

バングラデシュ サイクロン・シドル災害現地調査について

1. 調査の概要

平成19年11月15日の夜に、バングラデシュ南西部に、サイクロンが上陸し、大規模な高潮災害をもたらした。

これを受け、高潮に対する防災の観点から、高潮災害の実態及び被災国の復旧・復興支援に関して必要なニーズ等の把握のため、現地調査を実施した。

なお、本調査は、「バングラデシュ国サイクロン災害復興支援ニーズアセスメント調査団（国際協力機構（JICA）」に参加・同行して行った。

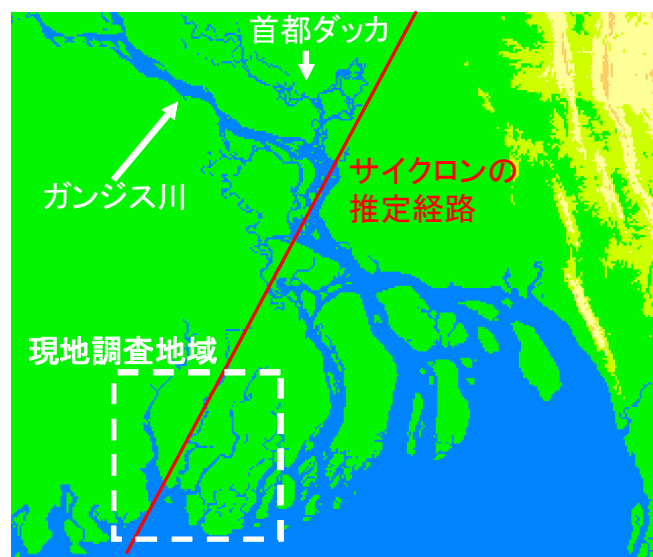
○調査期間 平成19年12月8日（土）～18日（火）

○調査員 国土交通省河川局治水課河川保全企画室 課長補佐 吉田 大
国土技術政策総合研究所海岸研究室 主任研究官 加藤 史訓
（独）土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター（ICHARM）
上席研究員 田中 茂信

○調査箇所

【政府関係機関等との打ち合わせ】 ダッカ（首都）

【現地調査】ピロジプール、ポトアカリ、バゲルハット、バルグナの4県（南西部）



図ー1 サイクロンの推定経路と現地調査地域

2. サイクロン・シドルの概要

- 発生日時：2007年11月11日 ベンガル湾（17日に消滅）
- 上陸日時：2007年11月15日 18：30頃 バルグナ県パタルガタ付近
- 最大風速：1分間平均69m/s
- 最低気圧：944hPa

3. 被害の概要

- 死者3,363人、行方不明871人、影響人口約890万人（12/18現在）
- 国内64県のうち南西部を中心とした17県を中度の被災、9県を深刻な被災、4県（今回現地調査を実施）を最も深刻な被災地と指定。
- 橋梁、道路、堤防、水門、堰等のインフラや学校に甚大な被害。
- 潮・風による農作物への被害、家屋の倒壊、森林の倒木被害
- シュンダラバン（世界遺産のマングローブ林）の環境破壊
- 被害総額 約3,114百万ドル、復興費用 約458百万ドル、
長期的に災害に耐えうる対策費用 約1,351百万ドル

4. バングラデシュ国の支援ニーズ

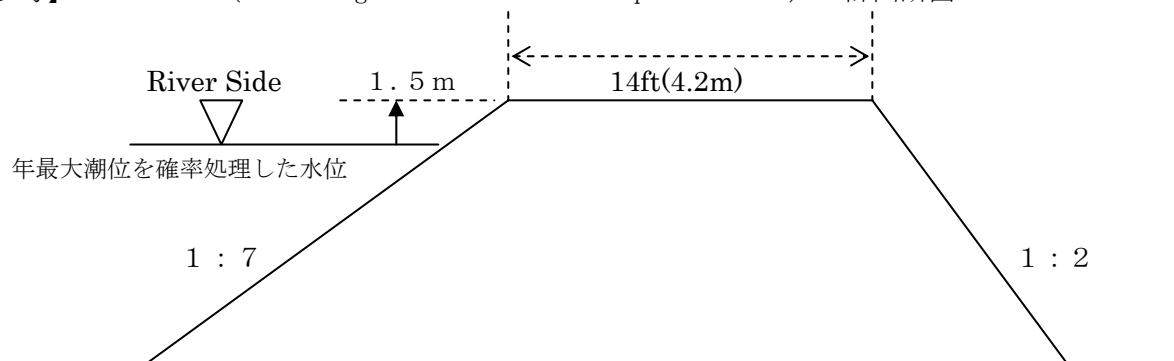
- 緊急的な支援ニーズ：食料確保、給水衛生施設の確保等
 - 中期的（4ヶ月後まで）な支援ニーズ：生計（漁業、畜産）の回復、住居の復旧、サイクロンシェルターの建設、森林等の回復、インフラの復旧、学校の復旧
 - 長期的な支援ニーズ：サイクロン予警報システムの改善、CPP※プログラムのエリア拡大、災害管理情報ネットワークの拡大、災害管理研修・研究所の設立
- ※CPP：Cyclone Preparedness Program

5. 項目ごとの被災状況について

【堤防等】

- 堤防：全管理延長 約9,943kmのうち、決壊（Full damaged）約367km、部分的な被害（Partly damaged）約2,015km。
 - ・堤防は一部には流されてしまった箇所があるが、多くの場所では一部は残存。
 - ・高潮の襲来前にすでに河岸侵食が進み、堤防前面の樹林や陸域を失っていたところでは被災程度はより甚大。
- 水門・堰等：全管理箇所 約13,949箇所 全壊（Full damaged）約325箇所、半壊（Partly damaged）約587箇所
- 護岸 全管理延長 約468km 全壊（Full damaged）約36km、半壊（Partly damaged）約25km

【参考】 Embankment（BWDB:Bangladesh Water Development Board）の計画断面



図—2

【その他インフラ】

○橋梁・道路は広範囲にわたり被害があるが、倒木の除去や緊急的な復旧が進み、調査時点では住民の生活を脅かす状況ではなかった。

（被災直後は道路際の樹木の倒木が相当程度あり、通行は極めて困難であったと思われる）



写真－１ 道路の現状

○ 樹木はいたるところで倒木。倒木の根堀による道路被災が多数見受けられた。



写真－２ 倒木の状況



写真－３ 倒木の根堀による道路の裏面の被災



写真－４ 根堀へ転落した車

【サイクロンシェルター】

- サイクロン来襲時には収容定員以上の人々を収容し効果を発揮。
- サイクロンによる倒壊などの被害を受けたサイクロンシェルターは皆無。
- 但し、避難希望者の人数が圧倒的に多く、さらなる建設ニーズが大きい。
- また、平時には学校として利用されており今後も多目的な利用の期待が大きい。
- ボルグナ、ポトゥアカリ県では300～500人しか避難していない。立ったままでこれ以上の収容は困難との判断で一度避難した人が帰った模様。



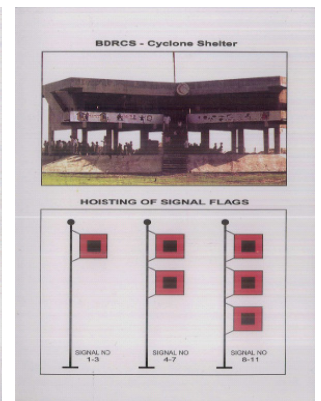
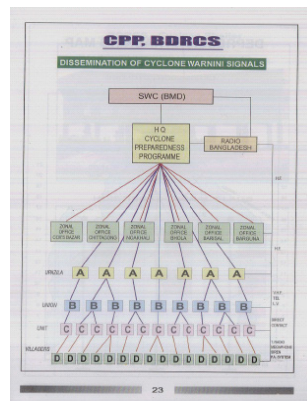
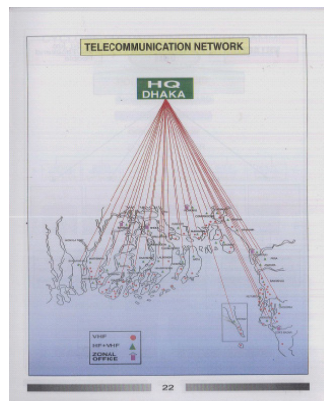
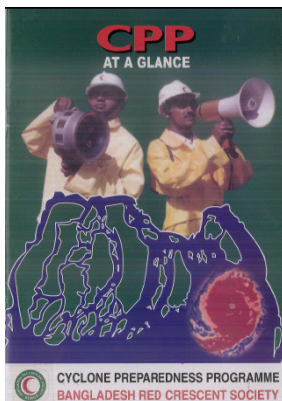
写真－5 サイクロンシェルター



写真－6 シェルター内の様子

【予報・警報・防災】

- サイクロン発生時には、気象レーダーからの情報が気象局に集まり、そこから住民まで届くシステムが整備済み。特に沿岸部では、C P Pにより体制が整備済み。
 - ・現在、南部の11県32郡で整備済み。スタッフ134名とボランティア約4万2千名で構成。



図－3 CPP のパンフレットより抜粋

- サイクロンの経路から100km以上離れているチッタゴン周辺においても、多数の住民が避難
- 今回もC P Pは機能し、住民まで確実に情報が伝達されていた。しかし、漁に出ている漁民などには情報が届かず多くの犠牲者を出す。
- サイクロン襲来の2か月前にインドネシア・スマトラ島沖の地震による津波警報が発令されていたが、その際津波が小さかったため、住民が警報を軽視したことがあった。
- 警報を認識していたにもかかわらず、家畜や家財を置いて逃げることをしなかった住民も多く見受けられた。

【住宅復旧】

○現地の家屋は、簡易な木組みと藁ふきやトタンふきの家屋が多く、その多くが風や高潮により倒壊していた（調査時には、かなり復旧。一部は堤防上などでテント生活）。



写真－ 7 倒壊した家屋



写真－ 8 強風と高潮で被災した集落



写真－ 9 堤防際のテント生活



写真－ 1 0 住居跡にテントで生活

○例年、雨期における水位上昇に対応するため、家屋は高床式や盛土式になっているが、耐風性は劣ると思われる。但し、そもそも簡易な構造であるため、低コストで早期に復旧できるという面もあると思われる。また、一般に多くの家屋は樹木で囲まれて風に強い配置となっている。



写真－ 1 1 被災をまぬがれた住居

【飲料水供給】

- 沿岸部では井戸による取水が困難なため表流水を浄化して利用する Pond Sand Filter が利用されている。
- 高潮により Pond Sand Filter に海水が浸入し、フィルター機能が損なわれるとともに、使用している池が塩水化し使用不可能となっていた。

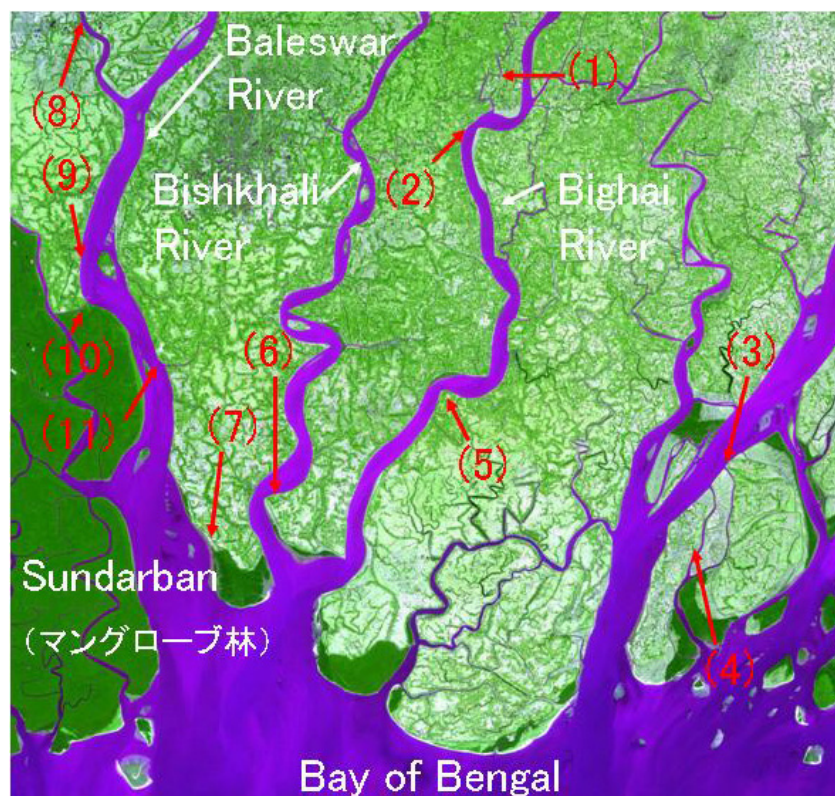
【生計の回復】

- 飲料水、食料といった緊急援助の段階が終わり、生活を立て直す段階に入っている。
- 高潮がのったことによる塩田化による米の収穫機会を失い、家畜、漁具が流出するなど、生活基礎を失っており、数ヶ月後の食料不足への対応、収入源の確保が大きな課題。

6. 被災箇所についての個別現地調査結果

○現地調査箇所

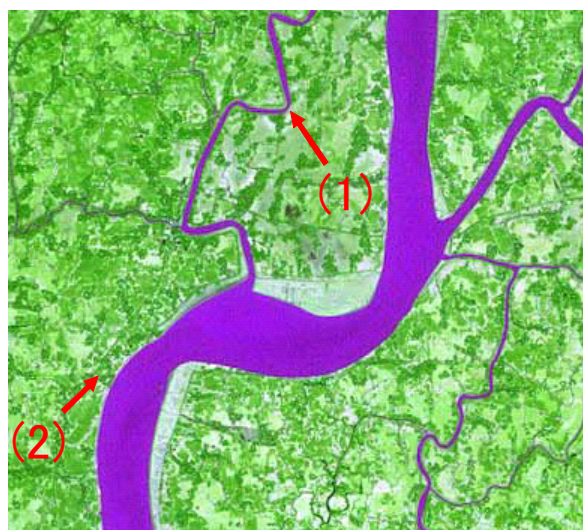
主な調査地点を図－４に示す。



図－４ 調査地点（NASA の衛星画像に加筆）

地点(1) Mirjaganj north

ポトアカリ県 Mirzaganj Upazila の中心都市 Mirjaganj の北東3km あまりに位置し、図－５に示すようにすぐ西側に幅約 100m の川の屈曲点がある。高潮はこの川を南から進入し、写真－１２でわかるように堤防を越えている。また、堤防前面の法面が滑って水中に没している。



図－５ 地点（１）、（２）の詳細位置
（NASA の衛星画像に加筆）



写真－１２ 被害状況
（越流および前面が滑っている）

地点（２）Mirjaganj south

Mirjaganj の南西 3 km あまりに位置し、写真－１３および１４に示すように、本川に繋がっている水路からの高潮によりハイスクールが１棟全壊している。また、残存している隣の棟では窓が破壊されている。



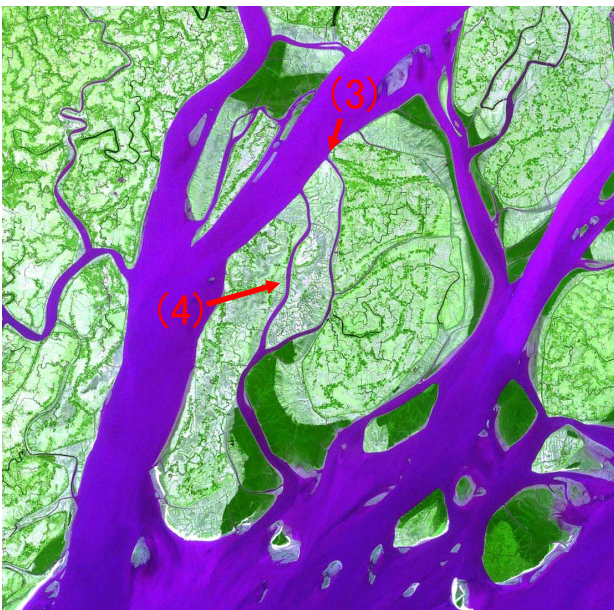
写真－１３ 高潮により破壊されたハイスクール



写真－１４ 高潮により破壊されたハイスクールの窓

地点（３）Koralia Bazar

図－６に示すようにポトアカリ県 Galachipa Upazila の南部の島の北端に位置する Koralia Bazar である。写真－１５に示すように、川沿いに Union 連絡道路が設けられているが、これは堤防ではない。この背後数百 m の所に堤防が位置している。道路の天端はレンガで舗装されているが、そのほとんどが高潮の影響で散乱している。



図－６ 地点（３）～（４）の詳細位置
(NASA の衛星画像に加筆)



写真－１５ 河川沿いのレンガ被覆の
Union 連絡道路の被災状況

地点（４）Kata Khali Bazar

地点（３）と同じ島の内部に位置する。写真－１６および１７は地点４に１９７０年頃に設置されたサイクロンシェルターであるが、写真のように老朽化が著しいため、使用されていない。



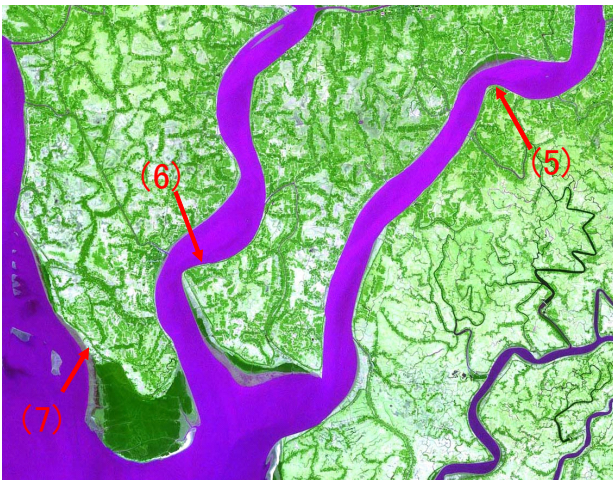
写真－１６ サイクロンシェルター全景



写真－１７ サイクロンシェルターの
１階天井の劣化状況

地点（５）Arpangashia north

図－７に示すように、バルグナ県 Amtali Upazila の中心都市 Amtali から 7km 西南西に位置し、川の屈曲点に面している。緩傾斜の堤防が設置されており、天端の洗掘状況から越流したものと考えられるが、大規模な破堤には至っていない。写真－１８はサイクロンで回転した住家である。



図－７ 地点（５）～（７）の詳細位置
（NASA の衛星画像に加筆）



写真－１８ 回転した家屋

地点（６）Naltona UP west

Barguna Sadar Upazila の中心都市 Barguna から 18km 南西に位置し、地点（５）と同様、川の屈曲点に面している。河口部までは約 10km あまりである。堤防は河岸侵食によりサイクロン来襲前に無くなっていたと言われており、無防備の状態でサイクロンの来襲を受けている（写真－１９）。写真－２０はこの背後地での住家の被害状況であり、１階部分が大きな被害をうけている。



写真－１９ 河岸の状況



写真－２０ 家屋被害の状況

地点（７）Padma Hat

Patharghata Upazila の中心都市 Patharghata から 5km 南西に位置し、河口部まで 7km ほどの位置にある Padma Hat である。ここはかつてマングローブ林の背後に堤防が位置していたが、サイクロン来襲前には、マングローブ林は無くなっていた。写真－２１は、堤防の背後にあった鉄筋コンクリート製のハイスクールが高潮で破壊されたものの残骸である。写真－２２は破堤地点の北端の様子である。40cm の方形コンクリートブロックが散乱しているものの、法面形状はほぼ原型をとどめていると考えられるとともに、ブロック護岸のあるところは越流による天端の洗掘等がみられるものの破堤は免れている。



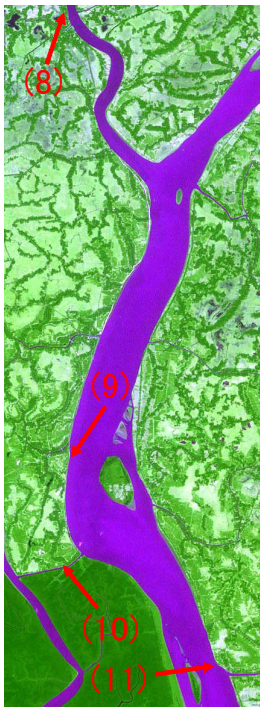
写真－２１ ハイスクールの被害状況



写真－２２ 破堤地点北側の状況

地点（８）Morrelganj

図－８のように、Baleswar 川の河口から約 60km 上流の右岸に位置する。川沿いの道路（水面から 2m 程度）は、レンガ 2 層積みで舗装されていた（但し並べているだけ）。道路上を 1.5 m（住民からの聞き取り）の深さで越流し、写真－２３のように川沿いの道路が侵食された箇所が見られるとともに、写真－２５のようにレンガの多くは内陸側に流出している。また、写真－２６のように川沿いの家屋が破壊されており、人口 2 千人の内 3 人が死亡とのことである。



図－８ 地点（８）
～（１１）の詳細位置
（NASA の衛星画像に加筆）



写真－２３ 川沿いの道路
の侵食状況



写真－２４ 堤内地の被災状況
（左：崩壊した家屋の跡、右：復旧した家屋）



写真－２５ 道路舗装のレンガ



写真－２６ 破損した家屋

地点（９）Southkhali north

Baleswar River（バゲルハット県とピロジプール県との境界）の右岸に位置する。河口からの距離は約 30km である。ここでは、高さ 3m 程度の河川堤防の上を 2m 以上の深さで越流し、完全には破堤していないものの、堤防が長い区間で侵食されていた。堤防の背後では、越流水により多数の家屋が流出しており、地点（１０）を含むこの地区において 800 人が亡くなったとの情報がある。また、川側に樹木が繁茂している箇所での被災は、樹木の無い箇所に比べて少なかった。これは、越流水の流速の違いが影響していると考えられる。



写真－２７ 堤防被災状況



写真－２８ 堤内地の被災状況



写真－２９ 堤内地の被災状況



写真－３０ 堤内地の稲の被災状況



写真－３１ 流出した堤外地の住居跡



写真－３２ 堤防際に避難した住民

地点（１０）Southkhali south

Baleswar River 右岸では最南端の集落である。世界遺産であるシュンダルボン（マングローブ林）との間は、人工的に掘られた水路（W=200m程度）で隔てられている。高さ3m程度の堤防を越流して堤内地に海水が入っており、堤内地でも多くの家が流されたとのことである。堤防の外側にも集落や林があり、堤防の天端高は維持されていたが、写真－34のように侵食がのり肩において見られる。道沿いには、遺体が埋葬されている小塚が多く見られた。



写真-33 最南端の堤防
(堤内地から撮影)



写真-34 堤防被災状況
(左：堤外、右：堤内)



写真-35 最南端の河岸



写真-36 堤内地の水位痕跡

地点（１１）Sapleza

Baleswar River の左岸に位置し、図－8のようにその下流に比べると川岸が張り出している。ここでは、写真－37～39のように高さ3m程度の堤防が侵食されるとともに、その背後で越流水により甚大な家屋被害が生じていた。この地区では、写真－40のように堤防の上を3m以上の深さで越流し、警報に従わなかった49人が死亡したとのことである。また、堤防の表のりでも侵食が見られ、波浪の影響もあったと考えられる。さらに、堤防の天端やのり面にある木が強風で根から倒れ、堤防の強度を下げたと思われる。

なお、堤防は周辺の田などからブロック状に掘削された粘土を用いて作られており、転圧状況に応じて写真－41のように比較的一様な材料になっているものや、写真－42のようにブロック状の構造が

残っているものが見られた。



写真-37 堤防被災状況
(左：堤外、右：堤内)



写真-38 堤防被災状況



写真-39 被災した堤防



写真-40 堤防上



写真-41 堤防断面



写真-42 堤防の侵食状況