

3 - 3 災害対策事例

3 - 3 - 1 インド・グジャラート地震

1) はじめに

1月26日朝8時46分(インド時間、日本との時差3時間30分)にインドの最も西端に位置するグジャラート州でマグニチュード6.9の地震が発生した。震源地はグジャラート州ブジ市の北東20kmであった。被害はカッチ郡を中心に発生し、震源から300kmはなれたグジャラート州の最大の都市アーメダバードでも高層アパートが崩壊する被害が発生した。死者は3月7日現在で2万0717人に上っている。

筆者は地震発生からちょうど1ヶ月後の2月26日から3月6日まで日本政府の「インド西部地震災害復旧支援にかかる専門家要請背景調査団」の一員として現地を訪れた。そのときの知見をもとに、地震から1ヶ月を経過し、現在の状況とこれからの課題についてここで紹介しておきたい。

2) 一ヵ月後の被災地ブジ市

デリーからアーメダバードに飛び、陸路ブジ市に入った。ブジ市は人口7万ほどの町であるが、路上のマーケットは活気を呈していた。市街地の建物は全壊、半壊入り混じって、無傷の建物は全く無いといってよい。被災者のテント村は市街地の周辺に3箇所指定され、多くはそこで寝泊りしている。しかし街中には住んでいる人もおり、又営業している店舗もたくさんある(写真1)。実際我々も市内の被災したホテルに余震を恐れながらも宿泊することが出来た。

281床をもつ市の中央病院は地震によって倒壊しており、当日の朝にいた176人の患者のうち160名が死亡している。現在はプレハブによる仮設病院を開設して対応している(写真2、3)。より小さな集落でもヘルスケアセンターが被災し、仮設で対応している状況は同様である。水も市内に給水されている(写真4)。グジャラート州全体の状況でもあるが、この地域はサイクロンも多く発生するが、同時に旱魃もはげしい。通常の給水システムは井戸から各戸に給水車で給水され、それらが貯水タンクに貯められて使われている。乾季にはいくつかの井戸は水が出なくなるため、より遠い井戸からの給水を受けている。この地震によって井戸が崩壊する被害が出ているが、乾季の給水システムを拡大して作動させているために、日本で言う断水は起きていないことになる。学校も再開している。もちろん校舎は無く、シーツのような幕で区切られた土間で授業が行われている。役所もやはり同様であり、幕で区切

られたところで事務を執り行っている（写真5）。

3) 少ないインフラの被害

アーメダバードからブジまで陸路で移動したが、アラビア海に流れ出る大きな河川を渡る橋の橋脚が破損しているのと、いくつかの橋梁のアバットメントが被害を受けているのが見られたが（写真6）道路の路肩の損傷等は見られず、またトップヘビーな貯水塔もほとんど被害を受けていない（写真7）。

4) 現在の急務

被災地が当面している課題は6月から始まるモンスーンへの対応である。この地域は前述したように乾季は旱魃の恐れがある反面、ほとんどの降雨は雨季に集中する。被災者はとりあえずテント生活をし、病院、学校、行政もすべて土間にシートか板囲い程度であるので、モンスーンの降雨に対応できないことが明らかである。かろうじて住むことが出来る建物であっても破損部分からの雨漏りは防げない。その時期があと数ヶ月に迫ってきている。この地震による家屋の被害は全半壊合わせて90万棟に及び、これだけの仮設住宅を数ヶ月で供給することは明らかに難しい。3月初めの現地の朝晩はセーターを着るほどに冷え込むが、一日一度暑くなるといわれるほどに、4月から5月にかけて暑くなる。そのために被災者は再び生活の場を失い、また衛生状況の悪化が心配される。その意味では、この災害は地震で始まり、応急対応は一段落したと見えるが、まもなく必ずくるモンスーンを迎えて、いまだ進行中の災害であるといえよう。

5) 長期的な課題

応急仮設住宅の提供という、被災者へのモンスーン対応は急務としてあるが、一方で長期の復興、将来の防災対策に対して気のついたことを述べておくことにする。

6) 建築物の耐震性の強化

写真に見られる在来住宅は耐震性の視点から見れば明らかに弱い。これらの建物は地元の石工によって作られる。在来住宅は地域で得られる材料を用い、地域の建築技術で作られ、基本的に低価格で作られるものである。これらの建物に高い耐震性を要求することは実態とはかけ離れており、何らかの、地域で対応できる技術による強化を図ることが求められる。インドの技術は進んでいるといわれるので、ここでの問題は、石工をどのように教育していくかにあると思われる。

一方、エンジニアリングストラクチャーといわれるRC構造物（写真8）について

は、ルーキー大学のアリア名誉教授によると、建築基準を守って作られているものは被害が少ないそうで、最大の問題は基準が守られない現状にあるという。例えばとして指摘されたのは、地方自治体は建築基準法を守って建築することを求められているが、中央政府及び州政府が建築する場合はその遵法義務はないという。建築基準法のすべての建物への適用、建築基準法違反への罰則制度、建築設計者、施工管理者の責任所在の明確化といった建築基準法にかかる法及び制度の改革が課題であろう。

7) 都市の復旧

ブジ市はその中心に城郭で囲まれた約2 km²の旧市街地がある。この内部は古い建物と5～6階建ての建物が混在した密集地域(写真9)で、かつ狭隘道路が迷路のようになっている。ここは特にひどく被害を受けており、道路部分を埋めているガレキの除去も主な路地はほぼ済んでいるが、その内部にはいまだ手が着いていない(写真10)。当然のことながら建物自体のガレキ処理は全く進んでいない。課題はこの旧市街地をどうしていくのかという町の再建計画が全く見えてこない点にある。この計画を担うグジャラート州カッチ郡行政府は、旧市街地の住民のすべてを旧市街地外に集団移転することを決めているようである。しかし住民からは反対の声があがっているという。さらに旧市街地内の建築物はすべて被害を受けているものの、倒壊せずに空間を保っている建築物もあるため、そこには人が住んだり、商店や散髪屋を開いているところもあれば、銀行も営業している。この計画が明確にならないために、旧市街地のガレキの除去計画はじめ、すべての都市再建計画が進まない。ブジ市から南東に4.5 kmほど離れたアンジュールという町があり、この地震で大きな被害を受けているが、1957年の地震でも同様に被害を受けている。ここでは1957年の地震の際に集団移転を計画したが、住民はそれを無視し、前のところに住みついたそうである。行政は違法に住んでいるということで、防災性のある都市に復旧するためのなんらの措置もとれず、住民もなんらの支援を受けられずに街は再び脆弱なものとなり、44年後に再び同様の被害を受けたという。

地震は繰り返して起こる。この地域でも50年位を再現期間として起きている。災害の経験を生かすこと、そして同じ経験を再び繰り返さないための努力をして行かなければならない。今日、明日の問題ではないが、早急に取り組まなければならない課題は「防災を考えた都市計画」であり、この課題は日本の経験を生かして支援できる項目ではないかと感じたところである。

3 - 3 - 2 バングラデシュにおけるサイクロン警報システム

バングラデシュ気象局（BMD）は全ての種類の天気予報を委託されている。気象警報システムは、人々の苦痛を緩和するために発展し歴史に登場してきた。サイクロン警報システムはバングラデシュで有名な警報システムである。これに加えて、激しい降雨警報、スコール警報、あられ警報、霧警報などの他の警報もある。

1) バングラデシュの熱帯サイクロン・シーズン

3月中旬から5月及び9月から12月中旬がバングラデシュのサイクロン・シーズンである。

2) 熱帯サイクロン警報の発令

バングラデシュ気象局 BMD の暴風雨警報センター（SWC）は、熱帯サイクロンの警報及びあらゆる種類の警報と予報を出す責任部署である。サイクロン・シーズン中、SWC は人命や財産の損失を最小限度にとどめるため、適時的なサイクロン警報を発令するよう状況を注意深く監視する。

3) 適時的な検知及び警報発令という仕事

SWC の一般的な任務は、ベンガル湾におけるサイクロンの検知と適時的な警報の発令である。SWC がサイクロン関連情報を出すに当たっては、次に挙げる事項が必要となる：気象学者によるサイクロン形成の検知、陸地に接近するまでの監視、サイクロンの進路予測などである。さらに客観的な方法を開発中ではあるが、予報と警報の発令は今でも気象学者の経験に頼っている。

4) サイクロンに関連する服務規定：

サイクロンに関しては服務規定があって、関係する全ての省、部門、課、機関などが迅速かつ組織的に職務を果たせるようになっている。というのも、状況を効率的に処理するには行動のタイミングと迅速性が必要不可欠だからである。

行動には4つの段階がある：

- (1) 警戒段階（信号 No.1、2、3、4）
- (2) 警報段階（信号 No.4）

- (3) 災害発生段階 (信号 No.5、6、7、8、9、10)
- (4) 災害発生後段階(信号 サイクロンが通過した直後から正常状態が回復するまで)

(1) 警戒段階:

通常の業務の他にバングラデシュ気象局(BMD)は次に挙げる職務を確実に実行する:

- a) ベンガル湾に低気圧が形成すると 24 時間から 36 時間以内のできるだけ早い段階で早期警報を発する。
- b) 電話又はファックスを使用して CPP (サイクロン準備プログラム) へ低気圧について知らせ、CPP が「災害管理・救援省」の担当上級職員に情報を流すことを含めて適切な措置を取れるようにする。
- c) 電話又はファックスを使用して「Whirl Wind (旋風)」というコード・アドレスにある関係職員へ警報メッセージを送る。
- d) バングラデシュ Betar (ラジオ局) とバングラデシュ TV (BTV) へ特別天気予報を送り、それぞれの全ての局が放送できるようにし、また、全国紙へも予報を提供する。信号 No.3 が発せられたら直ちに、通常の送信時間以外に放送ができるように十分に継続的な協力関係が気象局とラジオ局 (Betar) やテレビ局 (BTV) との間に確立されなければならない。
- e) 特別天気予報を次に挙げる機関に送って適切な措置が取られるようにする: 災害管理・救援省、DMB (災害管理局)、救援・復旧理事会、CPP (サイクロン準備プログラム)、BRCS (バングラデシュ赤十字)。

(2) 警報及び災害発生段階

1. 次に挙げる段階ごとに警報メッセージを出さなければならない:

- a) 警報: 24 時間以前
- b) 危険: 少なくとも 18 時間前
- c) 非常に危険: 少なくとも 10 時間前

2. 警報メッセージには次に挙げる情報を含まなければならない:

- a) 暴風雨の位置
- b) 移動の方向と速度
- c) 影響を受けるエリア、可能なら地区の Upazilla (郡) を特定する

- d) おおよその突風開始時間（突風とは時速 32 マイルか 52 キロメートル）
 - e) 予想される最大風速
 - f) 高潮のおおよその高さ及び影響を受ける可能性のあるエリア
3. 「危険」及び「警報」の場合、警報メッセージはコード・アドレス「Hurricane（ハリケーン）」の下にある関係する省、部門、課などの事務局や職員に電信で送られなければならない。「非常に危険」の場合、警報メッセージはコード・アドレス「Typhoon（台風）」の下にある地方行政の関係する職員に電信で送られなければならない。別の適切なメッセージがコード・アドレス「Water ways（排水路）」と「Authority（当局）」の下にある関係する職員に電信で送られなければならない。
 4. 次に挙げる警報は、ファックスを用いてバングラデシュ Betar（ラジオ局）とバングラデシュ TV（BTV）へ送られ、全ての局からそれぞれ放送されること：
 - a) 早期警報（Early Warning）：ラジオ局が放送中の場合は受取ったら直ちに。それ以後は、BST（イギリス標準時）で 645、1210、1755、2325 時に放送する。
 - b) 警報（Warning）：受取ったら直ちに。それ以後は 1 時間毎に。
 - c) 危険又は非常に危険：頻繁に（危険信号は、30 分ごとに。非常に危険信号は中断なく 15 分おきに）又は気象局の勧告に基づいて。
 5. 警報メッセージを災害管理・救援省の制御室、救援・復旧理事会、CPP（サイクロン準備プログラム）、BRCS（バングラデシュ赤十字）へ送ること。
- (3) 災害発生後段階：
- サイクロンの影響と発せられた警報との整合性を評価する。
- a) 調査のために壊滅エリアからデータを収集する。
 - b) 発せられた信号についてそのエリアの人々の意見を評価する。

海港向けの警報信号

信号	意味
1. 遠距離注意信号 No.1	1. 遠距離の海上に時化になりそうな天候の区域があり、暴風雨を形成しそうである。
2. 遠距離警報信号 No.2	2. 遠距離の海上で暴風雨が形成された。
3. 局地注意信号 No.3	3. 港は時化に襲われる恐れがある。
4. 局地注意信号 No.4	4. 港は時化に襲われる恐れがあるが、危険が十分に存在しているようには見えない。
5. 危険信号 No.5	5. 港は暴風雨による厳しい天候を経験するだろう。
6. 危険信号 No.6	6. 港は暴風雨による厳しい天候を経験するだろう。この暴風雨はちょっとした又はおだやかな強度である。沿岸を横切り、Chittagong 又は Cox Bazar 港の北及び Mongla 港の西へ向かう見込みである。
7. 危険信号 No.7	7. 港は暴風雨による厳しい天候を経験するだろう。この暴風雨は軽い又はおだやかな強度である。港を横切るか接近する見込みである。
8. 非常に危険信号 No.8	8. 港は暴風雨による厳しい天候を経験するだろう。この暴風雨は非常な強度である。沿岸を横切り、Chittagong 又は Cox Bazar 港の南及び Mongla 港の東へ向かう見込みである。
9. 非常に危険信号 No.9	9. 港は暴風雨による厳しい天候を経験するだろう。この暴風雨は非常な強度である。沿岸を横切り、Chittagong 又は Cox Bazar 港の北及び Mongla 港の西へ向かう見込みである。
10. 非常に危険信号 No.10	10. 港は暴風雨による厳しい天候を経験するだろう。この暴風雨は非常な強度である。港を横切るか接近する見込みである。
11. 通信不能 No.11	11. 気象警報センターとの通信が遮断された。

内陸河川にある港向けの信号

信号	意味
1. 注意信号 No. 1	1. このエリアは一過性の時化による突風に襲われる。
2. 警報信号 No.2	2. 暴風雨がこのエリアを直撃する(船長が 65 フィート以下の船舶は直ちに避難場所を確保すること)。
3. 危険信号 No.3	3. 暴風雨がこのエリアを直撃する(全ての船舶は直ちに避難場所を確保すること)。
4. 非常に危険信号 No.4	4. 強力な暴風雨がこのエリアを直撃する(全ての船舶は直ちに避難場所を確保すること)。

死者数や損害は漸減し、現在最低レベルにあるようである。適時的で正確な予測や対策が世界中で評価されていると言われている。国際的な賞である「Smith Tumsuroch 賞」は、1998 年、バングラデシュ気象局 (BMD) 及びサイクロン準備プログラム (CPP) に共同で与えられた。CPP に担った役割は、高く評価され賞賛されている。CPP は、今後とも生命や財産の損失を最小限にする努力を継続するだろう。

上記の警報以外にも若干の警報がある。例えば、Kalbaishakhi スコール警報、航空警報、豪雨警報、霧警報、寒波・熱波警報など。これらの警報について簡単な解説が以下にある：

1. Kalbaishakhi スコール警報:

気象学者が風速 60 キロ/時以上を予測するような天候状態で、BMD は Kalbaishakhi スコール警報を、影響を受け易い区域に対して発令する。

2. 寒波警報:

最低温度が摂氏 8-10 度まで下がるときは穏やかな寒波、6-8 度のときは中程度の寒波、4-6 度のときは厳しい寒波が起こる。こうした場合、BMD は寒波の強度と長さに応じて警報を出す。

3. 霧警報:

薄い又は厚い霧があり、地表の視界が 3000m 以下である場合、BMD は河川及びその周辺のエリア及び空港に対して霧警報を出し、交通及び航空機の滑らかな運行を期待する。

4. 豪雨警報:

サイクロン、モンスーン低気圧、強力なモンスーン風などの最中に、過剰な降雨が短期間に起きる見込みの場合、豪雨により正常な生活が麻痺する可能性がある。こうした状況では、BMD が豪雨警報を出し、その強度及び期間を監視する。例えば、穏やかな豪雨は 22-44mm、豪雨は 45-88mm、集中豪雨は 89mm 以上。

5.航空警報：

航空機の離着陸がスムーズに行われるように、危険がある場合、航空警報が空港に対して発令される。例えば、低い雲、雷雨、豪雨、地表の視界が悪い場合、突風など。

BMDは、「バングラデシュの自然災害に関係した気象警報サービスを強化する」プロジェクトで日本政府の支援により現代技術を整備する予定である。さらに、同プロジェクトによりランプル及びダッカにレーダーが設置され、雷雨、竜巻、その他の気象関連及び水理関連の事象を検知することが容易となる。

信号システムは風速に基づいている。信号ナンバーは、サイクロンの風が増加するにつれて大きくなる。海洋及び河川向けの信号は混乱を回避するために新システムで統一される。新しく提案された信号が以下に解説されている：

海洋及び河川の港湾向け信号

信号	風速 (Kph)
1. 注意信号 No.2	20-40
2. 警報信号 No.4	41-61
3. 損害信号 No.6	62-87
4. 非常に危険信号 No.8	88-117
5. 非常に危険信号 No.9	118-170
6. 非常に危険信号 No.10	171 以上

新しい設備、近代技術、バングラデシュの新警報システムの運用を開始すれば、BMDはCPP及び災害管理と関係した他の組織と共同で、近い将来より効率的かつ容易に自然災害を処理することが必ずやできるであろう。

3 - 3 - 3 スリランカにおける洪水災害対策

1) はじめに

スリランカの最近の歴史に起ったある出来事からこの文章を始めるのもよい考えであろう。それは、1992年6月5日(世界環境デー)のことであった。南西モンスーンは、その日一晩中セイロン島を襲い、長い干ばつの期間を終わらせた。降雨は実に494mm(20インチ)にも達した。スリランカの首都コロンボは、洪水によってこっそりと静かに侵略されたのである。荒れ模様の天気のため人々はたとえ非常会議であろうと外出することはできなかった。夜中に人々は目覚め、寝室が2~3フィートまで浸水しているのを見つけた。人々はぼーっとして何が起こったのか分からなかった。翌日、コロンボとその周辺は麻痺状態となった。道路の多くは冠水し、交通は遮断された。国会議事堂は、座礁した船のように水中から突き出していた。議事堂へは近寄ることができなかった。一階部分は水没していた。低地を占領している、それは不法なことが多いのだが、多くの掘建て小屋住人は完全に貧しい人々である。マタラ、ラスナブラ、パティカロアなどの地域でも状況は同じであった。これらの地域の人々は、自分達の地域がもはやかつての安全な楽園ではないことに気付いた。豪雨があるときはかならず、人々は家へ帰るバスに乗るためにひざの深さまで冠水した通りを徒歩で渡らなければならないのだと思うのである。こうした経験のために、私達は速くて組織的な問題解決方法を見つけなければならないのである。

一般に、洪水とは異常なほど深い水が土地の上を流れたり、沿岸地域に関連した現象と見なされ、厳しい害をもたらすものである。仮にある場所が水中に埋没しているなら、損害をもたらさないのもそれはもう洪水と呼ぶ必要はなくなる。この損害をもたらす過程が洪水なのである。ウェブスターの新しい国際辞典では、洪水(flood)は、大きな水の流れて、通常は水に覆われていない土地の上を、水のかたまりが上昇・増加すること、氾濫(deluge)又は増水(freshet)と定義されている。

洪水災害はスリランカでは他の自然災害と比較してより頻繁に起こる。これには複数の理由がある。まず、スリランカのほとんどが農業社会で、農業に適した環境に当然定着したことがある。つまり、定住場所は水資源や森、流れなどが利用できるかどうかによって決定された。従って、初期の定住者にとって、河川の谷は常に魅力的であった。また、川岸近くに住むことは便利であった。というのも当時河川は交通の主

な動脈であったからである。さらに、河川の氾濫原は通常肥沃で、水分を比較的多く含み、農業の発達に都合が良かったのである。

河の谷間の土地に定住した理由がどうであれ、スリランカでは多くの村、町、市が洪水を受けるエリアに位置しているのである。洪水災害の起こる別の理由として、私達はそういう洪水の起こり易いエリアに不法な定住者が侵入してくることが挙げられる。特に、コロンボ、カルタラ、ガール、マタラのような沿岸の大都市がそうである。洪水と結びついた継続的な問題なのである。洪水災害の原因はともかく、現在の課題はこれらのコミュニティを洪水災害から守る方法を編み出すことであり、人々が現在の場所を定住地として選んだことを嘆くことではない。

2) スリランカにおける洪水の種類

突発型 Flash floods: -

暴風雨やその他の出来事の後、短時間でピークの水流が起こるタイプ。高速の水流が特徴的なことが多い。最初に述べたように、コロンボや近郊都市は突発型の洪水による被害を受け易い。

集中豪雨による雨水洪水 Rain floods due to high intensity rainfalls: -

モンスーンの季節における極めて集中的な降雨は、排水能力を超えた水量をもたらすため、局地的な洪水を引き起こす。スリランカでは、これが洪水被害の主な原因となっている。スリランカは、集中豪雨を頻繁に経験している。一日のうちにスリランカのいろいろな場所で起こる例外的な降雨は次のように説明するとよりはっきりする。

主要河川のモンスーンによる洪水 Monsoon floods from major rivers: -

主要河川は通常ゆっくりと増水し、増水から水位下降への期間は10日から20日以上に渡る。放水路の氾濫や主要河川の堤防決壊は広範囲な洪水被害をもたらす、特に、幾つかの主要河川が同時に増水した場合被害は大きくなる。スリランカでは1959年の調査により103の河川が確認され、そのうち10の河川が主要河川とみなされている。

る。主要河川のうち 5 つの河川が洪水に対して脆弱である (Kalu, Keleni, Gin, Nilwala, Mahawali : カルー、ケレニ、ジン、ニルワラ、マハワリ)。

人々の活動が引き起こす洪水災害 Flood caused by human activities: -

スリランカでは、この型の洪水災害が最も大きなもののひとつである。森林、草地、湿原などを都市型の使用や農業に転換する動きが急速に進んでいる。洪水は自然災害ではあるが、洪水と洪水の間の比較的長い時期に行われる氾濫原の不適切な開発のために洪水災害の多くがもたらされる。以下に例を挙げる：

- A. 流れをゆがめたり、下流エリアを増やす構造物の構築。
- B. 分水界の都市化及び多くのエリアを舗装や住宅建設により覆うことなどが流水の量と速度を増加させている。
- C. 下流へ洪水の流れを加速する下水システムの建設。
- D. 流水路や自然の保水エリアを減少させるような橋、排水路、埋立地、建物その他を建設し、洪水が起こった場合の水かさを増してしまう。

(4) 洪水災害による費用：

洪水は、スリランカ経済及び国民にしばしば大きな損害をもたらす。1978 年サイクロンの後の洪水では、国土の 28% が深刻な被害を受けた。最近でも、2000 年 11 月バティカロア地方の洪水は大災害をもたらし、400 万人が住宅を失った。3000 エーカー以上の水田が破壊された。多くの道路が通行不能となり、ある地点では冠水の深さは 3.5 フィートにも達した。2 人が行方不明となった。

スリランカでは、自然災害による目に見える被害及び目に見えない被害を知る正確な方法がない。しかし、一般的に被害を受けた不動産等の代替費用、被災者の救援・避難の費用、商業、工業活動の破壊による費用、農作物や家畜などの損害などが政府支出の大きな部分を占めていることはよく知られている。

3) スリランカにおける洪水災害の緩和策

スリランカでは、古代の人々及び支配者が試みた様々な方法を見ることができる。歴史上最も偉大な王の一人はかつて「雨水の一滴たりとも人民に利益をもたらさずに

海に流れ込むことはない」と述べた。古代の王達は多くの貯水池を作ったり、避難場所を確保するために大きな盛り土を構築した。洪水から自らを守ろうとする人々の試みは、文明の歴史と同じくらい古いことが分かっているが、古代に比べて損害はずっと大きくなっている。洪水の性質は同じだが、もたらされる損害の程度は強まっている。今日、人口は増加している。洪水の起こりやすい場所に人々は住んでいる。氾濫原の住民は増加している。増加した人口が低地を占めている。従って、人々が洪水から受ける被害を緩和するより高度で効果的な対策が求められている。

提案された全国災害管理計画および対策（それらは既に実施された）によれば、現在の洪水緩和策は2つのアプローチから成っている。1つは人々から水を遠ざける方法。また、もう1つは水から人々を遠ざけることである。即ち、それぞれを治水及び洪水損害緩和策と呼ぶことができる。これらの対策は、次の3つの戦略に言い換えることができる。

- (1) 洪水防護策
- (2) 洪水への耐久性
- (3) 洪水災害への備え

(1) 洪水防護策： -

これは指定エリアが洪水被害を受けるのを防ぐための主要で長期の構造的な対策である。日々の経済・社会活動を洪水から防護することがこの方法の主な目的である。この対策に沿って多くの具体策が取られ、提案されてきた。即ち：

(a) 貯水池の活用： -

スリランカでは、古代の王の多くがこの方法を用いた。この方法では、洪水の流水の一部が貯水され、防護するための洪水ピークを引き下げる。洪水緩和策は、空のときに最大潜在力を持つが、ひとたび洪水が起こると洪水緩和能力の一部は集められた水により占められ、その水が放水されるまでは利用できなくなる。放水が完了する前に次の暴風雨が来る場合もある。従って、第二の洪水に備えて、貯水能力の一部を保つ必要がある場合が多い。

貯水池の能力全部をある 1 つの洪水を制御するのに利用できると想定することはできない。貯水池が満杯のときに第二の洪水が起こった場合、貯水池の効果は洪水被害を拡大させるかも知れない。私達が貯水池の活用に成功したいならば、正確な洪水予測システムが必要となる。

(b) 堤防の建設: -

堤防の建設は、最も経済的で一般的な馴染み深い洪水防護方法として受け入れられている。スリランカでは、1930年から1935年にかけて、カラニ川の兩岸に堤防が建設された。同様に、ジン川、ニルワラ川も堤防を建設して洪水から守る試みが実施された。ジン川のプロジェクトは極めてうまくいったが、ニルワラ川のプロジェクトはいろいろな理由から不成功であった。堤防システムで明確になった一番の問題点は、それが一定レベルの洪水までしか保護ができないということである。また、長期間洪水が起こらないと、堤防で守られたエリアの住民は、安全であるとの錯覚に陥り、堤防が最終的に決壊した場合準備ができていない状態に置かれることになる。

(c) 放水路と排水路: -

放水路は、洪水緩和策において 2 つの役割を担う。まず、大きな貯水能力を持つこと。洪水による水の大きな部分を貯えることができ、排水路の下流にある主な水路での流量を減少させる。第二の役割は、上流からの水に追加の出口を与え、流れをよくして、排水路より上流のかなりの距離に渡って水嵩を下げる。

放水路はそもそも大きな洪水の際にだけ使用され、放水路となる土地は農業に利用される。但し、排水路エリアでは固定的な改善策は通常許可されない。スリランカにおける洪水対策として提案されているその他の方法は、河川から水を取去ることである。古代の人々は、わざと堤防を壊して結果として損害が比較的少ないエリアへ水を誘導した。損害が比較的大きなエリアを守るための堤防を救うためにそうしたのである。現在は、この方法に従ったより良い方法は、ゲートを持って放水し、エネルギーを分散する排水溝を作ることと分かっている。実際にこの方法は、極めて有効で費用の掛からない防護策である。しかし、より効果を得るためには少し要求されることがある。1 つには、放水されるエリアに住民がいないことである。

(d) 水路の改善: -

この方法は、水路の排水能力を改善するものである。低木の繁みや沈んだ木の除去、棒の浚渫、屈曲を真っすぐにする、その他の工夫によって目標を達成することができる。しかし、水路を土手の浸食に弱くしないように注意すべきある。また、水路の舗装による内張りが地下水への自然な供給を阻止することにも注意すべきである。

(e) ポンプによる排水:-

ポンプを使用した排水は通常、排水口が制限されている、十分な貯蔵能力がない、洪水によって戻り水があるという理由で自然力による排水ができない場合には、内陸部の排水を処分するために使用される。

(f) 植物によるカバー:-

樹木などの伐採が洪水の主な原因となっているエリアもある。植物によるカバーが、そういうエリアではより良い解決方法となる。植物によるカバーのおかげで、土の中の水分が除去され、蒸散の結果、有機的な土壌の形成が促進される。これは、降雨の浸透には好都合である。また、植物によるカバーが厚いことは、暴風雨における中間ロス（水分の途中での吸収）を意味する。スリランカでは、こうした技法が農業エリアでは最も一般的に使用されている。その技法に含まれるのは、樹木、灌木、その他の植物のカバー、段々畑、坂の安定化、草水路、輪郭計画、などを含む。

(g) 氾濫原管理:-

氾濫原管理の目的は、氾濫原の使用から得られる価値と個人や社会の潜在的な損失との間のバランスを取ることである。この方法は、洪水問題により有効に取組めるように工夫されたものであり、損害を減少させることと自然な氾濫原の価値を保存し増強するという利益との関係を調整する方法である。氾濫原管理は次の事項に基づいている：

- ・ 規制的手段を用いて氾濫原開発の管理を実施し、新規開発及び洪水の影響を受ける現在の開発エリアの改善について、政府の資金援助を引き出すこと。
- ・ 幅広いツールを用いて、現在ある構造物や新構造物の損害を減らし、環境への影響が少ないツールの使用を促進すること。
- ・ 州及び地方政府及び土地の所有者が氾濫原開発の結果に対してより大きな責任を担

い、自然の価値への懸念を氾濫原開発や洪水被害削減プロジェクトの決定へ反映させること。

しかし、氾濫原管理への具体的な提言は、慎重にしなければならない。というのも、最良の解決方法はそれぞれの河川によって異なるからである。

(2) 洪水への耐久性: -

この方法は、2つの戦略からなる。

(a) 特定資産の洪水耐久性

(b) 洪水への適用

(a) 特定資産の洪水耐久性:-

この対策に含まれるのは、洪水の水が建物などへ侵入するのを防ぐシャッターの設置、高い橋脚や盛り土の上に建物を構築すること、資産のまわりに擁壁を構築すること、あるいは洪水に抵抗する材料の使用などである。

洪水が浅く、動きが遅いエリアでは、砂袋が一時的な壁となる。さらに、洪水レベルより高いビルもこの方法に含まれる。

(b) 洪水への適用

これは、人々が働いている又は住んでいる場所における洪水の可能性を知らせることを通じて実施される。こうした情報に基づき、到達可能な洪水の高さや、家や店、農場などの構造をどうすべきかなどが考慮される。人々は自ら進んで洪水対抗策を取ることになる。

例えば、田舎の農場主は土地経営方法を修正して洪水への脆弱性を減らすようにできる。彼らは障害物を自分達で取り除くことができる。

実際には、洪水災害を緩和する対策に対する具体的な提言は、精緻な研究から出されるべきである。最良の解決方法は場所によって違うのであり、いろいろな事実に依存する。しかし、上記戦略を実施するために、法律や規制が制定されるべきである。国家災害管理計画によると、こうした規制は次の通りである：

- ・ 危機が起こりやすいエリアで無制限の新規開発は許可しない。
- ・ 洪水災害が起き易いと分かっているエリアでは、頑丈で洪水耐久性のある構造物を作ること。
- ・ 新規の上下水システムや電話・電気線には内蔵式の洪水安全装置を付ける。
- ・ 危険ゾーンの指定、基礎の嵩上げ、排水路の義務化など。
- ・ 湿地帯での開発の禁止。
- ・ 洪水マップに基づく異なる洪水ゾーンの基準の設定。

(3) 洪水災害への備え: -

洪水への準備は、洪水が引起す災害を減らすために作成された広範な予防措置を言う。これに含まれるのは、次の戦略である:

- (a) 予報と警告
- (b) 避難と一時滞在
- (c) 救助活動

(a) 予報と警告: -

洪水の予報と警告システムの目的は、洪水発生中の水位を予想し、地元の担当官やコミュニティへできるだけ早く警告するために適切な当局へ情報を提供することにある。次に挙げるように3つの基本的な段階がある:

- ・ 上流の基地や集水池から降雨データを集める。
- ・ このデータを基に、主な下流ポイントでの予想される水位時間とを求める。
- ・ 結果を適当な機関へ伝達し、その機関は洪水警報を、災害を受け易いコミュニティへ知らせる。

(b) 緊急避難: -

避難は、短期的な対策と考えられ、3つの段階へ区分けすることができる。即ち、洪水前、洪水中、洪水後である。被災者の数及び損害を減らす最大の可能性は、洪水前段階にある。前に述べたように、成功の度合いは、効果的な洪水予報及び警告シス

テム次第である。

洪水が徐々に大きなものになる場合、避難は洪水中に実施される。洪水後の段階には、災害を受けたエリアの救援と復旧が含まれる。

(c) 救援活動

地方自治体が救援活動への要求を満たすのを支援するために金融上の援助をする対策である。スリランカでは、様々な災害に関して、救援と復旧を規定する政府の努力が、政策ガイドライン及び官報を含む政府広報としてまとめられている。従って、これらの既存の道具を評価し、災害管理立法および救援および復旧政策の下でそれらを実現することが必要となっている。しかし、既存の特別な対策は、可能な限りより明確な対策に代替されなければならない。そうすれば、行政の期待を伝えることができるようになるだろう。

さらに、洪水救援策は、「ゼロ・プレミアム保険（保険料なしの保険）」でしかないと思えることができ、洪水の損害を減らすことにはほとんど役に立たない。寛大な支援策を取る政策のもとでは、救援への支出が増加する可能性がある。

過去の経験からすると、洪水による災害の大部分は準備不足、不十分な警報システム、正確な情報の欠如、不十分な行政の機械装置、部署間の協力体制のなさ、無計画な措置、資源活用の遅れなどに由来している。

従って、スリランカの洪水災害緩和策は、コミュニティのニーズに基づき、影響を受けるコミュニティの視点から計画されるべきである。そして、準備政策は、つぎの事項に基づくべきである：

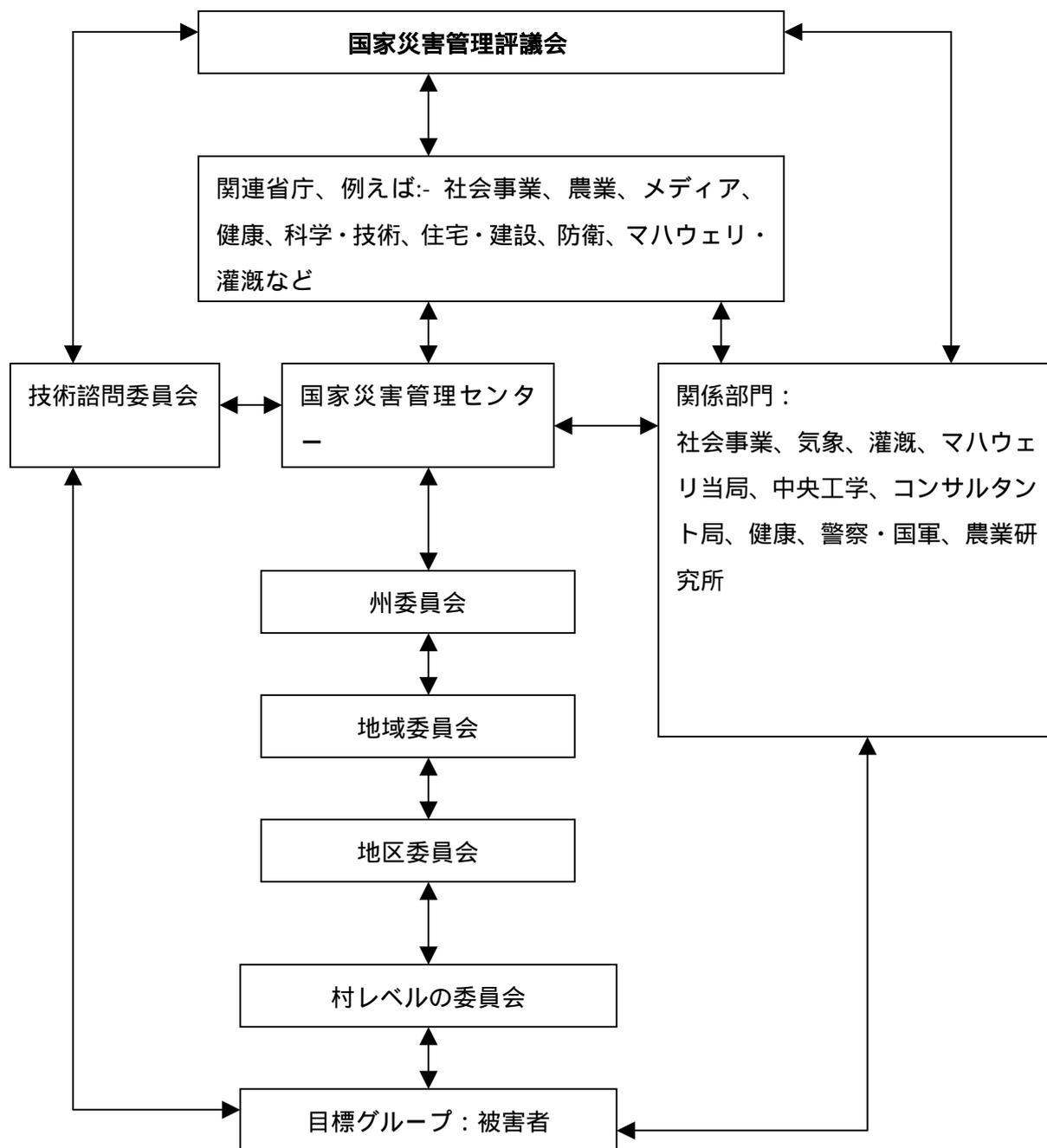
利用できる資源の使用について、最優先されるのは人命の保護である。プログラムは慎重に作成され、コミュニティ内で利用できる個人、組織、機器がプログラムを効果的に実施できるように保証しなければならない。

実際的なあらゆる事前の注意が払われ、不必要な避難や予防措置を取らないようにすること。

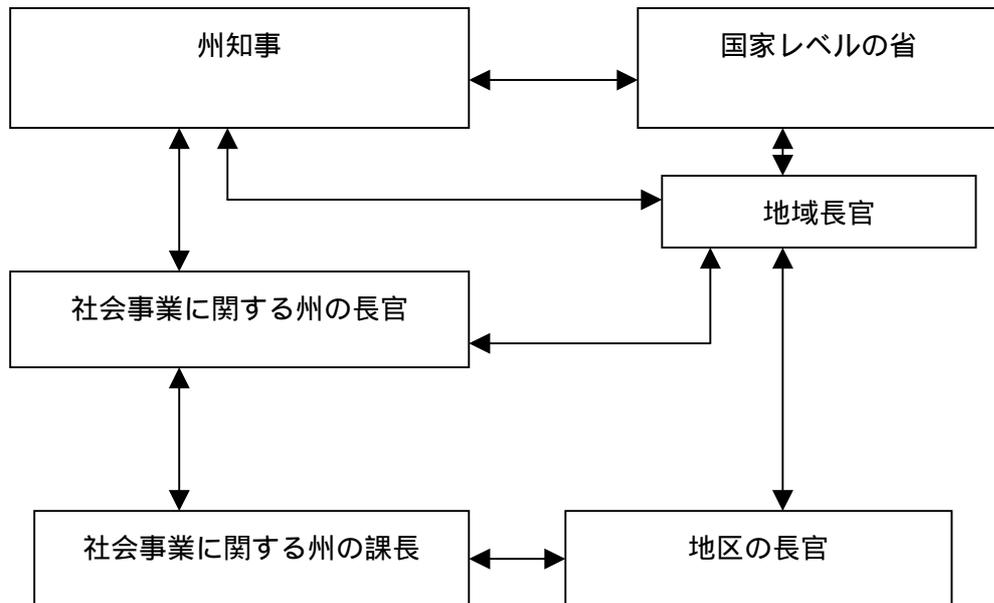
間近に迫った洪水を検知し、大きさや時期を予測する独立した能力のための準備がなされていないなければならない。

個人、企業その他は、洪水の可能性について警報を受ける機会を与えられなければならない。しかも、それは公表される前に、そのような警報が信頼できない場合もあるとの認識に立った上でのものとする。

スリランカにおける洪水災害緩和策に関する制度的枠組みの提案:-



州レベルの洪水災害緩和構造



洪水災害の緩和策に関連する各組織の機能（簡易版）

<u>組織名</u>	<u>機能の内容</u>
気象部門	データの観察、収集及び分析、 天気予報、 予報を警報に解釈、 洪水予測
灌漑部門	洪水シミュレーション研究及び洪水の予測、 水文学データの観察、収集及び分析、 河川の洪水位の記録と維持、 洪水警報の発令
メディア部門	関連情報を大衆及び組織へ放送する
社会事業部門	救援及び復旧作業
NDMC	全般的な調整 教育・訓練プログラムの実施 外国の災害関連組織との調整 洪水災害緩和に関する全国的な行動計画の準備
地域レベルの委員会	洪水に脆弱なエリアをより小さな準備エリアへ分割する 避難、救済、復旧活動、 洪水災害緩和に関する地域レベル・行動計画の準備
警察及び国軍	避難及びその他の緊急活動
健康庁	保健施設の提供
村レベルの委員会	村の詳細な行動計画の準備 利用できる資源の在庫管理、村の災害記録 村レベルでの救助及び救援活動の支援