているのは小売業、固定給従業員、機織りでその割合はそれぞれ 6.7%である。

副収入源について、低収入世帯は副収入源を持っていない傾向にあることが分かった。低収入世帯の 57.1%の世帯では副収入源を持っていない。高収入世帯の中で副収入源を持っていない世帯は 27.7%である。これは低収入世帯の収入の少なさの一つ要因と考えられる。

その2グループの収入差の要因として考えられる二つ目の点は、収入源である。図 2.2.23 および図 2.2.24 に示されるように、低収入世帯においては日雇い労働の占める割合が多い（低収入世帯では 30%、高収入世帯では 3.1%）。逆に農業の占める割合は低収入世帯では高収入世帯に比べて 19 ポイント低い（高収入世帯では 42.2%、低収入世帯では 23.3%）。このことから、農業は比較的高収入が期待できる収入源であり、一方で日雇い労働は低収入の収入源であることが推測される。

三つ目の要因として考えられるのは労働環境である。同一の収入源であっても、労働環境によって収入に差が生まれる可能性がある。このことは図 2.2.23 および図 2.2.24 を比較した際に同じ業種が見られることから推測される。一つの例として、農業はその土地の肥沃さや作物の種類によって得られる利益は大幅に異なる。ほかの例として、機織りを例としてとると、収入差はその地で機織りが主要産業となっているか否かが関係していることがうかがえる。高収入世帯において機織りが主要収入源であると回答している家庭は一つの村落に集中している（カナエバリ村）。この村落の周辺では機織りが発達している可能性があり、機織りを取り巻くインフラなどが整っていることが考えられる。一方、低収入世帯で機織りが主要収入源であると回答した世帯が属する村落での主要収入源は農業など、機織りとは別の職種である。このことはそれらの村落では機織りを取り巻くインフラがカナエバリ村のそれよりも進んでいない可能性がうかがえる。

(iii) 支出

月の世帯支出は 600 BDT から 40,000 BDT の範囲で推移している。図 2.2.25 は世帯支出の分布を示している。

月の平均支出が 4,001- 5,000 BDT の範囲に 20.5 %の世帯が分布しており、この範囲に属する世帯が最も多い。次に多くの世帯が分布している範囲は 5,001-6,000 BDT で、その割合は 17.1%である。3,001-4,000 BDT、6,001-7,000 BDT、そして 7,001-8,000 BDT の各範囲には約 11%の世帯が分布している。月の平均支出が 2000 BDT 以下の世帯は非常に少ない。

15%以上の世帯が月の平均支出が 9,001 BDT だと回答している。

世帯収入と世帯支出を比較すると、50%の世帯で収入額と支出額が同等、もしくは支出が収入を超えていることが明らかとなった。推測される一つの要因として、マイクロファイナンスがあげられる。バングラデシュではマイクロファイナンスが普及している。調査中にもマイクロファイナンスを使用しており、全現金収入はマイクロファイナンス

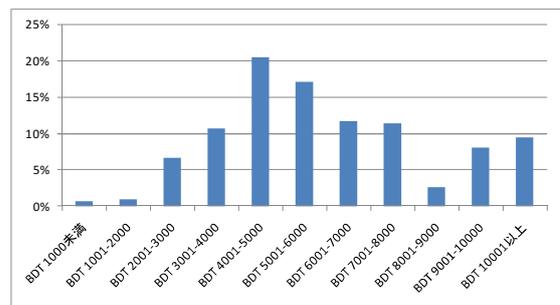


図 2.2.25 月の支出の分布

の返済に充てられている、という世帯が何世帯も見られた。このように、現金収入がマイクロファイナンスの返済に充てられ、他の支出を補うために新たに借入れを行っている可能性がある。

4) 既存給水施設の運営維持管理状況

対象村落全 30 村落でコミュニティベースの安全な水の給水施設があることが明らかとなった。この節では既存給水施設の運営維持管理状況について述べる。調査地域では水利用者グループ、給水施設の土地所有者、村落のリーダー、モスク運営委員会や学校運営委員会等、様々な人や組織が運営維持管理に参加していることが明らかとなった。

(i) 水利用者グループの有無

13 の村落で水利用者グループが組織されていることが明らかとなった。図 2.2.26 は水利用者グループが組織されている村落でそのグループのミーティングがどの程度の頻度で開かれているかを示したものである。活発にミーティングを行っているグループとそうでないグループに区分することができる。3 村落 (村落番号 : 1, 16, 29)

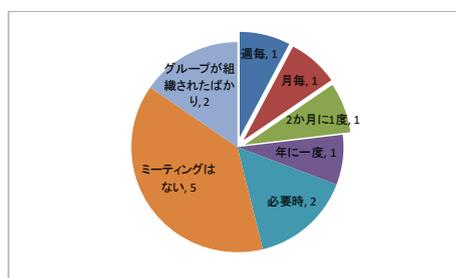


図 2.2.26 水利用者グループのミーティング開催頻度

で週毎、月毎、2か月に1度など、頻繁かつ、定期的にミーティングが開かれている。しかし、残る 10 村落 (村落番号 : 7, 8, 11, 12, 14, 21, 22, 23, 27, 30) ではミーティングは開かれるものの開催頻度が年毎や必要時のみの村落や、グループの組織以来一度も会議を行っていない村落、水利用者グループが最近組織されたが、いつミーティングを開くかは未決定である村落など、活発にミーティングを行っているとは言い難い。グループが組織されていても、活発にミーティングを開催しているグループは少ないと言うことができる。

17 の村落では水利用者グループが組織されていないとの回答があった。グループが組織されていないいくつかの理由として、次のような回答があった。

表 2.2.11 水利用者グループが組織されていない理由

水利用者グループを組織していない理由	村落数	村落名
グループを組織する、グループが必要という認識がない	6 村落	バドックディア、パクリカンダ、ナウダ ケメディアル、モハラジプル、ゴラパキア、サトラジプル
DPHE が建設した施設であるため、グループを組織し、住民が運営維持管理を行う必要はない	3 村落	プルボガンガバルディ、ダヤランプル、クティルハット

こうした理由はオーナーシップの欠如や給水施設の施主側と村落の間でのコミュニケーションの欠如を示している。

(ii) 給水施設運営維持管理責任者

上記より、対象村落のうちの17村落で水利用者グループが組織されておらず、グループが組織されている村落でも活発にミーティングを行っている村落は少ないことが明らかとなった。図 2.2.27 および 図 2.2.28 はそれぞれグループが組織されていない村落、組織されている村落における給水施設の運営維持管理に係る責任者を示している。

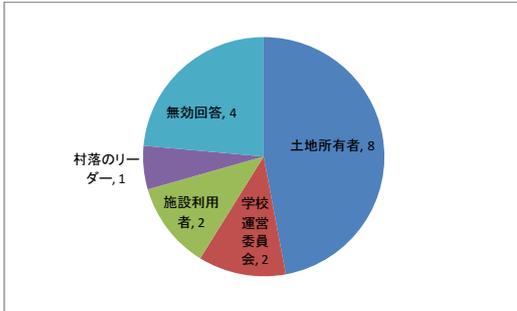


図 2.2.27 給水施設運営維持管理責任者（水利用者グループが組織されていない村落）

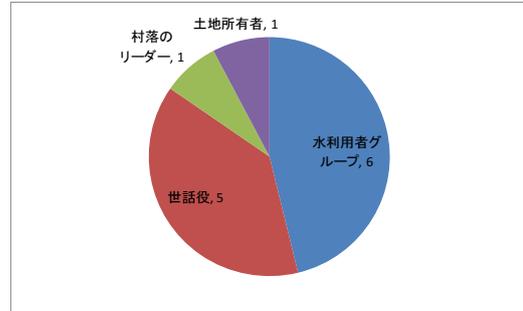


図 2.2.28 給水施設運営維持管理責任者（水利用者グループが組織されている村落）

図 2.2.27 では、17 村落中半数近くの 8 村落（村落番号：2, 3, 4, 9, 13, 17, 19, 20）が給水施設の土地所有者が運営維持管理責任者であると回答している。図 2.2.28 が示すように、グループが組織されている村落では、半数近くの村落が運営維持管理の責任者はグループであると回答した（村落番号：7, 8, 11, 12, 14, 22）。また 5 村落（村落番号：16, 21, 23, 27, 29）では世話役がその責任者であると回答している。世話役はグループに属していると考えられるため、グループが組織されている村落では、適切な運営維持管理がなされているかは別として、グループが運営維持管理に関与していることがうかがえる。同時に、グループが組織されているにもかかわらず、村のリーダーや土地所有者等、グループ外の人物が責任者であるとの回答もあることに留意する必要がある。

(iii) 水関連事項の意思決定権保有者

図 2.2.29 は水関連事項の意思決定権保有者の分布を示している。

15 村落において村のリーダーが意思決定権保有者であると回答している。水利用者グループが決定権を有していると回答した村落は 8 村落（村落番号：1, 8, 11, 12, 14, 21, 27, 29）である。残りの 5 村落では男性または男性および女性の村民との会議を通して意思決定を行うと回答している。4 村落（村落番号：7, 16, 23, 30）においてはグループがあるにも

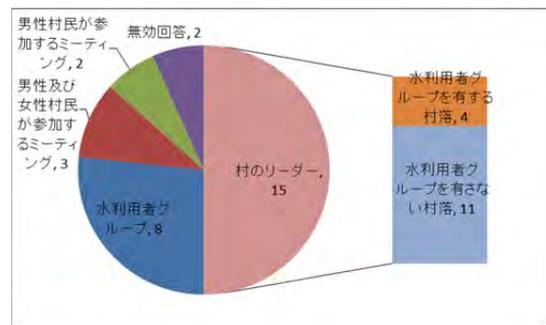


図 2.2.29 水関連事項における決定権者

かかわらず、村のリーダーが意思決定権を保有している現状が浮かび上がった。

(iv) 現状の水料金

図 2.2.30 が示すように、21 村落で給水施設利用に対して料金を課していない。

施設利用者が料金を支払っていると回答した村落は 4 村落(村落番号:21, 22, 23, 27)にとどまった。利用料の額は月額 10 BDT から 80 BDT である。利用料が月額 50 BDT 未満の世帯において、その 93.6%が料金はまあまあである、安い、もしくはとても安いと感じている。しかし、月額 50 BDT 以上を支払っている世帯ではそのように感じている世帯は 40%にとどまり、60%の世帯はその額は高い、もしくはとても高いと感じている。

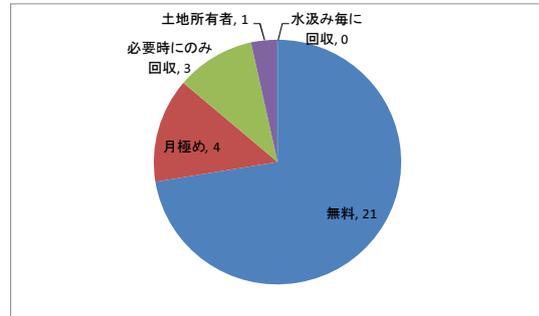


図 2.2.30 水利用料徴収方法

給水施設の土地所有者がすべての管理費用を負担しているという回答が 1 村落 (ナウダケメディアル村) で見られた。

(v) 給水施設の故障に対する対応

村落で最も新しい代替水源について質問したところ、対象村落のうち、18 の村落で給水施設の故障を経験したと回答している(村落番号:2, 4, 5, 9, 11, 12, 14, 15, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30)。図 2.2.31 はその 18 村落での施設の故障に対する対応を示している。

15 村落において何かしらの対応をしているが、3 村落では何も対応がとられないままとなっている。対策を取った村落において最も多かったのはボルトやナットの交換作業であり、ライザーパイプの交換作業が続いている。2 村落では故障の原因は乾季による水枯渇であるため、雨季になり水位が回復するのを待っていると回答した。

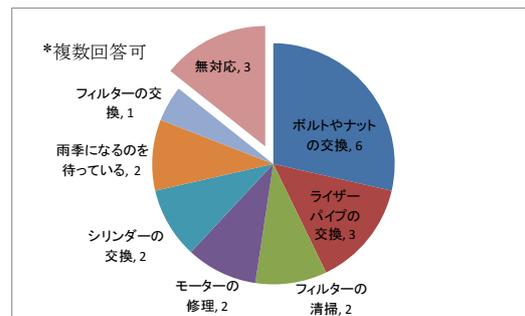


図 2.2.31 修理内容の内訳

(vi) 給水施設修理担当者／組織

図 2.2.32 は修理を行った担当者及び組織を示している。14 の村落から有効な回答を得た。そのうち、7 村落がコミュニティ自ら修理を行ったと回答し、4 村落では民間の配管工や技師に修理を依頼したと回答した。DPHE に依頼した村落が 2 村落、そして NGO に依頼した村落が 1 村落あった。



図 2.2.32 修理担当者

(vii) 給水施設の修理費用の財源

4) 既存給水施設の運営維持管理状況、
(iv) 現状の水料金の項で述べたように、給水施設の使用料を課さない村落が多くある。図 2.2.33 はそうした状況の中で誰が修理費用をねん出したかを示した図である。

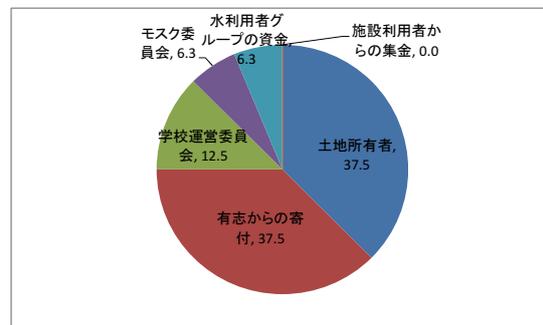


図 2.2.33 修理費用の財源

図に示されるように、修理費用を施設利用者から集めた村落はない。土地所有者または有志がその費用を出していると回答した村落が 75% あった。修理費用が学校運営委員会やモスク委員会等、水利用者組合外の組織から工面されていると回答した村落もそれぞれ 12.5%、6.3% あった。

5) 安全な水に対する支払い意思額

図 2.2.34 は村落ごとの支払い意思の有無の分布と、支払い意思を示した人の支払い意思額（月額）の中央値を示している。89% の世帯が安全な水の供給に対しての支払い意思を示した。17 村落において 90% 以上の世帯が支払い意思を示している。同時に、村落によっては半数ほどの世帯が支払い意思を示していない村落がある。

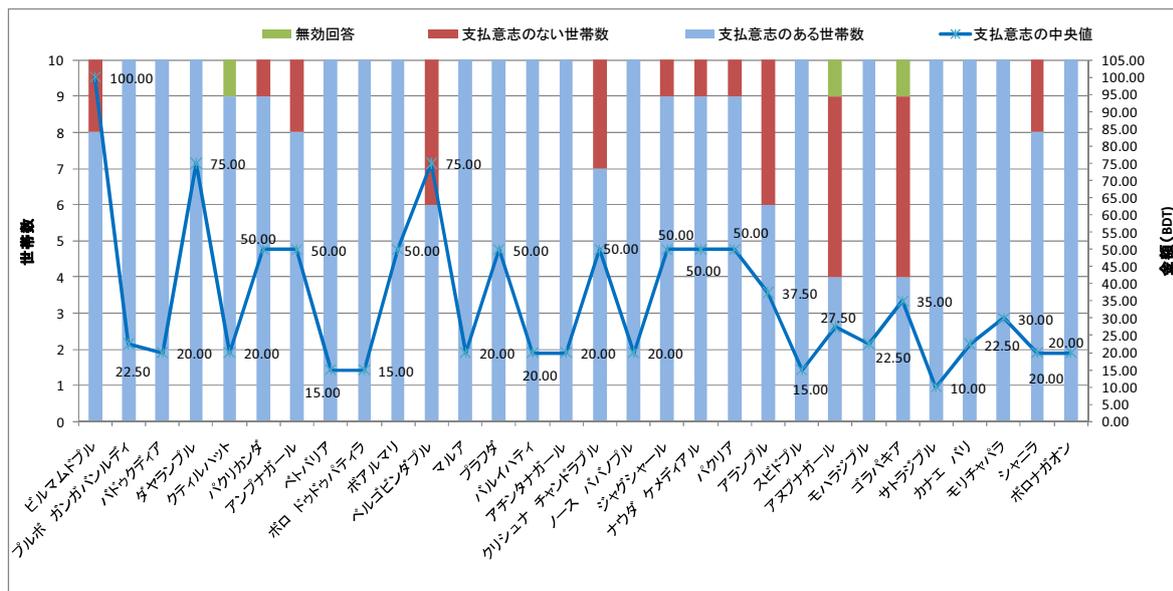


図 2.2.34 支払い意思表明者の分布と支払い意思額中央値（月額）

支払い意思を示した世帯の中での最低値は 5 BDT、最高値は 400 BDT であった。最も多く上がった値は 50 BDT（59 世帯）であった。

図 2.2.34 が示すように、村落ごとの支払い意思額の中央値は 10 BDT から 100 BDT の範囲で変動している。支払い意思額の中央値によって、対象村落を 3 つのグループの区分することができる。一つ目のグループは 75 BDT 以上の支払い意思額を示している村落で、ビルナムドプル村、ダラヤンブル村、ベルゴビンドプル村が含まれる。二番目のグループは支払い意思額が 50 BDT の村落で、パクリカダ村やアンプナガール村などの 8 村が含まれている。三つ目のグループは支払い意思額が約 20 BDT の村落で、プルボガンガバルディ村やバドックディア村など 15 の村が含まれる。世帯収入と同じく、同一村落内に支払い意思額の高い人と低い世帯がいる。3)世帯月収と支出、(i)対象村落においての世帯月収の特徴の項で述べたように、世帯収入の場合は、高収入世帯がその村落の世帯収入の中央値を押し上げる場合や、反対に低収入世帯が村落の世帯収入の中央値を押し下げる場合がある。しかしながら、支払い意思額の場合は、村落内での支払い意思額の高い世帯と低い世帯の差は世帯収入の差に比べて少ない。

世帯収入と支払い意思額の間には正の関係性は見られなかった。

4)既存給水施設の運営維持管理状況、(iv)現状の水料金の項で述べているように、現在月額 50 BDT 以上の水料金を支払っている世帯の 60%がその金額を高い、またはとても高いと感じている。このことを考慮すると、50 BDT 以上の支払い額を示す世帯も多くあるが、50 BDT 以上の料金を毎月支払い続けることは難しいと推測される。

6) 水源

図 2.2.35 は世帯が使用している主要水源を示している。乾季と雨季はよく似た分布を示し

ている。

主要水源として、砒素濃度が 0.05 mg/l 未満の浅井戸（安全な浅井戸）が乾季雨季の両方で最もよく使われている（乾季：42.2%、雨季：42.9%）。その次に最も使用されている水源は砒素濃度が確認されていない浅井戸（砒素濃度未確認浅井戸）であり、その割合は乾季では 24.3 %、雨季では 24.4 % である。砒素濃度未確認浅井戸の次によく使われている水源は砒素濃度が 0.05 mg/l 以上の浅井戸（砒素に汚染された浅井戸）であり、乾季、雨季ともに約 17%の世帯がこの水源を主要水源として使用している。なお、約 24%の世帯が砒素濃度未確認浅井戸を使用しているため、この種の水源の砒素濃度が確認されると、砒素に汚染された浅井戸を使用している世帯数は増加する可能性が大いにある。

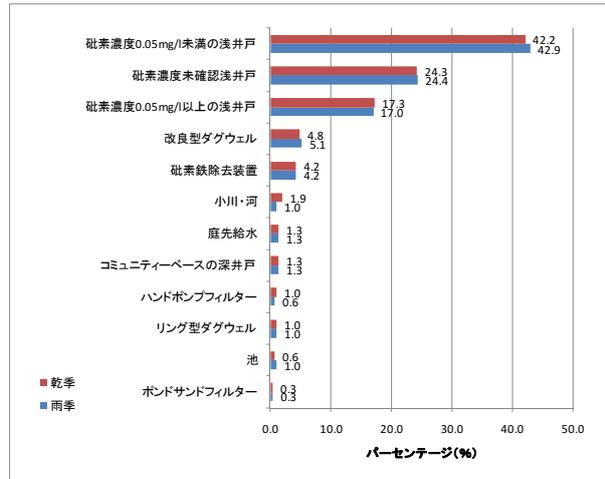


図 2.2.35 家庭用水の水源

7) 水汲みにかかる時間

水汲みにかかる時間は乾季の場合は 0分から 50 分、雨季の場合は 0 分から 30 分の間で推移している。図 2.2.36 は水汲みにかかる時間の分布を示している。

乾季では 86.7%の世帯が、雨季では 85.3%の世帯が 7 分未満で水源に行くことができる。水源まで 7 分以上かかっている世帯の割合は乾季では 13.3%、雨季では 14.7%である。

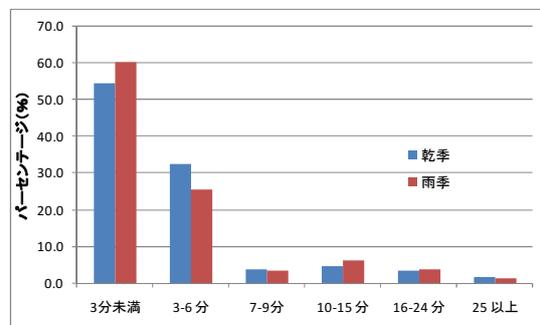


図 2.2.36 水汲み時間

図 2.2.37 は水源まで 7 分以上かかっている世帯が利用している水源を示している。これらの世帯の中で最も利用されている水源は調査世帯全体で見たときと同じく、安全な浅井戸である。しかしその割合は 7 分以上かかっている世帯では 8 から 10 ポイント（全体ではその割合は約 42%、図 2.2.35 参照）。水汲みに 7 分以上かかっている世帯の中で 2 番目によく使用されている水源は砒素鉄除去装置（Arsenic Iron Removal Plant: AIRP）および、ダグウェルである。その割合は調査全世帯に対して 7~10 ポイント高い。水源まで 7 分以上かかっている世帯において、砒素に汚染された浅井戸を使用している世帯は乾季では 12.2%、雨季では 12.2%であり、その割合は調査世帯全体で見ると乾季で 17.3%、雨季で 17%である。

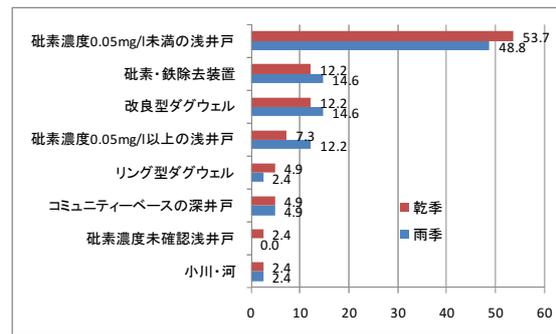


図 2.2.37 水源まで 7 分以上かかっている世帯での主要水源

これらのことから、水源まで 7 分以上かけている世帯においては砒素に汚染されていない水源を選んでいる傾向があることがうかがえる。一例として、水源（小川／河）まで 30 分かかっていると答えている世帯があるが、この世帯の近くには稼働していない AIRP と砒素に汚染された浅井戸がある。このことは時間をかけてでも、砒素に汚染されていない水源を選んでいることがうかがえる。

また、水源まで 10 分以上かかっている世帯に注目すると 24 世帯あり、それらの世帯の近くにも砒素に汚染された水源や、砒素濃度が確認されていない水源があるが、彼らはすべて砒素に汚染されていない水源を利用していることが分かった。このような世帯は対象村落のうち 23 村に存在することが確認された。世帯数としては少ないが、こうした世帯は砒素問題の軽減のための活動の中核となりうる可能性がある。

水源での待ち時間について、乾季では 82.7%、雨季では 81.3%の世帯は待ち時間は 1 分未満であると回答している。

8) 家庭用水の使用量

図 2.2.38 は一人当たりの一日の家庭用水使用量を示している。一人当たりの一家庭用水使用量は乾季の場合は 1.3 リットル (liter : L) から 81 L の範囲で推移している。雨季の場合は 1 L から 62.9 L の範囲で推移している。対象世帯は 5 L 未満から 24 L の間に広く分布している。

使用量の中央値は乾季で 11.2 L、雨季で 10 L となっている。両季節において、25%以上の世帯が 5-9 L の範囲に属している。一人当たり一日 30 L 以上使用している世帯は少ない。

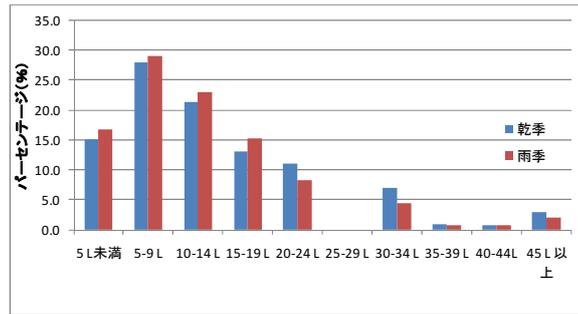


図 2.2.38 家庭用水使用量 (L/capita/day)

9) 水質に対する満足度

図 2.2.39 は水質に対する満足度を示している。

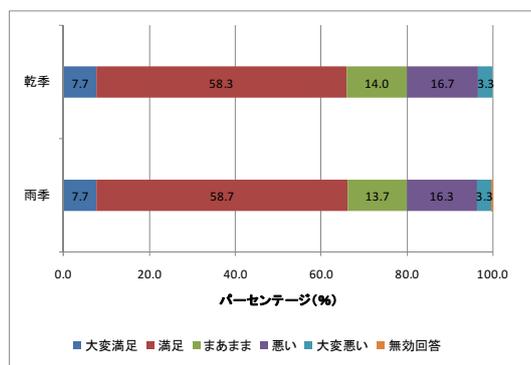


図 2.2.39 水質に対する満足度

季節による満足度の変化は見られない。66%の世帯が水質に満足している、または、大変満足していると回答している。水質が悪い、または、大変悪いと回答した世帯は乾季、雨季ともに約20%であった。水質に満足していない理由を図 2.2.40 に示す。

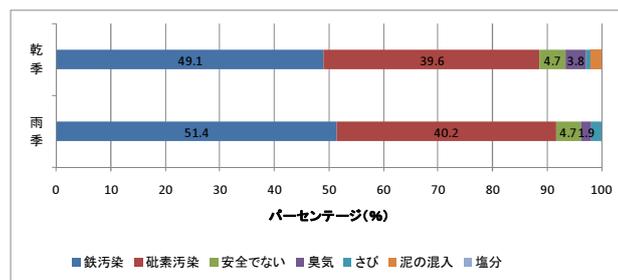


図 2.2.40 水質に満足していない理由

40%の回答者は砒素汚染が水質に満足しない理由であると回答した。砒素汚染は明らかに水質に対する不満の要因となっている。しかし、約50%の回答者は鉄汚染が水質に満足しない理由であると回答しており、水質について鉄汚染は砒素よりも大きな不満要素となっていることが分かった。鉄汚染と砒素を合わせると、水質に満足しない理由の約90%を占めている。

6)水源の項で述べたように、41%の回答者が砒素濃度未確認浅井戸または砒素に汚染された浅井戸を使用していると回答している。図 2.2.41 はそれらの回答者が水質をどのように

思っているのかを示している。

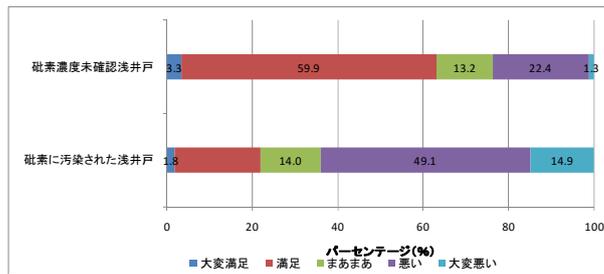


図 2.2.41 砒素汚染水源および砒素汚染未確認水源使用者の水質に対する満足度

63.2%の砒素濃度未確認浅井戸利用者が水質に満足、または大変満足していると回答している。砒素汚染浅井戸を使用している人でも 22%がそのように回答している。この結果を考慮すると、砒素汚染に対しての正しい知識を持っていない住民や、正しい知識があっても、それが行動につながっていない住民がいることがうかがえる。

10) 社会基盤についての生活改善優先順位

図 2.2.42 は生活改善のための優先順位を示している。

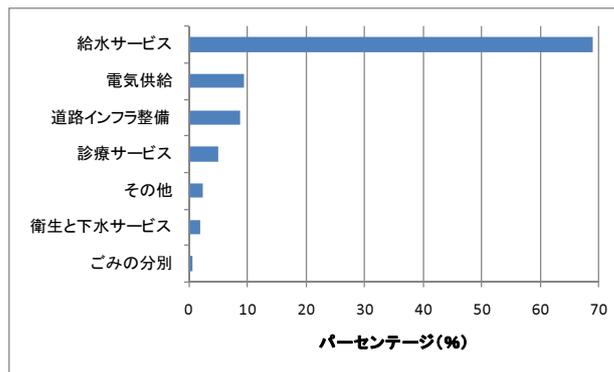


図 2.2.42 生活改善における第一優先事項

69%の回答者は給水施設、給水サービスの向上を求めている。電力供給が 2 番目に高い順位となっているが、その割合は 9.3%であり、給水施設、給水サービスとは 60 ポイント以上の開きがある。

11) 家庭内での水汲み担当者

図 2.2.43 および図 2.2.44 は家庭内での水汲み主担当、副担当を示している。

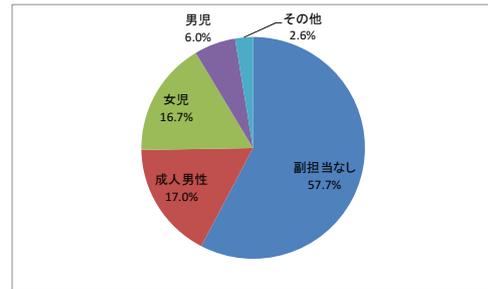
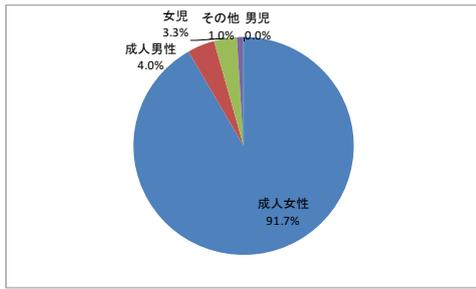


図 2.2.43 家庭内での水汲み担当 (主担当) 図 2.2.44 家庭内での水汲み担当 (副担当)

91.7%におよぶ回答者が水汲みの主担当は成人女性であると回答している。次いで成人男性が4%、女兒が3.3%という割合になっている。男児が水汲みの主担当であるという回答はなかった。成人女性と女兒を合わせると95%を占め、このことは水汲みが圧倒的に女性の担当となっていることを示している。

12) 性別ごとの給水に対する要望

図 2.2.45 および図 2.2.46 は水供給に対する要望を示している。

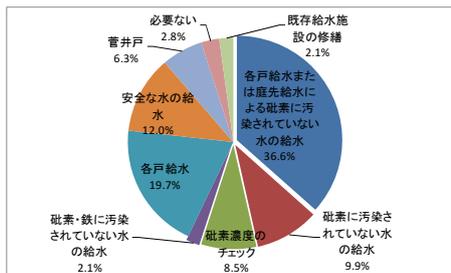


図 2.2.45 女性回答者の水供給に関する要望

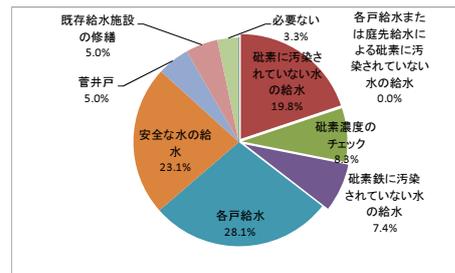


図 2.2.46 男性回答者の水供給に関する要望

57.1%の女性回答者と47.6%の男性回答者が砒素に関連した事項を挙げた。砒素関連事項として、

- 砒素に汚染されていない水源を利用した水供給 (各戸給水または庭先給水)
- 砒素に汚染されていない水源を利用した水供給 (各戸給水または庭先給水以外)
- 水源の砒素濃度のチェック
- 砒素および鉄に汚染されていない水源を利用した水供給、が挙げられる。

これらの回答者のうち、36.6%の女性回答者が砒素に汚染されていない水源を自宅もしくは自宅近くに持ちたいと答えており、この回答が女性の中で最も高い割合を占めている。男性の場合はこの回答は2番目に高い割合を占めており、その割合は18.8%である。これは現在短時間で水汲みができる状況があるため、特に水汲み労働を担当する女性は現在の状況を変えたくないとの思いがあると考えられる。

同時に、砒素には限定していないが、安全な水の給水と管路給水による水給水に対する要望も高い。19.7%の女性回答者と 22.8%の男性回答者が管路給水による水の給水を求めている。

(4) 考察

社会条件調査から得られた観察点を以下に述べる。

1) 井戸が掘削された際に現状が向上すると期待される項目

本計画により調達されたリグを使用して深井戸が掘削された際に現在の状況が向上されると期待される項目を二点述べる。

まず、始めに現在砒素に汚染された水源または、砒素汚染濃度未確認の水源を使用している住民の割合が低下することが期待される。本調査においてはおよそ 41%の住民が砒素に汚染された水源または、砒素汚染濃度未確認の水源を使用していることが明らかとなった。深井戸の掘削はこれらの住民に大きな利益をもたらすと考えられる。

二点目として、砒素に汚染されていない水の使用によりに砒素中毒患者が減少すると見込まれる。砒素中毒減少は医療費の減少のみならず、労働力の創出につながると予想されるため、世帯収入も増加することが期待できる。

2) 啓蒙活動と施設の運営維持に対する訓練の有用性

本調査の結果から、啓蒙活動と運営維持に対する訓練の実施は本プロジェクトの効果を向上するために大いに有用であると考えられる。表 2.2.12 に調査から明らかとなった調査対象世帯の傾向と深井戸が掘削された際に予想されることを述べる。

表 2.2.12 調査対象世帯の傾向および啓蒙活動や運営維持管理に関する訓練実施により予測される効果

現在の傾向	深井戸が建設された際に予想されること	啓蒙活動および運営維持管理に関する訓練実施により予想される効果
水源までの距離が短い	自宅から離れた深井戸を利用することに難色を示す。	住民が砒素に汚染されていない水源を使用することの大切さを理解し、深井戸または既存の代替水源を使用する住民が増加する。
水汲み場での待ち時間がない	深井戸に利用者が集まるとその水源を利用することを好まない。	砒素に汚染されていない水源を使用することの大切さを理解することで、水汲み場での待ち時間が発生したとしても深井戸を使用する住民が増加すると思われる。また、現在稼働していない既存の代替水源も適切な修理がなされ、使用されるようになれば、代替水源一基毎の住民数は減少すると考えられる。
水に対して対価を支払っていない村落が多い	施設の運営維持管理に必要な水料金を支払いたがらない住民が多く、十分な水料金を回収することが難しい。	運営維持管理には費用が必要となるが、砒素に汚染されていない水源を利用することにより得られると予想される、健康状態の改善等の利点について説明し、理解を得ることは水料金の回収や永久的施設の運営維持につながると期待さ

現在の傾向	深井戸が建設された際に予想されること	啓蒙活動および運営維持管理に関する訓練実施により予想される効果
		れる。
砒素に汚染された水源または、砒素濃度が確認されていない水源を使用しているてもその水質に満足している世帯がある。	砒素汚染による中毒への知識が欠けているため、深井戸を使用することの利点を実感することが難しい。	人間の安全保障の観点から言えば、住民は砒素に関する情報を適切に知る権利を有している。砒素に関する啓蒙活動は住民が砒素について知るのみではなく、砒素中毒を避けるために行動するきっかけとなり得るため、啓蒙活動は本プロジェクトの効果を高めるために有益である。
全対象村落に代替水源があり、13の村では水委員会が設置されているが、残りの村落では委員会は設置されていない。また委員会が設置されている村落においても、土地所有者が修理に必要な経費を全て賄っているなど、委員会が必ずしもうまく機能しているとは言えない。更には、施設に不調が生じても修理をせずに放置されているケースがあることが明らかとなった。	給水施設が新設されても、委員会が設立されず、然るべき運営維持が行われない可能性がある。また、既存代替水源のように修理が必要になっても然るべき対応がとられない可能性がある。	運営維持管理に関する訓練を実施することは、施設の運営維持管理の責任元を明確にする、メンテナンスとしてやるべき項目を明確に伝える、スペアパーツの調達先や調達方法を伝える、DPHE との話し合いや DHPE からの協力が必要になったときの連絡先や協力体制を伝えるという点で非常に大切である。これらの訓練により、住民の意識が高まると期待される。

砒素に汚染されていない水源を使用することの大切さや、施設の運営維持管理には水料金を支払うことが必要不可欠であることに対して住民からの理解を得ることは掘削された深井戸を末永く使用するためには大変重要である。また、DHPE などにより啓蒙活動が行われ、適切な運営維持が行われれば、住民が現在稼働していない既存給水施設においても修理を行い、施設が再稼働する可能性がある。

3) 施設の円滑な運営維持に貢献しうる項目

調査では施設の運営維持管理を円滑に進めることができる事柄も明らかとなった。

まず一点目は多くの世帯が一年を通して毎月現金収入があることである。図 2.2.47 は対象 30 村落における調査世帯の現金収入の有無を示している。17 村落において、90%以上の世帯において毎月現金収入があると回答している。このことは施設運営維持管理費用を毎月集めることができる可能を示している。ハンドポンプの場合、スペアパーツにかかる費用は1年で約 3,000 BDT と見積もられている。バングラデシュでは1本の管井戸の利用者を 50 名にすることを目標としている。対象地域の1世帯当たりの人数は平均で約 5 名であるため、世帯数に換算すると、約 10 世帯で1本の井戸を使用する計算になる。この場合、スペアパーツについての1世帯当たりの月負担額は 25 BDT となる。この額は乾季の世帯月収中央値 (7,500 BDT) の約 0.3%、雨季世帯月収中央値 (5,500 BDT) の約 0.5%となる。一般的に水料金の上限は収入の 5%といわれており、この上限を大きく下回る。

一方でバドックデェア村、ボロドウドゥパティラ村、パラフダ村、アランプル村、アヌブナガール村では3もしくは4世帯が4カ月以上現金収入がないと回答している。したがってこれらの村落では水料金を毎月徴収することが難しいと予想されるので、水料金徴収方法の検討を含めた対策が必要であると思われる。

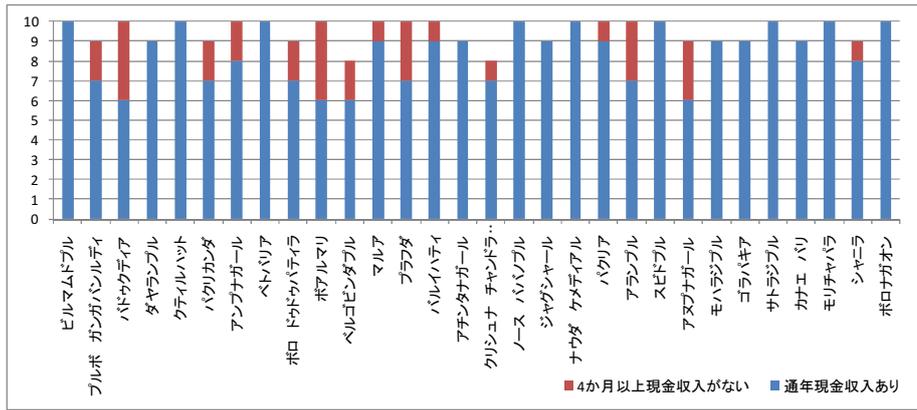


図 2.2.47 現金収入の有無

二点目は家庭の中での意思決定過程の参加者である。図 2.2.48 は家庭内での意思決定者を示している。

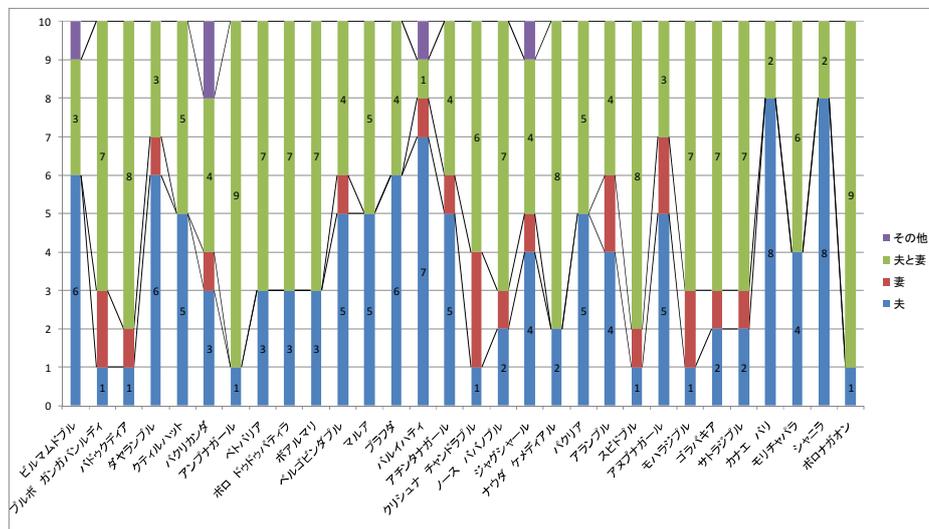


図 2.2.48 家庭内での決定権者の割合

図 2.2.48 より、プルボガンガバルディ村、バドックディア村等、多くの対象村落において女性が意思決定過程に加わっていることがうかがえる。こうした村落では啓蒙活動や運営維持管理研修に積極的に女性を巻き込むことが効果的であると考えられる。そうすることにより、水汲み担当者である女性の意見を聞き入れ、本当のニーズや運営維持管理の難点を探り、より住民にとって使用しやすい施設を提供し、それをより長く使用してもらうことが可能であるからである。また、水汲み担当者である女性が砒素に汚染されていない安全な水源を使用することの大切さを理解することも大切である。

三点目は、71.7%の家庭において、学校に通っている子供がいることである。このことは学校教育の一環として子供たちに対して啓蒙活動を実施することの可能性を示唆している。子供に対する教育はこうした類の啓蒙活動では効果的であるといわれている。子供たちが学校で学んだことを家庭で話すことにより、親も砒素の危険性や、砒素に汚染されて

いない水源を使用することの大切さを学ぶことができるからである。

四点目は運営維持活動の要となり得る世帯が対象村落の多くに存在することである。水源まで10分以上かかっている世帯に注目すると24世帯あり、それらの世帯の近くにも砒素に汚染された水源や、砒素濃度が確認されていない水源があるが、彼らは水汲み距離が長くなってもすべて砒素に汚染されていない水源を利用していることが分かった。また、このような世帯は対象村落のうち23村に存在することが確認された。世帯数としては少ないが、こうした世帯は砒素問題の軽減のための活動の中核となりうる可能性がある。

(5) 結論

砒素汚染は非常に複雑な問題である。砒素というのは味、色、臭いが全くない。また、長い間砒素に汚染された水源の水を使用していても、まったく中毒症状が出ない人もいる。このプロジェクトを実施することにより砒素に汚染された水源や砒素濃度未確認の水源を使用している住民が減少すると期待することができる。また、住民が安全な水源を使用できるようになれば、砒素中毒患者数も減少すると見込まれる。それは労働力を創出し、収入増加にもつながると思われる。考察でも述べたように、対象村落での傾向を考慮したうえで、啓蒙活動や運営維持管理に対する訓練を実施することはプロジェクトの効果を高めるために大変重要である。砒素に汚染されていない水源を設置する予定のない地域において啓蒙活動を行うことは住民に対して恐怖を与えるだけであり、住民は砒素の恐ろしさを知りながら、現在の水源を使用しなければならない。反対に、もし住民が施設の運営維持管理に対する正しい知識を持っていなければ、安全な水を供給するための給水施設をせっかく設置してもその意味が軽減してしまう。対象村落の状況を考慮し、適切な啓蒙活動や運営維持管理に対する訓練を実施することはこのプロジェクトに大きな利益をもたらすと考えられる。

2.2.4 環境社会配慮

(1) バングラデシュ国の環境影響評価制度

バングラデシュ国での環境影響評価に係る法規は主に以下の4つである。

- バングラデシュ環境保護法 1995 (The Bangladesh Environment Conservation Act, 1995)
環境保護、環境政策改善、環境汚染の軽減に係る法律である。
- バングラデシュ環境保護法 1997 (Environmental Conservation Rules 1997)
先のバングラデシュ環境保護法 1995 の改訂版として制定され、環境認証を受ける際の事業のカテゴリー区分等が記載されている。
- 工業分野 EIA ガイドライン (EIA Guidelines for Industries)
環境影響評価 (Environmental Impact Assessment: EIA), 初期環境調査 (Initial Environmental Examination: IEE) 実施の手順等について言及している。
- Environment Conservation (Amendment) Act 2010
環境保護地や重工業分野の環境認証について定めている。

バングラデシュ環境保護法 1997 および工業分野 EIA ガイドラインによると、バングラデシュでは事業実施の際、事業実施体は必ず環境省から環境認証を受ける必要があり、事業の分野により、緑、オレンジ-A、オレンジ-B、赤の4つに区分される。環境に与える影響が最も少ないとされる区分が緑であり、オレンジ-A、オレンジ-Bと続き、赤区分は4区分の中で最も環境に与える影響が大きいとされる。表 2.2.13 はそれぞれの区分の事業例をまとめたものである。

表 2.2.13 区分毎の事業例

インパクト	区分	事業例
小 ↑ ↓ 大	緑	テレビや電話機の組み立て、製本、楽器や合皮製品の製造等
	オレンジ-A	資本金 BDT500,000 以下の靴および革製品の製造、PVC を除くプラスチック製品の製造、レストランの建設等
	オレンジ-B	PVC 製品やアルミニウム製品の製造、レンガまたはタイルの製造、化粧品の製造、魚や肉の加工、公衆便所の建設等
	赤	尿素系肥料の製造、化学染料の製造、採鉱作業、鉄やスチール製品の製造、焼却炉の建設、配水管やガス管の設置や延長等

事業区分毎に環境認証を受けるまでの流れが異なるため、それらを図 2.2.49 にまとめる。

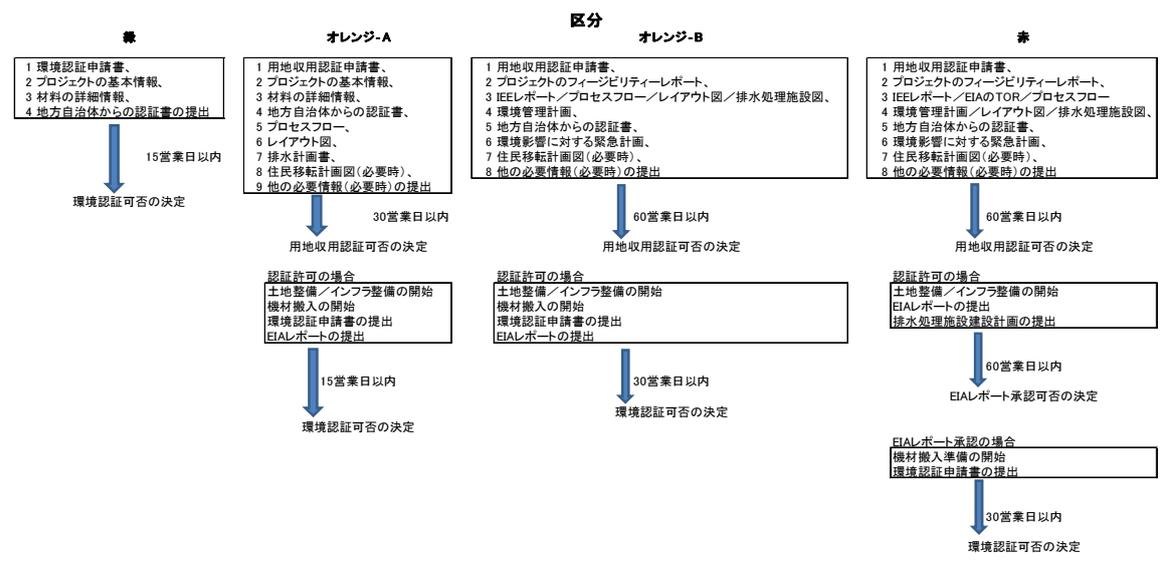


図 2.2.49 環境認証までの流れ

図 2.2.49 に示すように、緑区分に属する事業を実施する事業実施体は必要書類を環境省に提出し、その後 15 営業日以内に環境認証の可否が決定する。緑区分以外の区分に属する事業については、事業実施体はまず用地収用認証を受けなくてはならない。用地収用認証を受ける際の提出書類および認証の可否決定にかかる時間は区分により異なり、上図が示すとおりである。用地収用認証が許可された場合、オレンジ-A およびオレンジ-B 区分は環境認証取得に必要な書類などを提出の上、それぞれ上図にある期間内に環境認証の可否が決定される。赤区分については、用地収用認証を取得した後、EIA レポートに対する認証を受けなくてはならず、EIA レポートが承認されると環境認証取得のための書類等を環境省に提出することとなる。

(2) 影響評価

本計画は井戸掘削リグおよび関連資機材を調達する機材調達を内容としており、施設建設は行わない。したがって、本計画の実施そのものは、環境および周辺社会に対する負の影響は無い。

しかしながら、本計画が実施された場合、バングラデシュ側 (DPHE) は、調達資機材を用いて、本調査で作成したアクションプランに基づき深井戸建設を行うことになる。このため、その対象村落についての環境社会配慮についての検討を行った。

1) 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

アクションプランで掘削される井戸は、管路給水の水源となる生産井、およびハンドポンプ設置用のハンドポンプ井の 2 種類である。これらの主な仕様および数量を表 2.2.14 に示す。

井戸掘削期間中は、工事用敷地として約 30 m x 30 m の用地およびアクセス用地 (幅 3.5m 程度) が必要である。工事終了後は、建設された井戸用地を残して、現状に回復される。

表 2.2.14 アクションプランで掘削する井戸の仕様および数量

井戸の仕様	生産井	ハンドポンプ井
掘削口径	第1段：28 インチ 第2段：24 インチ 第3段：20 インチ	第1段：17-1/2 インチ 第2段：14-3/4 インチ 第3段：10-5/8 インチ
井戸仕上げ口径	6 インチ	2 インチ
掘削深度	最大 450 m	最大 450 m
掘削本数	25 本	35 本
掘削工事期間	60 日間/本	45 日間/本

2) 環境社会配慮スコーピング

本計画においての環境への負の影響は最小限と考えられるとして、JICA 環境社会配慮カテゴリーでは「C」と評価されているが、本調査においてはカテゴリー「C」で問題がないかどうかの確認を行った。本調査における環境社会配慮の検討を行う対象は、井戸掘削リグ調達後5年間にDPHEが井戸掘削を行う計画（アクションプラン）対象となる村落である。これらの村落の内、一部の村落については調査団による現地調査を行い、さらにDPHEとの協議により環境社会配慮面の評価を行った。なお、事業の概要は以下のとおりである。

表 2.2.15 に対象村落における貴機構のガイドラインに基づく IEE チェックリストによる評価の結果を示す。

表 2.2.15 IEE チェックリスト

No	影響項目	建設中	供用中	備考（根拠）
社会環境	1. 住民移転	D	D	井戸掘削対象となるサイトは、基本的には公共用地もしくは政府用地であり、土地収用・住民移転は生じない。DPHEの説明、および現地での聞き取りによると、仮に、対象サイトが私有地の場合、当該村落内での調整によりサイトとなる土地が支障なく提供されるとのことであり、サイトとなる土地の確保に問題は生じない。
	2. 地域経済	D	D	プロジェクトの実施により、砒素に汚染された水の使用を免れ、砒素汚染による疾病が減少することが期待できる。地域住民の健康が改善することは、地域経済にとって正のインパクトがある。
	3. 土地利用及び資源利用	D	D	井戸掘削サイトは、最大で 30 m x 30 m 程度の範囲である。井戸掘削後は、井戸周辺を除いて現状を回復するため、周辺の土地利用や資源利用に影響を及ぼさない。
	4. 地域の社会組織	D	D	本プロジェクトの実施により、施設の運営・維持管理を行う組織の組織化が期待されるため、正のインパクトがある。
	5. 既存のインフラ及びサービス	D	D	井戸掘削工事により、既存のインフラ及びサービスに影響を及ぼすことはない。
	6. 貧困層及び少数民族、婦女子等	D	D	プロジェクトの実施により、婦女子の水汲み労働を軽減することが出来る。また、これまで砒素に汚染された水の使用を余儀なくされていた住民が安全で清潔な水を利用できるようになるため、正のインパクトがある。

No	影響項目	建設中	供用中	備考（根拠）	
7.	利益・不利益の分配	D	D	清潔で安全な水の利用という利益を地域住民が共有することが出来る。地域住民に対する本プロジェクトの実施による不利益は生じない。	
8.	歴史遺産／文化財	D	D	すべてのサイトにおいて、歴史遺産や文化財は分布しないため、問題は生じない。	
9.	関係者による係争	D	D	水供給施設は村落水委員会もしくはポルシャバで管理される。DPHE や村落の関係者によれば、水をめぐる係争等はこれまでも生じておらず、今後も生じないとのことである。	
10.	水の利用、水利権、地元住民の利用権等	D	D	水供給施設は村によって運営されるため、対象村に対して好ましい影響を与えるものである。	
11.	公衆衛生	D	D	本プロジェクトを実施することは、安全で清潔な水の供給を促し、地域住民の公衆衛生改善に寄与する。	
12.	HIV/AIDS 等感染症等リスク	D	D	本プロジェクトの実施は、HIV/AIDS 等感染症等リスクとは無関係であり、問題は生じない。	
自然環境	13.	重要な地形・地質	D	D	すべてのサイトにおいて、重要な地形・地質は分布しない。
	14.	土壌（流失・侵食）・堆積	D	D	すべてのサイトが平坦な土地にある。井戸掘削工事中でも大量の水を排出しないため、土壌流出や堆積は生じない。
	15.	地下水	D	D	管路給水用の生産井、ハンドポンプ用の井戸ともに、揚水試験を実施して適正な揚水を図るため、周辺の地下水に影響を生じることはない。
	16.	河川流量・流況・水温	D	D	本プロジェクトで掘削する井戸は、深部帯水層からの揚水を行うため、表流水との直接的な水文・水理上の関係は無い。
	17.	海浜	D	D	すべてのサイトが内陸部にあり、海浜は存在しないため問題は生じない。
	18.	植物、動物、生態系	D	D	サイトにより多少の樹木の枝の伐採が必要であるが、生態系に影響を及ぼすような大規模なものではない。
	19.	気象	D	D	井戸掘削サイトは3.に記したように狭小であり、気象に影響を与えることはない。また、工事中の車両による排気ガスも気象に影響を及ぼすようなことはない。
	20.	景観	D	D	サイトによっては、リグの搬入時や工事スペース確保のために樹木の枝の伐採が必要であるが、伐採する範囲は極一部に限られるため、景観への影響はほとんど無い。
	21.	地球温暖化	D	D	工事期間中には工事車両からCO ₂ が排出されるが、地球温暖化に影響を及ぼすような量ではない。
公害	22.	大気汚染	D	D	掘削工事中に、車両からの排気ガスが発生するが、大量に発生するのではなく、かつ工事期間中に限られるため、問題は生じない。
	23.	水質汚染	D	D	井戸掘削工事により工事用水が周辺に排水されることはないため、水質汚染は生じない。
	24.	土壌汚染	D	D	井戸掘削工事において、土壌を汚染するような汚染物質は使用しない。
	25.	廃棄物	D	D	井戸掘削により、残土が発生する可能性があるが、大量ではないため、村落周辺において指定された場所への搬出が可能である。
	26.	騒音・振動	D	D	掘削工事中に、多少の騒音や振動が発生するが、著しいものではなく、かつ工事期間中に限られるため、問題は生じない。

No	影響項目	建設中	供用中	備考（根拠）
27.	地盤沈下	D	D	井戸からの揚水量は適性に行われるため、地盤沈下は生じない。
28.	悪臭	D	D	掘削工事中に、車両からの排気ガスによる臭気が発生するが、大量に発生するものではなく、かつ工事期間中に限られるため、問題は生じない。
29.	湖沼・河床の底質	D	D	井戸掘削工事により工事用水が周辺に排水されることはないため、湖沼・河床・低湿等への影響は生じない。
30.	交通事故	D	D	井戸掘削工事中には、サイト周辺で工事関係車両の通行がある程度増加するが、頻繁な通行ではない。村内の車両の通行時に必要に応じて交通整理員を配置することにより交通事故を防止することが出来るため問題は生じない。

注) 評価：

- A: 重大な影響が想定される
- B: 比較的軽微な影響が想定される
- C: 影響の程度が不明／詳細な調査が必要
- D: 影響は軽微である、または、影響はない

3) カテゴリー分類

表 2.2.15 に示すように本プロジェクトの実施による環境および地域社会への負の影響はほとんど生じないと考えられる。また、本プロジェクトにより、今まで砒素に汚染された水の飲料を余儀なくされていた人々が安全で清潔な水を得ることができ、水因性疾病の軽減等の正のインパクトがあると考えられる。したがって、本プロジェクトはカテゴリー「C」に分類されると評価される。

4) ソフトコンポーネント対象村落に対する環境社会配慮

本計画ではソフトコンポーネントとして、調達された掘削リグを用いて、深井戸掘削技術指導のための井戸掘削を調査対象地域内の3箇所に於いて行う。ソフトコンポーネントの対象となる村落は、表 2.2.16 に示す3村落である。

表 2.2.16 ソフトコンポーネント実施対象村落

州	県	郡	ユニオン	村
ダッカ	ファリドプル	ファリドプル ショドール	ポルシャバ	—
クルナ	ジョソール	チョウガッチャ	ジャガデシュプル	マルア
ラジシャヒ	パプナ	ベラ	ポルシャバ	シャニラ

対象3村落のサイトは、いずれも公共用地であり、ソフトコンポーネント実施に際しての土地収用の問題は生じない。

井戸掘削は泥水を用いたマッドロータリー方式で実施されるため、井戸掘削自体で粉塵が

生じることはない。ベントナイトやセメントの梱包を解く際には少量の粉塵が一時的に生じる可能性もあるが、周辺の環境に影響を及ぼす程の量ではないため、特段の問題は生じないと考えられる。

井戸掘削工事に際しては、車両のエンジン音や通行に伴う振動が発生することも考えられるが、長期に亘って著しい騒音や振動を与えるものではないことから、特段の問題は生じないと考えられる。

したがって、本計画におけるソフトコンポーネント実施による環境社会への負の影響は生じない。

(3) 環境影響の緩和措置案

アクションプランの実施に際して、環境・社会配慮面において考慮すべき問題は無い。

(4) ステークホルダー協議

調査団は、各村落における調査に際して、調査の内容、目的等について村落の代表者および関係者に説明を行い、調査実施について各村落の協力を求めた。各村落は計画の実施を歓迎し、調査への協力を約した。

2.3 その他

本プロジェクトの実施は、次のような事項について関連があると考えられる。

ジェンダー問題

水汲みは女性の担当となっており、砒素に汚染されていない水源を使用するために水汲みに長時間を要している女性もいる。砒素に汚染されていない水源が近くにできることは、こうした女性たちの水汲み労働を軽減することにつながる。このことは就業や就学の機会を創出できる可能性がある。

人間の安全保障

飲料水や生活用水は人間の生にとってかけがえのない中枢部分とも言え、砒素に汚染された、または、汚染されている可能のある水源の使用を余儀なくされている住民は不安を感じたり、健康被害を被ったりしている。砒素に汚染されていない安全な水源を提供することにより、住民の安全な生に寄与すると言える。

貧困削減

砒素に汚染されていない水源を使用することにより、砒素中毒患者数が減少することが期待できる。このことは労働力の創出につながり、やがて収入の増加につながる事が予想される。

援助潮流

我が国はバングラデシュ国に対する援助の基本方針として、「中所得国化に向けた、持続可能かつ公平な経済成長の加速化と貧困からの脱却」を掲げている。また、重点分野として、(1)

中所得国化に向けた、全国民が受益可能な経済成長の加速化、(2)社会脆弱性の克服が挙げられている。本プロジェクトの実施は、上述のようにこれらの重点分野に直接貢献するものである。