

開発途上国の建築物の地震被害軽減戦略に関する基礎的研究 <バングラデッシュのサイクロン災害との比較検討>

Basic Study on Strategies for Earthquake Disaster Mitigation on Buildings in Developing Countries -Comparative Study with Cyclone Disaster in Bangladesh-

○ 檜府龍雄¹, 馬場仁志¹, 石渡幹夫¹, 石山祐二², 永見光三¹,
 Tatsuo NARAFU¹, Hitoshi BABA¹, Mikio ISHIWATARI¹, Yuji ISHIYAMA¹, and
 Kozo NAGAMI¹

¹ 独立行政法人 国際協力機構

Japan International Cooperation Agency (JICA)

² 北海道大学名誉教授

Professor Emeritus, Hokkaido University

International donor community has been conducting various projects to mitigate earthquake disasters on buildings in developing countries. However there is still a long way to achieve a final goal of reduction of disasters. Difficulties could be classified into two, issues specific to each of fields and those common in various fields in technical assistance to developing countries. This is a basic study on strategies on disaster reduction of buildings through the latter issues with learnings from successful achievements on Cyclone disaster management in Bangladesh.

Keywords : earthquake, disaster mitigation, developing countries, Cyclones, Bangladesh

1. 背景、目的

開発途上国に対する技術協力については、これまで、日本を含む多くの政府援助機関、国際機関、国際NGOなどが、農業、医療、保健衛生、教育、インフラ整備など多くの分野で実施してきている。当初は、開発途上国も先進国と同様の発展経過を辿る、その中で、先進国の技術を移転することによりその発展を加速することができると考えられていたが、開発途上国では国民性や経済社会条件が先進国とは大きく異なり、多くのプロジェクトは期待通りには進捗しなかった。これらの困難性は、それぞれの個別分野に特有のものに加えて、開発途上国に対する技術協力全般に共通するものも多い。このような状況の下、開発途上国に対する技術協力の困難にも拘わらず、長年の試行錯誤の積み重ねにより相当程度の効果を実現している分野がある。

地震防災分野、特に開発途上国において被害が著しい建築物の被害軽減を目指したプロジェクトもこれまで種々実施されてきているが、個々のプロジェクトの目標についての十分な実現でも容易ではなく、更にその上位の最終的な目標である耐震性の高い建築物が増えることにより被害軽減が達成するまでの道筋はなかなか見えてこない。本論は、こうした実情を踏まえて、成果を上げている事例としてバングラデッシュにおけるサイクロン災害対策を取り上げ、これまでの取り組みの概観、成果を上げることができた要因の分析を行い、建築物の地震被害軽減の分野における、今後の効果的な取り組みのための戦略についての知見を得ようとするものである。なお、本稿は、「開発途上国の建築物の地震被害軽減戦略に関する基礎的研究<国際協力の潮流からのアプローチ>」（参考文献(6)）を踏まえて執筆したものである。

2. サイクロン災害とその対策

(1) サイクロン災害の状況

バングラデッシュは、14.4 万平方キロの国土（日本の約 40%）に、1 億 4232 万人（2011 年 3 月時点。外務省。）の国民が暮らす、世界で最も人口密度の高い国の一つである。国土の大部分は、ガンジス川デルタを中心とする低地であり、洪水¹⁾やサイクロンによる災害が頻発している。特にサイクロン災害は、潮位が上がりやすい自然条件²⁾や、被害を大きくしがちな社会的な条件（災害に対する脆弱性）が重なり、甚大な被害を繰り返している。1960-1991 年の間に、1,000 名以上の死者を発生させた災害が 9 回発生し、死者数が多い災害としては、1970 年：50 万人、1991 年：14 万人、更に被害者 1 万人以上の災害がこれら以外に 4 回発生している。そして、こうした甚大な人的な被害の背景として、災害危険の高い地域で生計を立てざるを得ない低所得の農民の存在、避難中の略奪を懸念しなければならない治安状況、女性が災害弱者となっている社会環境などが指摘されている。

(2) サイクロン対策の概要

① サイクロン対策の推移

バングラデッシュにおいて、1960 年代にサイクロンの被害が相次いだことを受け、その対策として政府によりコミュニティセンター兼サイクロンシェルターを 2,000 棟建設する計画が承認された。しかしながら、財政難から 132 棟の建設で計画は断念された。その後、1970 年の大災害以降、世界銀行やバングラデッシュ赤新月社、NGO の協力により、主に学校兼サイクロンシェルターが建設されたが、その数は約 300 棟に留まった。

その後、1987 年、1988 年の大洪水とサイクロンにより大災害が発生したため、バングラデッシュ政府は 1988 年に全国洪水防御計画 (NFP) を作成、これを基に世銀の調整の下、関係ドナーが参加して洪水対策計画

(Flood Action Plan:FAP) が策定された。この中で、堤防とサイクロンシェルターの建設などによる、洪水・高潮災害対策計画が提案されたが、海外からの支援を必要とする大規模事業は十分に実施されないまま推移した。

1991年4月に14万人の死者を発生させたサイクロンが発生したため、国際機関及び援助国の間で、緊急にサイクロンシェルターの建設を行うことの必要性が再認識され、1993年7月に国連開発計画(UNDP)と世界銀行の協力により、「多目的サイクロンシェルター計画に関するマスタープラン」が作成された。その後、種々の国際機関、援助国、NGOにより、サイクロンシェルターの建設が進められてきている。

その後の「ミレニアム開発目標」や同国の貧困削減ペーパー³⁾において防災の重要性が示され、「兵庫行動枠組み2005-2015(HFA)」、「国連気候変動枠組条約(UNFCCC)」、「南アジア地域協力連合(SAARC)災害管理枠組2006-2015」などの国際的な防災に関する動きを受けて、2010年に、同国初の中長期的、包括的な防災計画である「国家防災計画(National Plan for Disaster Management 2010-2015)」が策定された。その中では、2,000棟のシェルターが必要とされ、主体別の建設棟数や、地方の防災組織の立ち上げとその活動を支援する運営センターの設立が記載されている。

②サイクロン対策の概要

サイクロン対策は、サイクロンシェルターに直接関連する施策以外にも、堤防の整備・維持管理、堤内地のインフラ整備、防災教育、塩害対策などから、地域開発的な幅広い視点の取り組みまで総合的に進められているが、ここでは犠牲者の低減に中心的な役割を果たしているサイクロンシェルターとそれに関連する施策を見ていくことにする。

<サイクロンシェルターの建設>

前述の「国家防災計画(2010-2015)」における2,000棟のサイクロンシェルターについては、初等・社会教育省(Ministry of Primary and Mass Education:MOPME)が、学校を兼ねたものを507棟、他の省庁、関係機関、NGO等が300棟程度、食糧・防災省(Ministry of Food and Disaster Management:MOFDM)の傘下の防災・支援活動部(Disaster Management and Relief Division:DM&RD)が1,200棟を建設することとされている。

<予警報の発信と伝達>

併せて、避難が行われるようにするための種々の取り組みが行われている。まず、避難の前提となる正確な予警報を発するのための、バングラデシュ気象庁による気象観測の強化がある。このため、気象レーダーの整備、観測、予測などに関する能力向上などが行われている⁴⁾。次に、予警報が関係機関や住民に早期かつ確実に伝達できるシステムの強化が必要とされる。この役割を担っているのが、食糧・防災省(MOFDM)の傘下の防災・支援活動部(DM&RD)の技術部門として設置された防災局(Disaster Management Bureau:DMB)⁵⁾である。気象庁が発した予警報は、防災局(DMB)から、食糧・防災省(MOFDM)の応急対応、復旧を所管する救援・復興局(Department of Relief & Rehabilitation:DRR)や関係省庁に伝達され、平行して、ラジオ、テレビによる報道、バングラデシュ赤新月社による活動であるサイクロン対策プログラム(Cyclone Preparedness Program:CPP)への伝達が行われている。このうち、救援・復興局からは、行政組織の流れに沿って、順次、県

(District)、郡(Upazilla)、行政村(Union)の防災担当を經由し、最終的に住民、コミュニティに伝わる仕組みとなっている。これに加えて予警報の伝達に大きな役割を果たしているのが、サイクロン対策プログラム(CPP)⁶⁾である。同プログラムは、危険性の高い地域内の郡、行政村レベルに事務所を持ち、ボランティアを組織した体制も有している。また、情報伝達のための独自の短波無線網を有し、現地では、旗信号、スピーカーのアナウンス、短波無線などにより予警報伝達をするほか、ボランティアが直接村を回り、サイレンやメガホンによりサイクロンの襲来を周知している。

(3) 防災対策の行政的な枠組みの形成

バングラデッシュの防災対策は、最も深刻な被害をもたらすサイクロンと洪水に対する対策を中心に実施されてきた。その後、前節に述べたように、国際的な防災に関する動きも受けて、2010年には、中長期的、包括的な防災計画である「国家防災計画」(対象は、洪水、サイクロン/高潮、竜巻、河川浸食、地震、干ばつなど多岐にわたっている)が策定された。また、災害リスク軽減と、緊急対応及び復旧・復興に関して、関係省庁、公共機関などの関係機関と、コミュニティ、住民のそれぞれが果たすべき役割、責任について規定する災害対応計画(Standing Orders on Disasters:SOD)が、1997年に策定された。さらに、防災に関する国の最高責任機関として、首相を議長とし、関連省庁大臣、閣僚、各軍の責任者などを構成員とする「国家防災委員会(National Disaster Management Council:NDMC)」や、その実務組織である「関係省庁防災調整委員会(Inter-Ministerial Disaster Management Coordination Committee:IMDMCC)」(議長:食糧・防災省大臣、副議長:内閣書記官、メンバー:関係省庁次官)が設置されるなど、行政的な体制の整備が図られてきた。

(4) サイクロン対策の効果

上記のような努力により、犠牲者数の面での大きな効果が生まれている。1970年には50万人にも及んだ犠牲者数が、1991年の災害では、死者、行方不明を合わせて14万人、2007年災害では、同約4千人にまで減少している。これらの災害は、自然現象としての規模、主要な被災地などが同一ではなく、厳密な比較はできないが、最高風速、潮位などは同レベルであり、災害により被災した全体人数(犠牲者でなく)では、1970年災害が最小であることを考え合わせると、同等レベルの災害に対して、犠牲者数で大きな効果を上げたと考えられる。

(5) 今後の課題

前節に見る通り、犠牲者数の面で大きな成果を上げているが、今後、解決していかなければならない課題はいまだ山積である。

① サイクロンシェルターの不足

第1に、サイクロンシェルターの量的、質的な不足がある。2009年のサイクロン「アイラ」の際の状況についての住民ヒアリングによれば、近くにシェルターが無い、シェルターの環境は酷く、横になるスペースも不十分、衛生状況も劣悪で下痢や皮膚病が発生、トイレが不足、食糧、水の備蓄が不十分などの問題が指摘されている。また、住民の多くがイスラム教徒で、女性が過密状態のシェルターに避難しにくいことも指摘されている。

② サイクロンシェルターの維持管理

シェルターのほとんどは、初等教育の学校などとして使用されているが、予算の不足により、維持管理、所要の修繕などに支障がでている。良好な利用やコミュニテ

イ自身による維持管理などの基盤となる、コミュニティの参加とオーナーシップの醸成が期待されている。

③ 予警報の伝達

農村地域において、個々の住民に確実に予警報を伝達することはまだまだ大きな課題となっている。特に、救援・復興局から、県、郡、行政村へ伝達される行政ルートは十分に機能していないことが指摘されている。

④ 防災教育

予警報が伝達されていても、多くの住民は事前に避難せず、目の前に危険が迫って初めて避難を行う場合が多いことが報告されている。その背景となっている、家財、家畜が心配、シェルターが遠い、シェルターの環境が劣悪などの状況の改善が急がれるが、同時に、基本となる住民のリスク認識の向上が必要である。

⑤ 生計への影響の軽減、生活環境の改善

災害による死者数は大幅に減らすことができたが、家財、家畜、農作物に対する被害はまだまだ深刻である。特に海水に浸かった土地は塩害が抜けるまで耕作に支障をきたすため、コミュニティを水害から守るための対策も進められている。沿岸部に形成されているポルダーと呼ばれる日本の輪中堤のような堤防の整備はその中心的な施策である。堤防の機能回復、強化、嵩上げや水門等の整備などが行われている⁷⁾。

また、これらの災害危険地域の住民の大部分は、農業、漁業や、建設工事の日雇い労働などに従事する貧困層であり、雇用の確保、収入の向上などが欠かせない。生活環境も、安全な水、トイレの不足、電力、燃料等の不足などの多くの問題を抱えており、こうした課題にも取り組む必要が指摘されている。

3. サイクロン対策に関する考察

(1) これまでの主要な取り組みの概観

前章に見る通り、バングラデシュは、災害に対して脆弱な自然条件、社会的条件により、頻繁に甚大な被害を被ってきた。大規模災害の度に国際的なドナーコミュニティの注目を集め、対策が立案されるが、必ずしも着実に実行されることは無く、同様の災害を繰り返してきている。そうした中でも、徐々に対策の蓄積が図られ、死者数で見ると、同程度の自然現象（ハザード）に対しては、ほぼ半世紀をかけてようやく大幅な改善が実現したと言える。

(2) 死者数の減少を実現した要因についての考察

死者数の大幅な減少を実現できた要因として、下記の点があげられる。

- ① 先進国の通常風水害対策である堤防の建設ではなく、バングラデシュにおいて犠牲者数軽減に効果的なシェルターの活用を中心に実施したこと。
- ② シェルターが有効に活用されるよう、正確な予警報の発信、確実な伝達経路の整備が並行して実施されたこと。
- ③ 上記に対して、種々のドナー、国際機関が、協力を行ってきたこと。こうした側面は、先進国では機能していることが一般的のため、見落とされたり、当事国に任せられたりしがちだが、赤十字・赤新月社がキーポイントであることを把握し、長年にわたって予警報の伝達経路整備に地道に努力してきたこと。
- ④ バングラデシュ政府もこれらの動きに対応して、省庁横断的、コミュニティ参加などの体制の整備

を行ってきたこと。

- ⑤ ドナーの意欲の減退などの波はあったものの、大災害が繰り返された影響もあり、長年にわたり対策が継続されてきたこと。

4. 地震被害軽減に対する教訓

(1) サイクロンと地震との災害対策の比較

サイクロン対策は、公共的な施設であるシェルターの整備を中心に組み立てられているのに対して、地震災害の主要な対象である建築物は大部分が民間によるものであり、行政が直接的に取り組むことが難しいという、大きな違いがある。また、サイクロンは小規模なものは毎年、大規模なものでも数十年毎に襲来するのに対して、被害地震の発生周期は遙かに長く、不定期である。こうした違いにも拘わらず、地震災害についても該当する教訓が見えてくる。

(2) 地震被害軽減に対する教訓

① 目標の明確化と最適アプローチの特定

サイクロンに類似する熱帯性低気圧による災害は世界の広範囲において発生している。そこでは通常、堤防などの治水施設を中心とした防災対策が講じられている。バングラデシュにおいても、同様の発想が議論されたが、当地の、自然条件、経済社会条件と、それに対する資金面、実施体制面などの制約から、サイクロンシェルターというアプローチを考案し、対策の中心に据えている。このことから、対象国の条件に即して、既成の考え方に捉われない実践的なアプローチを考案することが必要であるとの教訓を見出すことができる。

翻って、地震防災分野を考えると、これまでの取り組みは、ユニバーサルな技術であると考えられている、地震学、耐震工学を、途上国に技術移転しようという考え方が根強いように思われる⁸⁾。これまでの多くの地震被害の現地調査において、先進国とは異なる被害パターンが報告されているが⁹⁾、こうした点に焦点を置いた調査や技術開発は必ずしも十分ではない。また、人的な被害の主要な要因となっているノンエンジニアドと呼ばれる庶民住宅についての取り組みも極めて限定的である¹⁰⁾。地震防災対策においても、対象となる各国における問題の把握と要因の分析、これに基づく実践的な対策の立案が必要と考えられる。

② 被害軽減実現のための全体のロードマップの明確化

予警報を、確実に主要な被災地である農村地域に伝達することは困難な課題である。また、予警報が信頼されていなければ、避難行動を起こさせることもできない。シェルターの利用、管理は、行政組織横断的となる難しい側面を有する課題であり、経年劣化に対応した維持管理の問題も顕在化している。こうした諸課題について、予警報の伝達のように比較的早期から認識され、取り組まれたものがあるなど、サイクロン対策では、早い時期に関係者に被害軽減実現のための全体像の認識が広がり、個々の活動の基盤となっていたと考えられる。

地震防災分野では、地震工学分野に加えて、建築行政、建設関係産業、更には、大部分の建物の発注者である民間企業、一般国民への働きかけも併せて必要であり、全体像の明確化と関係者間の共通認識化の必要性は高い。

③ ドナーによる取り組みと当事国の努力

度重なる甚大な被害もあり、多くのドナーがサイクロン対策に取り組んできている。多くがシェルター建設を行っている中、予警報の伝達について、赤十字・赤新月

社が精力的な取り組みを継続的に行っていることは特筆に値する。先進国の場合の主要なチャンネルである、行政組織による伝達が未だに十分機能していない中、独自の効率的な組織、機器の整備とボランティアの活用など、現地事情に即した取り組みは大変貴重な教訓である。また、正確な予警報の発信のための、能力育成、機材の提供を行ってきたJICAの取り組みも評価に値する。当事国であるバングラデッシュ政府も、防災対策という種々の側面を有し、省庁横断的な取り組みが必要なこの課題に対して、2. (5)防災対策の行政的な枠組みの形成に見られるとおり、国の主要な課題として取り組んできていることも重要な要因である。

一方、地震防災は、予防対策としては、発生周期が長く、発生予測が困難なため、リスクの認識がされにくく、取り組みが困難という面がある。また、建築物の大部分が行政が直接的な責任を有する公共施設でないことも問題を難しくしている。さらに、ノンエンジニアド住宅のように低所得層対策の性格が強い場合には、中央政府の主要な課題になりにくい国が多いという問題がある。前項のロードマップが明確になっていないことや、プレゼンスのアピールを重視しがちなドナーの姿勢もあり、これまでの多くの国での取り組みは、必ずしも効果的となっていないように見える。多くの分野で主張されているドナー間の調整が、この分野でも不可欠である。その中で、地震防災の多くの蓄積を有する日本が大きな貢献を行うことが期待される。

④コミュニティへの働きかけ

公共施設のシェルターが中心のサイクロン対策においても、避難の基礎となるリスク認識や、予警報の住民への伝達など、人命被害軽減においてはコミュニティの活動が鍵となっている。施策の中心が民間施設である地震被害軽減では、コミュニティへの働きかけは基盤的な活動と言える。特に、材料生産、建設などもコミュニティ内で行われるノンエンジニアドの場合は特に重要である。

5. 終わりに

本論では、地震被害軽減戦略の関する基礎的な研究の一環として、相当の成果を上げることができた分野との比較検討を行った。今後は、①キャパシティデベロップメント概念をベースとして、上位目標に照らして必要とされるキャパシティと現在のものとのギャップを埋めるというアプローチ ②兵庫行動枠組み2005-2015の戦略目標に掲げられた、開発における防災のメインストリーム化の視点からのアプローチの検討が必要である。なお、本稿は著者の個人的な考えを提示したものであり、所属組織の見解ではないことを付記する。

補注

- 1) 洪水に関しては日本のそれとは異なり、毎年国土の27%が水につかり、10年に一度の洪水では37%が湛水している。毎年繰り返されている規模の洪水状態を「ボルシャ」と呼び、伝統的な農業を保証するとともに、土壌の肥沃度を保ち、内水面漁業の漁場を提供してくれるもので、被害をもたらす洪水の「ボンナ」と区別している。(参考文献(1)第8章「資源としての水と水害」)洪水も、同国にとって最も深刻な災害の一つであり、サイクロン災害とは、発生の原因となる自然条件、社会条件などにおいて共通するものが多いが、本稿では、発生周期が長く、発生予測が困難で、死者数が多い地震災害と

- 2) の比較を目的とするため、対象をサイクロン災害とした。潮位を上げる主要な要因の一つは、強風による海水の吹き寄せ効果であり、それは、最大風速が大きいほど、水深が浅いほど、湾の長さ(風が吹き渡る距離)が長いほど大きくなる。バングラデッシュの場合にはいずれの要因も、潮位を高くするような自然条件となっている。

(独立行政法人防災科学技術研究所ウェブサイト: 防災基礎講座 災害はどこでどのように起きているのか)

- 3) 国際通貨基金(IMF)と世界銀行により始められた開発途上国における貧困削減のための包括的な国別の戦略であり、当該国により、国内関係機関や国際機関の協力により作成される。
- 4) バングラデッシュにおいて、不正確な予警報の発信が住民の信頼を失わせ、重大事態の際の予警報であっても避難が行われなくなってしまうという事態を経験しており、この分野も極めて重要である。
- 5) 1988年の大洪水、1991年のサイクロンにより多くの人命と資産が奪われたことを教訓に、復旧・復興に加えて、事前の被害軽減対策の必要性が認識されて設置された組織であり、防災に関する一連の取り組みの間の調整、総括、関連機関との調整等を実施している。
- 6) 1965年にバングラデッシュ赤新月社が、国際赤十字・赤新月社連盟に、サイクロン警報システム構築の支援の要請を行ったことからスタートした活動であり、1970年のサイクロン災害を契機に活動を充実させている。現在は、国際赤十字・赤新月社連盟とバングラデッシュ政府との共同プログラムとして運営されている。活動は、予警報の伝達以外に、避難所への誘導、救出活動、負傷者の手当て、復旧活動など多岐に亘っている。
- 7) こうした対策に伴う問題点への対応も必要とされている。堤防建設に伴い、退去をせざるを得なくなる住民(Floating People)への対応が必要である。また、定常的な洪水によるメリットである、肥沃度の維持、内水面漁業への悪影響も指摘されている。
- 8) 参考文献(6)参照。
- 9) RC部材の柱、梁の接合部における破壊、非構造材の外壁、間仕切壁の破壊、RC部材の主筋の継手部分(重ね継手、カブラーなど)におけるコンクリートあるいは継手の破壊、PC部材の接合不良など、日本のような先進国ではあまり見られない事例が多く報告されている。
- 10) 参考文献(7)参照。

参考文献

- (1) バングラデッシュを知るための60章、大橋正明、村山真由美編著、明石書店、2003年
- (2) バングラデッシュ国サイクロン常襲地における災害耐性強化にかかる情報収集・確認調査ファイナルレポート、独立行政法人国際協力機構、(株)オリエンタルコンサルタンツ、2012年8月
- (3) キャパシティ・デベロップメントの観点からのコミュニティ防災、独立行政法人国際協力機構国際協力総合研修所、2008年3月
- (4) バングラデッシュ洪水対策—Flood Action Planの経緯と現状—、馬場仁志、
- (5) 平成22年版防災白書、内閣府、2010年7月
- (6) 開発途上国の建築物の地震被害軽減戦略に関する基礎的研究<国際協力の潮流からのアプローチ>、榎府龍雄、石山祐二、永見光三他、地域安全学会梗概集No.31、2012年
- (7) ノンエンジニアド住宅の地震被害軽減方策に関する研究-学際的、業際的、国際的なアプローチの提案-、榎府龍雄他、地域安全学会論文集No.14、2011年