

JICA 国際協力事業団 (JICA)



ネパール王国 内務省

No.



ネパール国

カトマンズ盆地  
地震防災対策  
計画調査

最終報告書

Vol. I    II    III    IV    V

要約

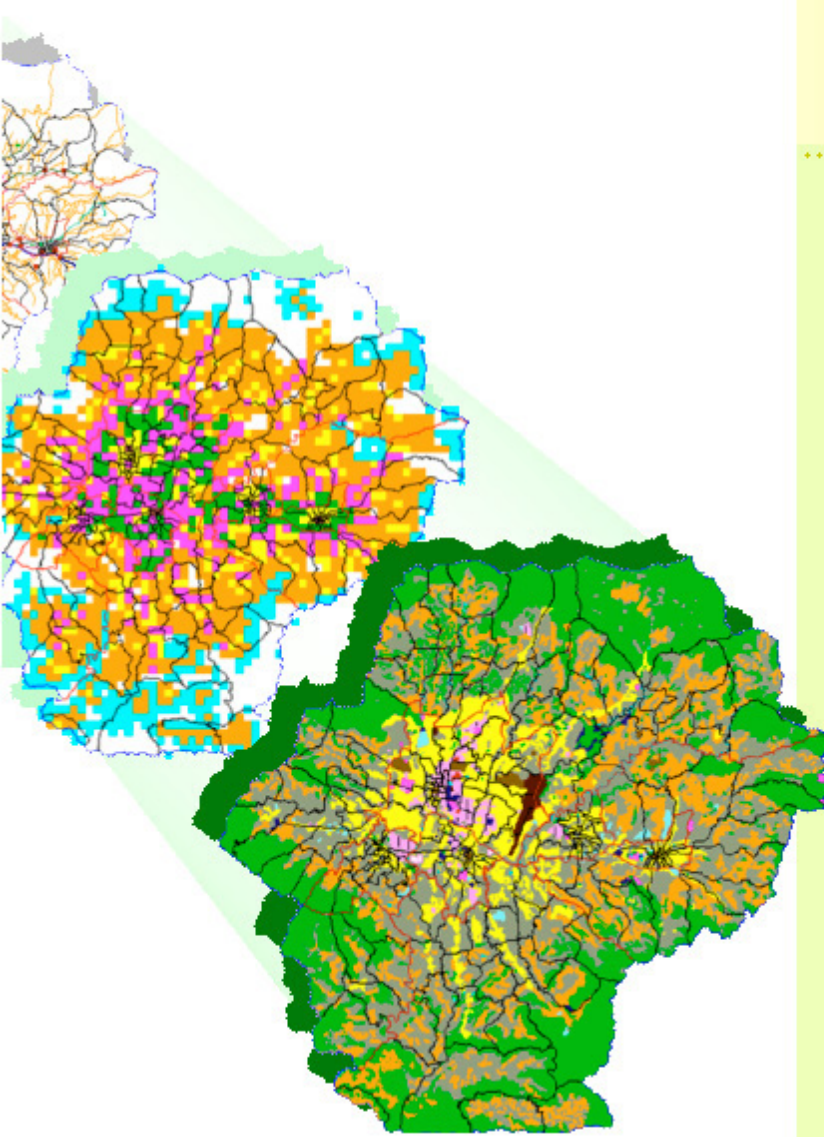
2002年5月

日本工営株式会社  
応用地質株式会社

社調 2

JR

02-82



## 最終報告書の構成

Volume : SUMMARY

Volume : MAIN REPORT (1/2)

BLUEPRINT FOR KATHMANDU VALLEY EARTHQUAKE DISASTER MITIGATION

Volume : MAIN REPORT (2/2)

EARTHQUAKE DISASTER ASSESSMENT AND DATABASEMENT SYSTEM

Volume : APPENDIX

VolumeV : 要約

本調査で使用した通貨換算率

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| US\$ 1.00 | = | NRs. 75.49 |
| NRs. 1.00 | = | ¥ 1.65     |

October, 2001

国際協力事業団 (JICA)

ネパール王国 内務省

ネパール国

カトマンズ盆地 地震防災対策計画調査

最終報告書

要約

2002年3月

日本工営株式会社  
応用地質株式会社

## 序文

日本国政府は、ネパール王国政府の要請に基づき、同国のカトマンズ盆地地震防災対策計画調査にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成 13 年 2 月から平成 14 年 1 月までの間、3 回にわたり、日本工営株式会社の江川良武氏を団長とし、同社ならびに応用地質株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。

また、平成 13 年 1 月から平成 14 年 1 月の間、京都大学防災研究所の林春男教授を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

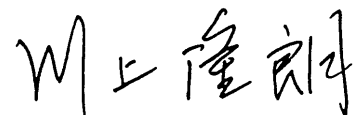
調査団は、ネパール王国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、本調査のご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 14 年 3 月

国際協力事業団  
総裁 川上 隆朗



---

## 伝達状

国際協力事業団  
総裁 川上 隆朗殿

今般、ネパール国カトマンズ盆地地震防災対策計画調査を終了致しましたので、ここに最終報告書を提出し、ご報告申し上げます。

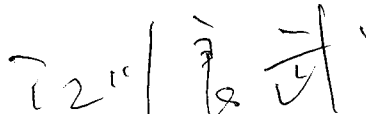
大地震がいずれカトマンズ盆地を襲うことは避けられません。ネパールは国際協力のもと、持続的発展のための努力を続けていますが、地震はそのための最大の障害になりかねません。また地震防災は、中央政府のみならず、自治体、コミュニティー、商工業者等、カトマンズ盆地に住むあらゆる人々が関与しなければならないものです。しかしネパールにはこれまで包括的地震防災施策が存在しませんでした。本調査報告書は、科学的災害予測を実施した上で、日本、米国等地震防災の経験に基づき具体的に施策を提言、記述したものであります。また本調査においては彼ら関係者と共に考え、また彼らの主体的行動を支援することが重要であり、その活動の一端も報告書に記述しています。

本報告書がネパール側関係者の主体的活動の一助となり、また国際援助における地震防災視点の強化に役立つことによって、カトマンズ盆地のみならずネパール全土における悲惨な地震災害を少しでも軽減し、また持続的発展に寄与することを願うものであります。

本報告書を提出するにあたり、全調査期間に亘り多大なご支援とご助言を賜った貴事業団、貴事業団ネパール事務所、在ネパール日本大使館、在ネパール諸国際機関ならびにネパール国内務省をはじめとする政府諸機関、カトマンズ市をはじめとする自治体、コミュニティー、NGO等の関係者各位に対し、心から感謝の意を表すものであります。

平成 14 年 3 月

ネパール国カトマンズ盆地地震防災対策計画調査団  
総括 江川 良武



---

## 要 約

2001年1月にインドで発生したグラジャート大地震では、都市の地震に対する脆弱性が明らかとなった。ネパールにおいても、1934年には、マグニチュード 8.4の地震が発生し、カトマンズ盆地の家屋の60%が被害を受けた。以来約70年が経過し、大地震がいつ起きてもおかしくない状況にある。

カトマンズ盆地は、150万におよぶ人々が暮らす、ネパールの政治、経済、社会の中心である。大地震が発生すれば、カトマンズ盆地は多くの生命、財産が失われるであろうし、ネパールの首都としての機能も失われるであろう。

現在の自然災害管理体制や法的枠組みは、主に、地方の水災害に対するものとなっており、都市化の進んだカトマンズ盆地における地震災害に関しては、十分ではない。大地震が発生すれば、都市部では悲惨な災害が起こるであろう。

上記の認識をもとにネパール政府は日本政府に対してカトマンズ盆地地震防災対策調査の要請を行った。これを受け国際協力事業団は、2000年8月に締結されたS/WおよびM/Mにもとづき、日本工営(株)・応用地質(株)共同企業体からなる調査団による本調査を2001年1月～2002年3月に実施した。

本調査が調査・提言する施策の最終到達目標として下記の3点を設定した。

- 1) カトマンズ盆地住民の生命と財産を守る。
- 2) 社会経済を強化する。
- 3) 地震時の統治能力を守る。

これらの最終到達目標に向けて、一里塚としての本調査の目的を下記の3点に設定する。

- 1) カトマンズ盆地における地震防災計画の立案。
- 2) ネパール側への技術移転。
- 3) 地震防災のためのデータベースと地震被害想定を作成。

### 地震被害想定

適切な防災対策の提言のために、地震被害想定を行った。このため、まず、以下の3つの想定地震を設定し、各々の地震の規模を算定した。

- 1) 中部ネパール地震(マグニチュード 8.0、MMI震度 VIII)
- 2) 北バグマティ地震(マグニチュード 6.0、MMI震度 VIまたは VII)
- 3) カトマンズ盆地内地震(マグニチュード 5.7、MMI震度 VII～VIII、断層沿いでは IX)

これらに加え、4) 1934年ビハール・ネパール地震(マグニチュード 8.4)が再発

した場合を想定し、その震度を、盆地の大部分では VIII、東部では IX と算定した。  
上記の 4 つのモデルにおける液状化危険度は、既存の想定結果に比べて、全般に低く想定された。

中部ネパール地震(マグニチュード 8.0)によるカトマンズ盆地への被害想定結果は以下のとおりである。

- 1) 大破する建物は 53,000 棟 (全住宅建物の 21%)
- 2) 死者数は 18,000 人 (盆地人口の 1.3%)
- 3) 重傷者は 53,000 人 (同 3.8%)

### **防災施策が持続的、継続的に進展するための枠組み**

ネパールでは防災施策が持続的、継続的に進展するための枠組みが欠けており、防災力の改善のために以下のような施策をとる必要がある。

- 1) 総括的な危機管理体制構築のための強力な法体系の確立
- 2) 政府内、および関連機関相互の持続的な連携を実現するための国家防災会議の設立等メカニズムの構築
- 3) 第 10 次 (次期) 国家 5 カ年計画における、防災施策の重点化と実施のための担保
- 4) 危機管理のための地方自治の促進と自治体能力の強化
- 5) 地震災害からの自己防衛に関する住民意識の向上とターゲットグループへの援助の促進

### **統治機能の確保**

国および地方の各レベルの政府は、継続的にリーダーシップを発揮し、災害対策を指揮し、復興活動を推進する責任があるため、災害直後においても統治機能を維持する必要がある。このために、各レベルの政府は、初動の対応計画や手引きの準備、災害対策本部を含む連絡・協力体制の確立、職員への災害時の責任の周知など、災害に対する事前の準備を進める必要がある。

危機管理計画や手引きの重要な点は、責任と権限の明確化、指揮・管理・伝達・連携体制の確立、および情報の収集と広報である。緊急時対応計画は、素早くかつ適切な決断のため、また、決断事項の速やかな実施のためにあらかじめ準備される必要がある。

また、各政府は初期対応における通信伝達やメディアの果たす役割の重要性を明確に認識する必要がある。

## 人命と財産の保護

地震時の被災者に対する捜索や救助、医療サービス、葬儀、飲料水や食料の供給、公衆衛生、保安および民心の安定、消火活動、ボランティアの管理、構造物の安全点検、瓦礫の撤去、および避難誘導と仮住居の提供などの活動を行うことは非常に困難であるが、組織間の連携が不十分なため、緊急時の現場対応は不完全なものとなろう。したがって、地域社会の連携や住民の自己防衛意識は、必要不可欠なものとなる。

被災地の活動を支援するために、物資の補給は重要な課題となる。交通システムは、被災地の活動を支えるため、地震災害の発生直後から機能し続けなければならない。また、被災地への電力供給や水補給を迅速に回復することも重要である。上記課題および社会基盤の重要点の現状を、検討・分析した。また、現状の問題点を改善するための優先事業を提案した。

## 社会経済システムおよびインフラストラクチャーの強化

地震防災は社会の基盤、体力を強化することと不可分であり、持続的発展の結果として地震防災が実現されるという面がある。すなわち、都市社会はその社会的経済的な基盤の上に成り立っており、社会基盤の脆弱性は災害に対する脆弱性とも言える。インフラストラクチャーに関する基本事項について、地震防災の観点からの検討を行った。

### 1) 輸送用施設

既存のマスタープランの見直しを行い、盆地外へ輸送経路と盆地内の予想経路の改善に関わる、道路、橋梁および空港の改善策を提案した。

### 2) 建築構造物の整備と強化

現状では、カトマンズ盆地における現存および建設中の建物は、ごく一部の公共建築などを除き、耐震性に問題のある建物が過半数を占めている。建築規準(案)や病院、学校、公共建物および歴史建造物の欠点を検討し、改善策の提案を行った。

### 3) 電力供給施設

盆地内の送配電網に関するマスタープランの評価を行い、カトマンズ首都圏における安定的な電力供給システムを整備することを提案した。その他の提案事項は、耐震設計マニュアルの整備・実施、都市化された地域における地下送電システムの整備に関する調査、効果的な技術サポートシステムに対する要員の養成などである。

### 4) 上下水道施設

現在実施中のメラムチプロジェクトによって、劣悪な上下水道網が大幅に改善さ



れることが期待される。地震防災の観点からは、耐震設計マニュアルの整備（メラムチプロジェクトに含まれている）給水車による配水システムの確保、地方レベルでの湧水や既存井戸の保全などが、緊急課題である。

#### 5) 通信施設の整備・強化

既存通信施設の脆弱度の検討を行なった上、通信回線不稼働の事態を回避し、災害時の信頼性を高めるための多分岐、ループ化したネットワークの構築、および緊急時の通信や放送のシステムの確立を提言した。

#### 6) 都市構造の整備と強化

カトマンズの市街地内の数カ所を、地区特性を生かした防災モデル重点整備地区として指定する必要がある。緊急時の避難路と避難場所の確保は、カトマンズにおいても適応可能であり、地震防災に関して効果的な対策である。都市構造の特徴を考慮した上で、地理的な区画に基づいて、災害対応のためにカトマンズ市街地を8つの区画区分に分類した災害対策案を示した。

### 提言および事業の提案

本調査では、カトマンズ盆地の地震防災管理の改善のために、90を越す課題を選定した上で、それぞれの課題に対し、実施に要する期間、優先度、および実現性の3つの観点からの評価を行った。

すべての課題を実行するには、膨大な時間と予算が必要となるため、いくつかの重要な課題を含めた、早急に実施すべき4つの事業を選定した。これらの事業の実施により、目に見える効果が現れ、それによって、地震防災の最終目標に近づくためのさらなる努力が促進されることが望まれる。

選定された事業は、

- 1) 地震情報の早期取得伝達システムの確立
- 2) カトマンズ市の防災体制の確立
- 3) 建築物の耐震性改善
- 4) 地震防災のための包括的なデータベースの構築

ここで選定された事業以外にも、シンズリ道路プロジェクト、メラムチ給水プロジェクト、盆地内の道路拡幅事業など、長期的ではあるものの、優先度や実現性の高い重要な事業があり、その一部はすでに実施段階にある。

## 目次

ページ

|       |                         |    |
|-------|-------------------------|----|
| 第一部   | カトマンズ盆地地震災害軽減計画に向けての青写真 |    |
| 1.    | はじめに                    | 1  |
| 1.1   | 背景                      | 1  |
| 1.2   | 目標、調査の視点、および目的          | 2  |
| 1.2.1 | 目標                      | 2  |
| 1.2.2 | 調査の視点                   | 2  |
| 1.2.3 | 目的                      | 3  |
| 1.2.4 | 調査地域                    | 3  |
| 1.2.5 | 調査工程                    | 3  |
| 1.2.6 | 要員                      | 4  |
| 1.2.7 | 報告書の構成                  | 5  |
| 2.    | 想定地震・想定地震災害             | 7  |
| 2.1   | 想定地震                    | 7  |
| 2.2   | 想定地震災害シナリオ              | 7  |
| 3.    | 防災施策が持続的、継続的に進展するための枠組み | 11 |
| 3.1   | 防災の枠組み                  | 11 |
| 3.1.1 | 現在の枠組みの問題点              | 11 |
| 3.1.2 | 整備すべき枠組み                | 16 |
| 3.1.3 | 地震前・中・後の防災体制            | 17 |
| 3.2   | 地震防災計画                  | 18 |
| 3.2.1 | 各レベルの計画                 | 18 |
| 3.2.2 | 地震防災計画と他の国家計画           | 20 |
| 3.3   | 市民の自主防災                 | 20 |
| 3.3.1 | 社会構造の特徴                 | 20 |
| 3.3.2 | ターゲットグループ               | 23 |
| 3.3.3 | 効果的な防災教育活動計画            | 23 |
| 4.    | 統治機能の確保                 | 25 |
| 4.1   | ゴルカ地震の教訓                | 25 |
| 4.1.1 | 震源等、地震情報の取得             | 25 |
| 4.1.2 | ラジオ・テレビによる緊急放送          | 26 |
| 4.1.3 | 枢要機関への緊急通知              | 26 |
| 4.2   | 被害実態調査                  | 26 |
| 4.2.1 | 被害実態の把握                 | 26 |
| 4.2.2 | 報道機関の役割                 | 27 |
| 4.2.3 | 市民への緊急広報                | 27 |
| 4.3   | 緊急通信                    | 28 |

|       |                                 |    |
|-------|---------------------------------|----|
| 4.3.1 | 軍と警察の通信体制 .....                 | 28 |
| 4.3.2 | 行政組織間の緊急通信 .....                | 28 |
| 4.3.3 | アマチュア無線ネットワーク .....             | 29 |
| 4.4   | 緊急対応時の指揮命令、連携 .....             | 29 |
| 4.4.1 | 指揮命令 .....                      | 29 |
| 4.4.2 | 連携の重要性 .....                    | 29 |
| 4.4.3 | 災害対策本部の設置 .....                 | 29 |
| 4.4.4 | 緊急対応マニュアル .....                 | 30 |
| 4.5   | その他 .....                       | 30 |
| 4.5.1 | 政府職員・公的企業職員の任務 .....            | 30 |
| 4.5.2 | 連絡・指示系統 .....                   | 31 |
| 4.5.3 | 重要書類の保全 .....                   | 31 |
| 4.6   | 緊急対応計画マニュアル .....               | 31 |
| 4.7   | 復旧 .....                        | 31 |
| 4.7.1 | 方針の設定と優先順位 .....                | 31 |
| 4.7.2 | 救援・復興の戦略 .....                  | 32 |
| 4.7.3 | 民間部門の活動 .....                   | 32 |
| 5.    | 人命と財産の保護 .....                  | 33 |
| 5.1   | 捜索と救助 .....                     | 33 |
| 5.2   | 国際救助の受け入れ .....                 | 33 |
| 5.3   | 災害緊急医療 .....                    | 33 |
| 5.4   | 飲料水および食料 .....                  | 34 |
| 5.5   | 避難 .....                        | 35 |
| 5.6   | 健康管理・公衆衛生 .....                 | 36 |
| 5.7   | 遺体処理 .....                      | 36 |
| 5.8   | 他の重要項目 .....                    | 36 |
| 5.8.1 | ボランティア等の管理 .....                | 36 |
| 5.8.2 | 構造物とインフラの安全点検 .....             | 36 |
| 5.8.3 | 残骸の除去と処分 .....                  | 36 |
| 5.9   | 輸送システム .....                    | 37 |
| 5.10  | 電力供給 .....                      | 38 |
| 5.11  | 救援活動拠点 .....                    | 39 |
| 6.    | 社会経済システムおよびインフラストラクチャーの強化 ..... | 40 |
| 6.1   | 建築構造物の整備と強化 .....               | 40 |
| 6.2   | 交通システム .....                    | 42 |
| 6.3   | 電力供給施設 .....                    | 43 |
| 6.4   | 上下水道施設 .....                    | 43 |
| 6.5   | 通信施設の整備・強化 .....                | 44 |

|                             |                                 |    |
|-----------------------------|---------------------------------|----|
| 6.6                         | 都市構造の整備と強化 - 災害に強い都市構造の形成 ..... | 45 |
| 6.7                         | その他 .....                       | 47 |
| 6.7.1                       | 社会経済的影響 .....                   | 47 |
| 6.7.2                       | 災害弱者 .....                      | 48 |
| <br>                        |                                 |    |
| <b>第二部 地震災害予測とデータベースの構築</b> |                                 |    |
| 7.                          | 地震被害想定 .....                    | 49 |
| 7.1                         | 想定地震 .....                      | 49 |
| 7.2                         | 地盤分類 .....                      | 51 |
| 7.3                         | 地震動の想定 .....                    | 53 |
| 7.4                         | 液状化 .....                       | 54 |
| 7.5                         | 斜面崩壊 .....                      | 55 |
| 7.6                         | 行政・社会基礎データ .....                | 56 |
| 7.7                         | 建築物の被害想定 .....                  | 59 |
| 7.8                         | 主要公共施設の被害想定 .....               | 63 |
| 7.9                         | 人的被害の想定 .....                   | 64 |
| 7.10                        | 橋梁の被害想定 .....                   | 67 |
| 7.11                        | 道路の被害想定 .....                   | 68 |
| 7.12                        | ライフライン施設の被害想定 .....             | 68 |
| 7.13                        | 火災 .....                        | 71 |
| 8.                          | データベースの構築 .....                 | 72 |
| 8.1                         | 目的 .....                        | 72 |
| 8.2                         | 設計 .....                        | 72 |
| 8.3                         | 仕様 .....                        | 72 |
| 8.4                         | 機能 .....                        | 73 |
| 8.5                         | 操作マニュアル .....                   | 73 |
| 8.6                         | 内容 .....                        | 74 |
| 9.                          | ウェブサイト .....                    | 75 |
| <br>                        |                                 |    |
| <b>第三部 結論と提案</b>            |                                 |    |
| 10.                         | 結論と提案 .....                     | 76 |
| 10.1                        | 調査結果と地震防災のための課題 .....           | 76 |
| 10.1.1                      | 地震災害予測 .....                    | 76 |
| 10.1.2                      | 防災施策の持続的な発展のための枠組み .....        | 77 |
| 10.1.3                      | 統治機能の確保 .....                   | 78 |
| 10.1.4                      | 人命と財産の保護 .....                  | 79 |

|        |                      |    |
|--------|----------------------|----|
| 10.1.5 | 社会経済システムの強化.....     | 79 |
| 10.2   | 積算 .....             | 80 |
| 10.3   | 課題の評価および事業実施計画 ..... | 80 |
| 10.4   | 優先事業の提案 .....        | 82 |
| 11.    | 参考文献 .....           | 84 |

調査を終えるにあたって

## 表目次

|          |                                     |    |
|----------|-------------------------------------|----|
| 表 1.2.1  | 調査全体工程表 .....                       | 4  |
| 表 1.2.2  | 調査団員リスト .....                       | 4  |
| 表 1.2.3  | カウンターパートリスト .....                   | 4  |
| 表 1.2.4  | ステアリングコミッティーリスト .....               | 5  |
| 表 3.3.1  | 市民の自主防災能力向上のための活動目標と実現方策 (1/2)..... | T1 |
| 表 3.3.2  | 市民の自主防災能力向上のための活動目標と実現方策 (2/2)..... | T2 |
| 表 6.6.1  | 防災都市整備における地区分類案とその特徴 .....          | 45 |
| 表 7.5.1  | 段丘面と比高 .....                        | 55 |
| 表 7.5.2  | 斜面崩壊の危険度 .....                      | 56 |
| 表 7.6.1  | 行政界分類 .....                         | 57 |
| 表 7.6.2  | カトマンズ盆地の人口と世帯数 (1998年の推定値).....     | 58 |
| 表 7.6.3  | カトマンズ盆地の土地利用 .....                  | 59 |
| 表 7.7.1  | 既往および本調査で使用した被害関数 .....             | 61 |
| 表 7.7.2  | 建物被害想定概要 .....                      | 61 |
| 表 7.7.3  | 住宅建物の被害想定結果 .....                   | 62 |
| 表 7.8.1  | 学校の被害想定結果 .....                     | 63 |
| 表 7.8.2  | 病院の被害想定結果 .....                     | 64 |
| 表 7.8.3  | 消防署の被害想定結果 .....                    | 64 |
| 表 7.9.1  | 死傷者想定定義 .....                       | 66 |
| 表 7.9.2  | 人的被害想定結果 .....                      | 66 |
| 表 7.12.1 | 上水道管の被害想定定義 .....                   | 68 |
| 表 7.12.2 | 上水道管の被害想定結果 .....                   | 69 |
| 表 7.12.3 | 下水道管の被害想定定義 .....                   | 69 |
| 表 7.12.4 | 下水道管の被害想定結果 .....                   | 69 |
| 表 7.12.5 | 送電線被害想定定義 .....                     | 70 |
| 表 7.12.6 | 送電線の被害想定結果 .....                    | 70 |
| 表 7.12.7 | 電話線被害想定定義 .....                     | 70 |
| 表 7.12.8 | 電話線の被害想定結果 .....                    | 70 |
| 表 8.3.1  | 「修正 UTM 座標系」の概要 .....               | 73 |
| 表 8.6.1  | データベースの内容 .....                     | T3 |
| 表 10.1.1 | 地震災害予測に関わる課題リスト .....               | 77 |
| 表 10.1.2 | 災害管理を持続的に発展させる枠組みのための課題リスト .....    | 77 |
| 表 10.1.3 | 統治機能の確保のための課題リスト .....              | 78 |
| 表 10.1.4 | 人命と財産の保護のための課題リスト .....             | 79 |
| 表 10.1.5 | 社会経済システム強化のための課題リスト .....           | 79 |
| 表 10.2.1 | 課題別事業費一覧 .....                      | T4 |
| 表 10.2.2 | 課題別事業費一覧 .....                      | T5 |
| 表 10.2.3 | 事業費一覧 .....                         | 80 |

|          |                 |     |
|----------|-----------------|-----|
| 表 10.3.2 | 実施計画(1/2) ..... | T 6 |
| 表 10.3.3 | 実施計画(2/2) ..... | T 7 |

## 目次

|         |                                      |      |
|---------|--------------------------------------|------|
| 図 3.1.1 | 自然災害救援法の施行環境 .....                   | 12   |
| 図 3.1.2 | ネパールの防災体制 .....                      | 13   |
| 図 3.1.3 | 内務省の組織 .....                         | 14   |
| 図 3.1.4 | カトマンズ市の組織 .....                      | 15   |
| 図 3.1.5 | 整備すべきカトマンズ盆地の地震防災体制 .....            | 17   |
| 図 3.3.1 | 行政と市民をつなぐ石工および学校の役割イメージ .....        | 23   |
| 図 3.3.2 | 地震災害軽減活動のモデルプラン .....                | F 1  |
| 図 5.5.1 | 新規住宅団地の開発候補地 .....                   | F 2  |
| 図 5.9.1 | 啓開優先道路案 .....                        | 38   |
| 図 6.6.1 | 防災都市整備の開発地区区分案 .....                 | F 3  |
| 図 6.6.2 | 都市中心部での救援ルート設定例 .....                | F 4  |
| 図 6.6.3 | 救援バイパスの設定例 .....                     | F 5  |
| 図 7.1.1 | ネパール周辺の震央分布図 ( 1255 年-2001 年 ) ..... | 50   |
| 図 7.1.2 | カトマンズ盆地の断層およびリニアメント .....            | 50   |
| 図 7.1.3 | 想定地震断層モデル .....                      | 51   |
| 図 7.2.1 | 地震動解析の地盤モデル .....                    | 52   |
| 図 7.3.1 | 地震動解析のフローチャート .....                  | 53   |
| 図 7.3.2 | 地表面最大加速度分布図 .....                    | F 6  |
| 図 7.3.3 | 震度分布図 .....                          | F 7  |
| 図 7.4.1 | 液状化解析のフローチャート .....                  | 54   |
| 図 7.4.2 | 液状化危険分布図 .....                       | F 8  |
| 図 7.5.1 | 斜面崩壊危険地域の分布 .....                    | 56   |
| 図 7.6.1 | 行政界と地域分類 .....                       | 57   |
| 図 7.6.2 | 各市内の区および村の人口密度 .....                 | 58   |
| 図 7.7.1 | 特徴的な建物種別の分布 .....                    | 60   |
| 図 7.7.2 | 建物被害想定で採用した被害関数 .....                | 61   |
| 図 7.7.3 | 大破住宅建物数の分布 .....                     | F 9  |
| 図 7.7.4 | 大破住宅建物の割合 .....                      | F 10 |
| 図 7.8.1 | 学校、住宅および病院の建物分類 .....                | 64   |
| 図 7.9.1 | ネパールにおける建物被害と死者数の経験的關係 .....         | 65   |
| 図 7.9.2 | ネパールにおける死者数と負傷者数の経験的關係 .....         | 65   |
| 図 7.9.3 | 死者密度分布 .....                         | F 11 |
| 図 7.9.4 | 死傷者密度分布 .....                        | F 12 |

|          |                                  |      |
|----------|----------------------------------|------|
| 図 7.9.5  | 建物被害と人的被害の関係 .....               | F 13 |
| 図 7.10.1 | 橋梁被害の分布 -中部ネパール地震-.....          | F 14 |
| 図 7.11.1 | 道路の危険地点 .....                    | F 14 |
| 図 7.12.1 | 上水道管および下水道管の被害分布 -中部ネパール地震-..... | F 15 |
| 図 7.12.2 | 送電線および電話線の被害分布 -中部ネパール地震-.....   | F 16 |
| 図 7.13.1 | 火災発生危険度の分布 -中部ネパール地震-.....       | 71   |
| 図 8.2.1  | システム設計概念 .....                   | F 17 |
| 図 8.5.1  | KERMIT のメインメニュー .....            | 74   |
| 図 9.1.1  | ホームページのトップページ .....              | 75   |



## 略語一覧

|           |  |                       |
|-----------|--|-----------------------|
| AD        | adobe  | アドベ造（建築）              |
| ADB       | Asian Development Bank   | アジア開発銀行               |
| ATC       | Applied Technology Council   | 応用技術会議                |
| BC        | Brick with cement mortar   | セメント目地レンガ造（建築）        |
| BM        | Brick with mud mortar  | 泥目地レンガ造（建築）           |
| BMW       | Brick with mud mortar; well-constructed                              | 泥目地使用のレンガ造（建築）、施工良    |
| CDOs      | Chief District Officers  | 郡知事                   |
| DIG       | Disaster Imagination Games   | 災害イマジネーションゲーム         |
| DMG       | Department of Mines and Geology                                      | 地質鉱山局                 |
| GDP       | Gross Domestic Products  | 国民総生産                 |
| GIS       | Geographic Information System  | 地理情報システム              |
| ICIMOD    | International Centre of Integrated Mountain Development              | 国際総合山岳開発センター          |
| IDA       | International Development Association                                | 国際開発協会                |
| IUCN      | International Union for Conservation of Nature and Natural Resources | 国際自然保護連合              |
| JBIC      | Japan Bank for International Cooperation                             | 国際協力銀行                |
| JICA      | Japan International Cooperation Agency                               | 国際協力事業団               |
| KERMIT    | Kathmandu Valley Earthquake Risk Mitigation Tool                     | カトマンズ地震リスク軽減ツール       |
| KMC       | Kathmandu Metropolitan City  | カトマンズ市                |
| KUDP      | Kathmandu Valley Urban Development Programme                         | カトマンズ都市開発プログラム        |
| KVTDC     | Kathmandu Valley Town Development Council                            | カトマンズ盆地都市開発委員会        |
| LDC       | Least Developed Countries  | 電力負荷対応センター            |
| MCA       | Multi-Channel Access   | マルチチャンネルアクセス          |
| MMI       | Modified Mercalli Intensity  | 修正メルカリ震度階             |
| MNRs      | Million Nepal Rupee  | 100万ネパールルピー           |
| MOCOM     | Ministry of Communication  | 情報通信省                 |
| MOHA      | Ministry of Home Affairs   | 内務省                   |
| MOHe      | Ministry of Health   | 保健省                   |
| MOLD      | Ministry of Local Development  | 地方開発省                 |
| MOSE      | Ministry of Sports and Education                                     | 教育・体育省                |
| MPPW      | Ministry of Physical Planning and Works                              | 公共事業計画省               |
| Ms        | surface magnitude  | 表面波マグニチュード            |
| NDF       | Nonproliferation and Disarmament Fund                                | 核不拡散と核軍縮基金            |
| NEA       | Nepal Engineering Association  | ネパール技術者協会             |
| NEA       | Nepal Electricity Authority  | ネパール電力公社              |
| NGO       | Non-Government Organization  | 非政府組織                 |
| NPC       | National Planning Commission   | 国家計画委員会               |
| NSC       | National Seismological Center  | ネパール地震センター            |
| NTC       | Nepal Telecommunication Cooperation                                  | ネパール電気通信公社            |
| NWSC      | Nepal Water Supply Corporation                                       | ネパール給水会社              |
| OPEC      | Organization of Petroleum Exporting Countries                        | 石油輸出国機構               |
| PGA       | Peak Ground Acceleration   | 地表面最大加速度              |
| PM Office | Prime Minister Office  | 総理府                   |
| PSTN      | Public Subscriber Telephone Network                                  | 公共の加入電話ネットワーク         |
| RC        | Reinforced Concrete (frame with Brick wall)                          | 鉄筋コンクリート(造+レンガ壁)（建築）  |
| RH        | relative height  | 比高                    |
| RNA       | Royal Nepal Army   | ネパール国軍                |
| SDH       | Synchronous Digital Hierarchy  | 光ファイバ-を利用した高速デジタル通信方式 |
| ST        | stone  | 石造り（建築）               |
| UNDP      | United Nations Development Program                                   | 国連開発計画                |
| UTM       | Universal Transverse Mercator  | ユニバーサル横メルカトル          |
| VDC       | Village Development Committees                                       | 村落（行政単位）              |
| WHO       | World Health Organization  | 世界保健機関                |

## 換算表

### 長さ (1)

| m       | cm      | yard     | ft       | inch    |
|---------|---------|----------|----------|---------|
| 1       | 100     | 1.09361  | 3.28084  | 39.370  |
| 0.01    | 1       | 0.010936 | 0.032803 | 0.39370 |
| 0.91440 | 91.4400 | 1        | 3        | 36      |
| 0.30480 | 30.480  | 0.33333  | 1        | 12      |
| 0.02540 | 2.54000 | 0.02778  | 0.08333  | 1       |

### 長さ (2)

| km       | nautical mile (nm) | yard    | mile    |
|----------|--------------------|---------|---------|
| 1        | 0.5400             | 1093.61 | 0.62137 |
| 1.852    | 1                  | 2026.67 | 1.1515  |
| 0.000914 | -                  | 1       | -       |
| 1.60934  | 0.869              | 1760    | 1       |

### 面積 (1)

| m <sup>2</sup> | cm <sup>2</sup> | ft <sup>2</sup> | in <sup>2</sup> |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1              | 10000           | 10.764          | 1550            |
| 0.09290        | 929.0           | 1               | 144.0           |
| 0.0001         | 1               | 0.001076        | 0.1550          |
| 0.0006452      | 6.4516          | 0.006944        | 1               |

### 面積 (2)

| ha     | km <sup>2</sup> | acre   | mile <sup>2</sup> |
|--------|-----------------|--------|-------------------|
| 1      | 0.0100          | 2.471  | 0.00386           |
| 100    | 1               | 247.10 | 0.3861            |
| 0.4047 | 0.004047        | 1      | 0.001563          |
| 259    | 2.590           | 640    | 1                 |

### 体積

| in <sup>3</sup>    | U.S. gallon        | Imperial gallon    | ft <sup>3</sup>       | m <sup>3</sup>        | acre-ft               |
|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                  | 0.00433            | 0.00361            | $5.79 \times 10^{-4}$ | $1.64 \times 10^{-5}$ | $1.33 \times 10^{-8}$ |
| 231                | 1                  | 0.833              | 0.134                 | 0.00379               | $3.07 \times 10^{-6}$ |
| 277                | 1.20               | 1                  | 0.161                 | 0.00455               | $3.68 \times 10^{-6}$ |
| 1728               | 7.48               | 6.23               | 1                     | 0.0283                | $2.30 \times 10^{-5}$ |
| 61,000             | 264                | 220                | 35.3                  | 1                     | $8.11 \times 10^{-4}$ |
| $7.53 \times 10^7$ | $3.26 \times 10^5$ | $2.71 \times 10^5$ | 43,560                | 1230                  | 1                     |

### 流量

| U.S. gallon/day (gpd) | ft <sup>3</sup> /day | U.S. gal/min          | Imperial gpm          | acre-ft/day           | ft <sup>3</sup> /sec (cfs) | m <sup>3</sup> /sec   |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| 1                     | 0.134                | $6.94 \times 10^{-4}$ | $5.78 \times 10^{-4}$ | $3.07 \times 10^{-6}$ | $1.55 \times 10^{-6}$      | $4.38 \times 10^{-8}$ |
| 7.48                  | 1                    | $5.19 \times 10^{-3}$ | $4.33 \times 10^{-3}$ | $2.30 \times 10^{-5}$ | $1.16 \times 10^{-5}$      | $3.28 \times 10^{-7}$ |
| 1440                  | 193                  | 1                     | 0.833                 | $4.42 \times 10^{-3}$ | $2.23 \times 10^{-3}$      | $6.31 \times 10^{-5}$ |
| 1728                  | 231                  | 1.20                  | 1                     | $5.31 \times 10^{-3}$ | $2.67 \times 10^{-3}$      | $7.57 \times 10^{-5}$ |
| $3.26 \times 10^5$    | 43,560               | 226                   | 188                   | 1                     | 0.504                      | 0.0143                |
| $6.46 \times 10^5$    | 86,400               | 449                   | 374                   | 1.98                  | 1                          | 0.0283                |
| $2.28 \times 10^7$    | $3.05 \times 10^6$   | 15,800                | 13,200                | 70.0                  | 35.3                       | 1                     |

重量

| kg      | t                      | oz                   | lb                  | short ton              | long ton                |
|---------|------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|
| 1       | 0.001                  | 35.27                | 2.2046              | 0.00110                | $9.8420 \times 10^{-4}$ |
| 1000    | 1                      | $3.527 \times 10^4$  | 2204.6              | 1.1023                 | 0.984                   |
| 0.02835 | $2.835 \times 10^{-5}$ | 1                    | 0.06250             | $3.125 \times 10^{-5}$ | $2.790 \times 10^{-5}$  |
| 0.4536  | $4.536 \times 10^{-3}$ | 16                   | 1                   | 0.0005                 | $4.464 \times 10^{-4}$  |
| 907.2   | 0.9072                 | $32.000 \times 10^3$ | $2.000 \times 10^3$ | 1                      | 0.8529                  |
| 1016    | 1.016                  | $3.584 \times 10^4$  | $2.240 \times 10^3$ | 1.12                   | 1                       |

速度

| m/sec  | km/hr  | ft/sec | mile/hr | kn     |
|--------|--------|--------|---------|--------|
| 1      | 3.600  | 3.2808 | 2.237   | 1.9438 |
| 0.2778 | 1      | 0.9113 | 0.6214  | 0.5400 |
| 0.3048 | 1.0973 | 1      | 0.6818  | 0.5925 |
| 0.4470 | 1.6093 | 1.4667 | 1       | 0.8690 |
| 0.5144 | 1.8520 | 1.6878 | 1.1508  | 1      |

密度(c.g.s. 単位)

| gr/cc              | kg/m <sup>3</sup> =(gr/l) | gr/m <sup>3</sup>    | lb/ft <sup>3</sup>     | oz/ft <sup>3</sup>     |
|--------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| 1                  | $1 \times 10^3$           | $1 \times 10^6$      | 62.43                  | 998.8                  |
| 0.001              | 1                         | $1 \times 10^3$      | 0.06243                | 0.9988                 |
| $1 \times 10^{-6}$ | $1 \times 10^{-3}$        | 1                    | $6.243 \times 10^{-5}$ | $9.988 \times 10^{-4}$ |
| 0.016018           | 16.018                    | $1.6018 \times 10^4$ | 1                      | 16                     |
| 0.0010012          | 1.0012                    | $1.0012 \times 10^3$ | 0.0625                 | 1                      |

压力

| MPa<br>=(N/mm <sup>2</sup> ) | Pa<br>=(N/m <sup>2</sup> ) | bar                     | kgf/cm <sup>2</sup>     | atm                     | mmH <sub>2</sub> O   | mmHg                    |
|------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| 1                            | $1 \times 10^6$            | 10                      | 10.197                  | 9.8692                  | $1.0197 \times 10^5$ | 7500.617                |
| $1 \times 10^{-6}$           | 1                          | $1 \times 10^{-5}$      | $1.0197 \times 10^{-5}$ | $9.8692 \times 10^{-6}$ | 0.1019716            | $7.5006 \times 10^{-3}$ |
| 0.1                          | $1 \times 10^5$            | 1                       | 1.019716                | 0.9869233               | $1.0197 \times 10^4$ | 750.0617                |
| 0.0980665                    | 98066.5                    | 0.980665                | 1                       | 0.9678411               | $1 \times 10^4$      | 735.5593                |
| 0.101325                     | 101325                     | 1.01325                 | 1.03323                 | 1                       | $1.0332 \times 10^4$ | 760                     |
| $9.8067 \times 10^{-6}$      | 9.80665                    | $9.806 \times 10^{-5}$  | $1 \times 10^{-4}$      | $9.6784 \times 10^{-5}$ | 1                    | $7.3555 \times 10^{-2}$ |
| $1.3332 \times 10^{-4}$      | 133.3224                   | $1.3332 \times 10^{-3}$ | $1.3595 \times 10^{-3}$ | $1.3158 \times 10^{-3}$ | 13.59510             | 1                       |

## 第一部

### カトマンズ盆地地震災害軽減計画に向けての青写真

## 1. はじめに

### 1.1 背景

ネパールはおよそこの 70 年間、大地震に襲われていないが、本調査の始まる直前、2001 年 1 月に隣国インドのグジャラート州で大地震が発生し、20,000 人が死亡、30,000 戸が倒壊・損壊した。ネパールはヒマラヤ山脈を持ち上げる大断層の直上にあり、グジャラート州よりもさらに地震の恐れの高い地域である。事実、1934 年にはマグニチュード 8.4 の地震が発生し、カトマンズ盆地の家屋の 60% が被害を受け、当時の人口が現在の 1/5 であったにもかかわらず、4,300 人ほどの死者を出している。それ以前にも多くの大地震が発生したことが記録に残っている。

このようにカトマンズ盆地は地震から逃れる事のできない宿命にある。この盆地には、150 万人に及ぶ人が住み、脆弱な地盤の上に耐震性の乏しい建築が密集し、道路、水道、下水、電気等の基礎的インフラの整備水準、公的部門の社会サービスも極めて低い。地震に対する脆弱性は極めて高く、大量の被災者が出ることは必至である。

カトマンズ盆地はネパールの政治、経済、文化の中心であり、大災害が発生した場合、長期に亘る経済、社会発展の停滞が全国に及ぶことは明らかである。ネパールは世界最貧国の一つであり、これから脱却するため、「持続的発展」を極めて重要なキーワードとして、国際社会の協力の下に多くの社会発展プロジェクトが実施されてきたが、大地震はこれまでの努力を水泡に帰しうるものであり、「持続的発展」の最大の障害となり得る。

現在、次期（第 10 次）国家 5 ヶ年計画を策定中であるが、貧困解消が最大のテーマとなっている。震災は貧困層に最も厳しい被害を及ぼすのみならず、大量の新規の貧困層を生むことも明らかであり、このテーマとも深く関連している。

ネパールは、地震のみならず、洪水、地すべりなどの多くの自然災害が多発する地域である。政府、国際社会等はこれまでも防災に取り組んできており、一定の進展が見られている。しかし、この努力の多くは地すべり、洪水などの水災害に対してであった。水災害の頻度が高いことは事実であるが、大地震が一旦発生すれば、大量の死者を生み、多くの財産を破壊し、とくにカトマンズ盆地で都市災害が発生した場合には被害が全国におよび、場合によっては国の存立そのものを危うくする点で、地震災害こそは悲劇的災害といえる。

ネパール政府は上記の認識をもとに、日本政府に対してカトマンズ盆地地震防災対策調査の要請を行った。2000 年 8 月に締結された S/W および M/M に基づき、国際協力事業団は、日本工営（株）・応用地質（株）共同企業体からなる調査団による本調査を 2001 年 1 月～2002 年 3 月に実施した。

## 1.2 目標、調査の視点、および目的

### 1.2.1 目標

本調査の期間は1年間にすぎないが、地震防災は長期に亘る忍耐強い、多大な努力の結果として効果を現すものである。本調査が調査・提言する施策の最終到達目標として下記の3点を設定した。本調査はこれらを実現するための一里塚である。

- a) カトマンズ盆地住民の生命と財産を守る。
- b) 社会経済を強化する。
- c) 地震時の統治能力を守る。

### 1.2.2 調査の視点

前記目標に近づくための方策を検討するのが本調査の課題である。このためには地震災害の特徴、防災対策上の留意点を整理しておくことが必要である。本調査団はこれらを次のように整理した。

#### (1) 地震災害の根本原因の認識

地震災害は、他の災害と異なり、実際には建物等の人工物が災害を起こし、社会の混乱が被害をさらに大きくするのであって、その意味で社会的災害といえよう。したがって地震災害が貧困やその他の社会的欠陥に起因することを十分に認識して調査を進める必要がある。

#### (2) 持続的発展の重視

地震災害は嘗々として築き上げてきた社会発展を一挙に元の状態以下に引き戻しかねない脅威である。また地震防災は社会の基盤、体力を強化することと不可分であり、持続的発展の結果として地震防災が実現されるという面がある。したがって、持続的発展は地震防災のキーワードである。

#### (3) 戦略的防災施策の重視

地震防災は必ずしも直接の地震対策でこと足りるのではない。社会基盤を強化する、という環境下ではじめて実現し得る。これを戦略的防災施策と位置づけを重視する。現在、実施中、計画中の社会基盤整備事業が数多くあるが、これらを地震防災の観点からの再評価を試みる。

#### (4) 分権的防災施策の重視

大地震災害時には通信、運搬手段が機能しないと想定されることから、通常の中中央政府を頂点とする指揮命令を期待できない。地震防災は中央集権的になされるものではなく、分権的参加型施策が有効である。また、地震防災は、家屋の所有者、地域のコミュニティ、自治体等の参画が重要である。

## (5) 地震防災と地震減災のバランス

地震防災は、「地震が発生しても災害を起こさない」狭義の防災に重点をおく考え方で、「災害の発生を前提に、その拡がりを最小限に押さえる」減災に重点をおく考え方がある。日本のような先進国では前者に相対的な重点がおかれるが、ネパールの現状では当面は後者を重視することが本調査の即効性に繋がる。勿論、長期で達成する課題として「防災」を重視する必要もある。

## (6) 国際援助

大地震は突発的、しかも甚大な災害をもたらす。先進国においても国際的協力が普通に行われるのが地震災害である。ネパールにおいても、国際援助を前提に地震防災計画を立案する必要がある。

### 1.2.3 目的

本調査の目的を下記とし、最終到達目標に向けての一里塚とする。

- a) カトマンズ盆地における地震防災計画案の立案
- b) ネパール側への技術移転
- c) 地震防災のためのデータベースの作成

地震に限らず防災は国民の生命と財産を守る施策であり、国家の最も基本的機能の一つである。また国家の危機管理体制、換言すれば中枢機能が試される場でもある。本調査はネパール国の危機管理体制につき、そのプラス面マイナス面を客観的に評価し、プラス面についてはその維持を、マイナス面については、改善策を提言した。この中には必ずしもネパール側の同意が得られるか不明の部分も含まれるが、今後の同国および同国を支援する国際機関の検討に役立つものと信じる。

### 1.2.4 調査地域

本調査の調査地域は、カトマンズ、ラリトプール（旧パタン）、バクタプール、マディヤプール（旧ティミ）、キルティプールの5市（Municipality）を含む、カトマンズ盆地内のカトマンズ、ラリトプール、バクタプールの3郡（District）である。

### 1.2.5 調査工程

本調査は以下の3つの調査段階に分かれる。また、2年次に分けて実施された。第1年次調査は、フェーズ3の途中までであり、2001年11月に終了した。第2年次はフェーズ3の残りを実施し、2002年3月に終了した。

- フェーズ1 資料収集
- フェーズ2 資料解析
- フェーズ3 防災計画策定

表 1.2.1 調査全体工程表

| 契約年次            | 第1年次          |    |    |               |    |    |                 |    |    |             |     |     | 第2年次  |    |    |
|-----------------|---------------|----|----|---------------|----|----|-----------------|----|----|-------------|-----|-----|-------|----|----|
|                 | 平成13年         |    |    |               |    |    |                 |    |    |             |     |     | 平成14年 |    |    |
| 年               | 平成13年         |    |    |               |    |    |                 |    |    |             |     |     | 平成14年 |    |    |
| 月               | 1月            | 2月 | 3月 | 4月            | 5月 | 6月 | 7月              | 8月 | 9月 | 10月         | 11月 | 12月 | 1月    | 2月 | 3月 |
| 調査段階            | 資料収集<br>フェーズ1 |    |    | 資料解析<br>フェーズ2 |    |    | 防災計画策定<br>フェーズ3 |    |    |             |     |     |       |    |    |
| 現地調査            | 第1次現地調査       |    |    | 第2次現地調査       |    |    | 第3次現地調査         |    |    | 第4次現地調査     |     |     |       |    |    |
| 国内作業            | 国内準備作業        |    |    | 第1次国内作業       |    |    | 第2次国内作業         |    |    | 第3次国内作業     |     |     |       |    |    |
| レポート            | インテリジョンレポート   |    |    | インテリジョンレポート   |    |    | ドキュメント          |    |    | ファイルレポート    |     |     |       |    |    |
| セミナー<br>ワークショップ | ワークショップ       |    |    | 第1回技術移転セミナー   |    |    | 第2回技術移転セミナー     |    |    | 第2回技術移転セミナー |     |     |       |    |    |

1.2.6 要員

調査団員は以下に示す 14 名からなる。

表 1.2.2 調査団員リスト

| 担 当                | 氏 名             |
|--------------------|-----------------|
| 総 括                | 江 川 良 武         |
| 副 総 括 / 防 災 計 画    | 金 子 史 夫         |
| 地 震 ・ 震 動 解 析      | 瀬 川 秀 恭         |
| 地 盤                | 矢 野 賢 治         |
| 建 築 構 造            | 大 角 恒 雄         |
| インフラ(道路・橋梁・ライフライン) | ス タ ビ ッ ト ナ ル シ |
| 情 報 ・ 通 信          | 黒 野 宗 雄         |
| GIS データベース構築       | 遠 山 信 彦         |
| 都 市 ・ 地 域 開 発      | 渡 辺 治 郎         |
| 啓 発 ・ 教 育          | シ ョ ウ 智 子       |
| 医 療 ・ 衛 生          | 小 村 隆 史         |
| 組 織 ・ 体 制 ・ 制 度    | マ イ ン グ リー シャー  |
| 建築構造(レトロフィット)      | 香 川 秀 郎         |
| 業 務 調 整            | 田 口 裕 之         |

本調査のネパール側カウンターパート機関は内務省麻薬災害管理局である。また、他の関係機関を含めて、以下のカウンターパートがネパール側より指名されたほか、本プロジェクトステアリングコミッティーが組織された。

表 1.2.3 カウンターパートリスト

| Name                            | Designation          | Office  |
|---------------------------------|----------------------|---|
| Dr. Min Bahadur Paudyal Chhetri | Director             | Ministry of Home Affairs, Dept. of NDC & Disaster Management                                |
| Mr. Pravakar Adhikari           | 1st Class Officer    | Ministry of Information & Communication   |
| Mr. Laba Prasad Tripathi        | Director             | Ministry of Education & Sports, Department of Education                                     |
| Mr. Durgendra Man Kayastha      | Chief Survey Officer | Ministry of Land Reform & Management, Survey Department                                     |
| Mr. Sudhir Rajoure              | Seismologist         | Ministry of Industry, Department of Mines & Geology   |
| Mr. Gyani Raja Chitrakar        | Geologist            | Ministry of Industry, Department of Mines & Geology   |
| Mr. Amrit Man Tuladhar          | Engineer             | Ministry of Physical Planning & Works, Department of Urban Planning & Building Construction |



S/Wに基づき、本調査を円滑に実施ため、ネパール側は以下のメンバーよりなるステアリングコミッティーを組織した。

表 1.2.4 ステアリングコミッティーリスト

| Name                                 | Designation                           | Office  |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---|
| Mr. Tulsi Prasad Bhattarai           | Chief District Officer                | Kathmandu District                                      |
| Mr. M. K. Adhikari                   | Deputy Chief District Officer         | Lalitpur District                                       |
| Mr. Ram Prasad Khatiwada             | Chief District Officer                | Bhaktpur District                                       |
| Mr. Keshab Sthapit                   | Mayor                                 | Kathmandu Metropolitan City                             |
| Mr. Buddhiraj Bajracharya            | Mayor                                 | Lalitpur Municipality                                   |
| Mr. Prem Suwal                       | Mayor                                 | Bhaktpur Municipality                                   |
| Mr. Madankrishna Shrestha            | Mayor                                 | Madhyapur Municipality                                  |
| Mr. Hirakaji Maharjan                | Mayor                                 | Kirtipur Municipality                                   |
| Mr. Balananda Paudel                 | Under Secretary                       | Ministry of Finance                                     |
| Mr. Mohan Bahadur Karki              | Under Secretary                       | Ministry of Science and Technology                      |
| Mr. Padam Lal Shrestha               | 1st Class Officer (Technical Officer) | Ministry of Physical Planning & Works                   |
| Dr. Shyam Prasad Bhattarai           |                                       | Ministry of Health                                      |
| Mr. Narab dra B. Amatya              | Under Secretary                       | National Planning Commission,<br>Administration Section |
| Mr. Nanda R. Sthapit                 | Director General                      | Department of Mines and Geology                         |
| <b>(Chair)</b><br>Mr. Shree K. Regmi | Secretary                             | Ministry of Home Affairs                                |

### 1.2.7 報告書の構成

本報告書（ファイナルレポート）は以下の5巻からなっている。

- 第1巻：英文要約
- 第2巻：本報告書 第1部 地震防災計画編
- 第3巻：本報告書 第2部 被害想定編
- 第4巻：付録
- 第5巻：和文要約

本書は、第5巻和文要約であり、その構成は以下のとおりである。

- 第一部 カトマンズ盆地地震災害軽減に向けての青写真
- 第二部 地震災害予測とデータベース構築
- 第三部 結論と提案

第一部は、本調査のフェーズ3において実施された包括的あるいは概念的な地震防災計画案をまとめている。

第1章の序論に続き、第2章では、被害想定の結果予測に基づいた「地震シナリオ」を示す。このシナリオは、計画案策定の前提を明確に示す目的で作成した。

第3章から第6章は、地震防災計画に対しての包括的・概念的な提言をまとめたものであり、その特徴は以下のとおりである。

- ・ 第3章では、まず、地震防災の枠組みの確立に関して具体的な提言を行う。地震防災計画は、中央政府、地方自治体、企業、市民などのあらゆる階層内および階

層間で連携・協力のできる枠組みの中で策定されなければ実効性がない。ネパールでは、この重要な枠組みが確立していないため、この点が最も重要と考えられる。

- ・ 第4章から第6章では、本調査は地震防災の3つの目標、すなわち、1)統治能力を守る、2)人命と財産を守る、3)社会経済を強化する、を設定したが、各階層に対する地震防災対策計画に対しての提言を3つの目標に沿って示す。具体的な計画は、枠組みの確立の過程および確立後に策定されるべきであるため、ここでは、包括的・概念的な計画を示す。

第二部は、防災計画を策定するための基本となる本調査のフェーズ1および2において実施された地震被害予測結果をまとめている。

第7章では、シナリオ地震、震度、建物被害、人的被害、インフラへの被害等を科学的に想定した結果をまとめる。ただし、過去にネパールにおいて地震被害予想を前提としたデータの蓄積がないためにデータ不足は否めなく、その精度にも限界はある。

第8章では、基礎資料や被害想定結果からなるデータベースについて述べる。また、新規にシミュレーションソフトウェアを開発して加えた。今後のデータの蓄積や被害想定精度向上に利用することを目的としている。

第9章では、調査の目的、方法、過程、結果等を公開することを目的に構築されたウェブサイトに関して述べる。

第三部の第10章では、第一部と第二部の各項目毎に述べた提言に基づいて、今後の地震防災のために必要と考えられる事業の提案を行う。

## 2. 想定地震・想定地震災害

想定地震の設定や被害想定結果については第二部にまとめているが、各シナリオ地震の震度・建物被害・人的被害などの概要をごく簡単に述べる。

### 2.1 想定地震

本調査において、4つの想定地震を設定した。なお、震度分布に関しては巻末の図 7.3.3 を、液状化危険度に関しては巻末の図 7.4.2 を参照されたい。

#### (1) 1934年、ビハール・ネパール地震（マグニチュード 8.4）

この想定地震は、1934年の地震を再現したものである。この地震による震度は、4つのシナリオ地震の中で最大である。盆地の大部分は震度 VIII（MMI：修正メルカリ震度階）の地震動となり、東部の一部は IX に達する。液状化危険度は全般に低いものの、バグマティ川沿いに危険度中程度の地域が散在する。

#### (2) 中部ネパール地震（マグニチュード 8.0）

この想定地震は、ヒマラヤ前縁の地震活動帯の内、中部ネパールの地震空白域にもとづいて設定したものである。山間部を除き、盆地は震度 VIII の地震動を被るとみられる。仮にマグニチュード 7 の余震が本震域付近で起こったとすると、盆地は VII の震度となる。バグマティ川沿いに液状化危険度が中程度の地域が散在すると想定される。

#### (3) 北バグマティ地震（マグニチュード 6.0）

この想定地震は、盆地のすぐ北部における小地震の頻発域を基に設定された。山地部を除き、盆地は震度 VI ないし VII の地震動となると想定される。液状化ほとんど発生しないと想定される。

#### (4) カトマンズ盆地内地震（マグニチュード 5.7）

この想定地震は、盆地内にみられる明瞭なリニアメントに基づいて設定された。震源断層沿いの地域は、震度 IX の地震動となると想定される。山地部を除く盆地の他の地域では VII ないし VIII と想定される。震源断層付近では液状化危険度が高く、バグマティ川沿いでは、中程度危険度を示す地域が散在する。

### 2.2 想定地震災害シナリオ

ネパール国においては 1934 年以來、大地震を経験していないため、同国の地震防災関係者といえども地震時の状況を具体的に想定できない弱点がある。したがって本報告書では、地震が発生した場合の状況を記述した想定地震災害シナリオを設け、地震時に想定される事態をビビッドに（生き生きと）表現するよう工夫した。

この想定地震災害シナリオは、将来に発生可能性のある大地震であるネパール中部地

震が 1934 年にカトマンズ盆地を襲ったビハール・ネパール地震と同じ季節、時刻に起こったと仮定した場合に生ずるであろう、「直接的な影響」の概要を示したものである。それによってカトマンズ盆地の現状の弱点を示し、それによって、盆地全体の強化につなげようとするものである。なお、対象とする地震の位置・規模、発生季節・時刻を変えればシナリオは変わる。

### (1) 地震

200X 年の冬のある日の昼下がりに、突然地面が激しくゆれだし、数分間続いた。ほとんどの人が歩くことはおろか、立っていることもままならなかった。カトマンズ盆地は過去に何回も地震に襲われており、最後は 1934 年であった。当時を知る人たちは、盆地が地震に弱いことや準備が足りないことを指摘していた。

固い岩盤ではゆれは比較的弱く、それでも「非常に弱い家」が倒れるような震度 VII(MMI)であった。低地部ではさらに強く、震度は VIII で、「多少弱い家」も壊れた。郊外部では落石や地すべりが起こり、道路がふさがれ、ライフラインが壊れた。川の近くの地下水位が高くゆるい砂のところでは、液状化が発生し、家や橋が傾き、水道管が破断した。余震が続き、これにより被害が拡大した。

### (2) 社会的混乱

地震に備えた事前の防災体制、防災計画さらには防災訓練が不十分であったため、地震直後の政府機関の機能不全は著しかった。国王は非常大権を握り、直ちに政府災害対策本部を設けること、軍・警察、行政機関を動員、被災者の救出・救援に全力をあげることを、国際社会に緊急救援を依頼すること等を指示した。また国王はラジオを通じて平静を保つよう、流言飛語に惑わされぬよう国民に直接呼びかけた。余震の続発等に基づく社会不安の増大、国際援助の受け皿の不在による混乱が見られたが、区役所（ワードオフィス）、市当局を核とする下部組織からの自主活動が効果を上げ始めた。ボランティアや NGO などの活動も評価された。同時に中央政府の巨大な力、全体への調整能力の重要性も明らかになってきた。

### (3) 建物被害

被害を受けた住宅建物は 128,000 棟（全住宅建物の約 50%）、このうち大破した建物は 53,000 棟（同 21%）であった。高い被害率は、主に石造りやアドベ作りの建物が原因であった。鉄筋コンクリートやセメント目地のレンガ造りの建物は被害率が比較的低かったが、それでも、工学的な考慮が不足し、劣化が進んだ、不適切な基礎の建物は壊れた。建物は、レンガ、鉄筋、木材、家具、ほこりとともに倒れた。倒れた家の数は郊外よりも中心部でずっと多かった。盆地全体で、半数の建物が修理を必要とするか立て直さなければいけないような被害を受けた。1934 年の地震で生き残った建物もその後 4 階以上を建て増し、工学的な考慮を怠ったために弱くなっていた。マグニチュード 7 クラスの余震が起り、本震で被害を受けた建物の多くが崩壊した。

#### (4) 人的被害

死者数は 18,000 人（盆地人口の 1.3%）、重傷者は 53,000 人（同 3.8%）に及んだ。死者はほとんどが建物の倒壊によるものであり、その半数はカトマンズ市に集中していた。多くの遺体は数日間残骸に埋もれ、適切な火葬ができない状態であった。負傷者は、ほとんどが建物の倒壊や落下物、家具の転倒によるもので、147,000 人にも達した。死者や負傷者における、老人、乳幼児、病人、そして外部からの旅行者の比率が高かった。

#### (5) 火災、道路閉塞、残骸

火災は何十件も起ったが、延焼はなかった。中心部や商業地区では、道路に面した多くの建物が崩れて道路を閉塞した。建物の残骸は、建て直しの際に利用されたが、かえって建物の強度低下の原因となった。一方、レトロフィットを行っていた学校は被害が少なかった。

#### (6) 医療と病院の被害

10 万人以上の負傷者の多くは病院を訪れた。病院の建物も被害を受け、また、医者、看護婦、薬、その他の医療器具も不足していた。多くの外国からの援助が寄せられたが、それも数日後からであった。

#### (7) 家を失った人、避難者、避難場所

家を失った人は 500,000 人にも上り、家族や友人宅に身を寄せることができなかった人々、あるいは小屋掛けができなかった人々は避難所（テント村）に押しかけた。避難所や必要な資材も人数に比べて大幅に不足した。10,000 人以上の人が長い間避難所に残り、その多くの人たちが、行政の準備と管理の不手際についての不満を持っていた。

#### (8) 教育と学校

公立学校は、建物が貧弱であったため、その 6 割が倒壊した。40,000 人以上の生徒が被災した。残った学校の多くは、家を失った人や被災した人たちの連絡所として長い間使われたものもあったが、多くは閉鎖されたままであった。

#### (9) 道路、橋、空港

道路そのものにはあまり大きな被害はなかったが、倒壊した建物による閉塞がとくに密集地域で顕著であった。西部の山間地では斜面が崩れてインドとの道路が閉塞した。低地部では、いくつかの橋が液状化によって壊れた。大きな集落をつなぐ道路が壊れたことで、緊急用の流通に問題が生じた。空港は被害が小さく、さらに外国からの緊急物資の輸送が最優先であったために、その機能を早急に復旧するための努力が払われた。

#### (10) 水道、下水道

水道管があちこちで壊れ、市街地では8割の家庭への給水が停止した。給水車は道路がふさがれて立ち往生し、家庭のポンプも停電のために使用できなかった。下水道管も壊れた。カトマンズやキルティプールの都市部が深刻な被害を受けた。

#### (11) 電力

電線の被害はカトマンズ市に集中した。とくに、多くの低電圧の電線が切断した。電力は最も重要なエネルギー源であるため、緊急の復旧努力が払われた。電力の復旧は、被災した人々に新たな復旧の意欲を与えた。

#### (12) 電信、電話

電話は一時すべてが不通となった。しかし、盆地の悲惨な状態は衛星電話でいち早く海外に伝えられた。数日後、ほとんどの電話が復活し、携帯電話が活躍した。

#### (13) メディア（テレビ、ラジオ、新聞）

放送関係は電気の途絶が致命傷だった。ラジオは、電気の復旧の後、安全情報、支給物資情報、安否情報、ボランティアの募集情報を流した。新聞は、印刷機械が大きな被害を受け、さらに新聞紙やインクが不足した。

### 3. 防災施策が持続的、継続的に進展するための枠組み

#### 3.1 防災の枠組み

地震防災は少数の省庁のみで対処することはできない。全ての省、自治体等が自律的に行動、協力して初めて実現するのである。ネパールにおける地震防災に関する体制は下記の3つの枠組みでなされるべきである。

##### a) 中央政府、自治体等各機関の責任・権限の明確化

ネパールにおける防災体制の最大の問題は、資金や技術の不足ではなく、個々の機関の責任と権限が不明確であることである。これを明らかにした上で各機関は自律的に計画を作成し、また、予算措置を講じなければならない。

##### b) 関係機関相互の持続的な連携を実現するためのメカニズムの創生と強化

関係機関で構成される防災会議を設け、定期的な計画の調整、演習等を実施することが必須である。この防災会議が成立するための基本条件は下記の通りである。

- 明確な法的根拠・権限
- 各組織の最高責任者の支持
- 強い指導性
- 強力な事務局
- 実行のためのインセンティブ

##### c) 政策、計画の作成と実行

防災計画の立案をはじめとする防災施策について、政府は中央集権的、上意下達式運営で実施しがちであるが、各レベルの関係者が平等の立場で関与する参加型で実施する必要がある。また地震防災施策は他の社会的、経済的な開発プロジェクトとの整合を図る必要がある。計画立案は計画文書を作ることではない。立案過程を通じて危機管理の効果的システムの樹立や組織の連携を進めることが重要である。このための焦点となる施策は連絡網や連携のシステムの樹立である。

#### 3.1.1 現在の枠組みの問題点

現在のネパールの防災施策は下記の法令に基づき実施されている。

- a) ネパール王国憲法、1990
- b) 自然災害救援法、1982
- c) 地方行政法、1971
- d) 省庁任務規則、1996
- e) 地方分権法、1999
- f) カトマンズ盆地都市開発法、2000
- g) 建築法、1998、( 建築基準法(案)、1994 )

上記の法令に基づき、防災関連の枠組みの問題点は以下の4点である。

### (1) 法的根拠

現在、ネパールは1990年に立憲君主国家となり、民主化し、地方分権を進めているが、防災に関する法体系は、絶対王政下の前近代的法体系となっている。たとえば、防災の最高法規である自然災害救援法は、当時の絶対王政下の統治機構に則し、国王が影の主役を務め、省庁間の権限・分担などに関する取り決めがほとんど規定されていない(図3.1.1参照)。

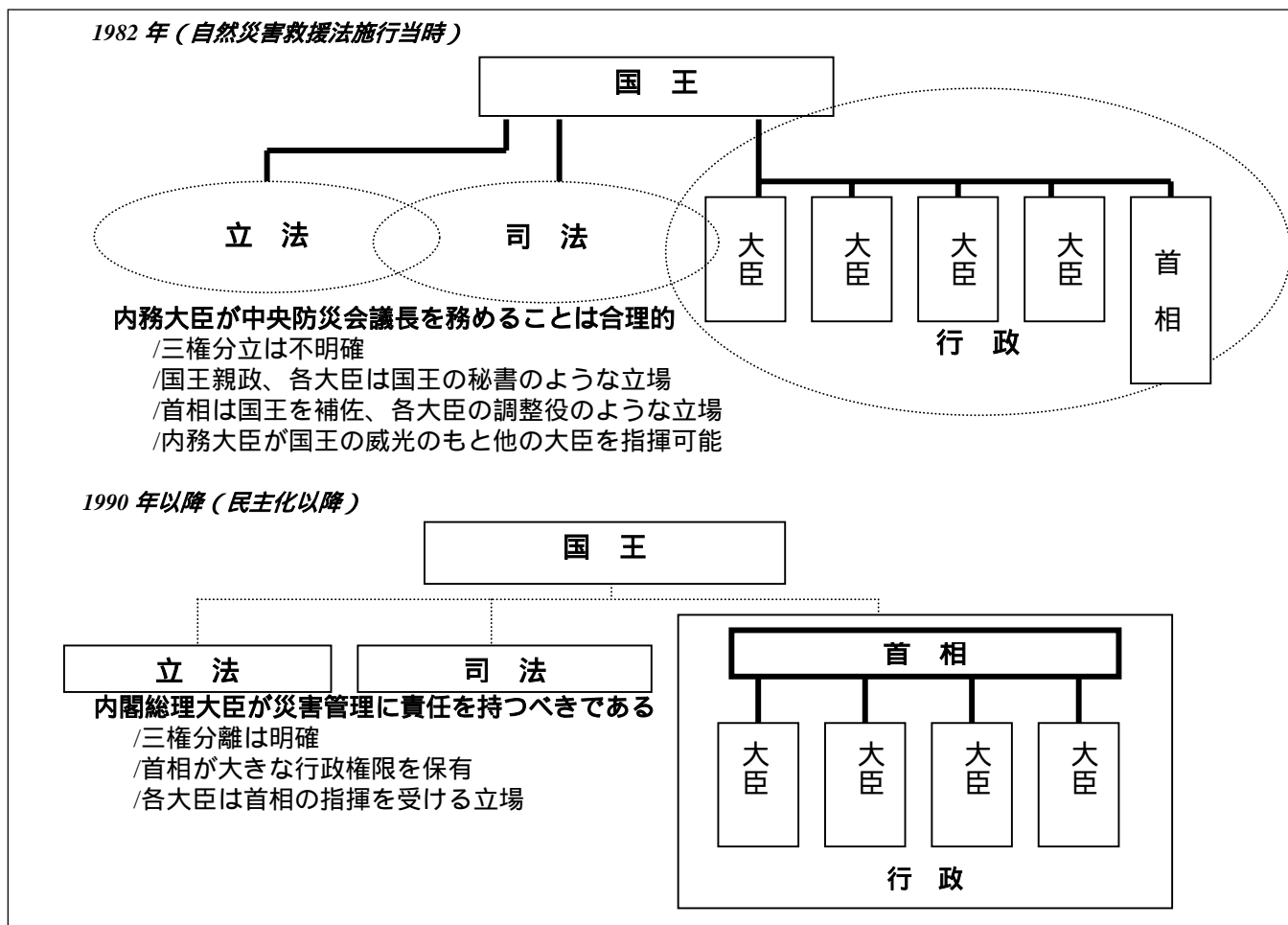


図3.1.1 自然災害救援法の施行環境

また、自然災害救援法は災害発生後の短期的救援措置のみを対象とし、市民への教育・情報共有、危機管理、事前防災、復旧復興にはほとんど言及がない。さらに、同法では防災行政の最高責任者が明示されていない。

一方、地方分権の流れに沿って、地方分権法および第9次国家5ヵ年計画(1997-2002年)において、従来から地方行政に分担されている開発のみならず、防災に関しても、郡や市の役割を重要視することが示唆されている。



## (2) 防災体制

現在、ネパールでは内務省が救援活動そのものの中心機関と位置づけられている。(図 3.1.2 参照)。

災害発生時には、内務大臣を議長とし、一部大臣からなる「中央災害救援委員会」が設置され、内務省麻薬災害管理局の管理により郡災害救援委員会が活動を行っている。県および地方の災害救援委員会はほとんど機能していない。

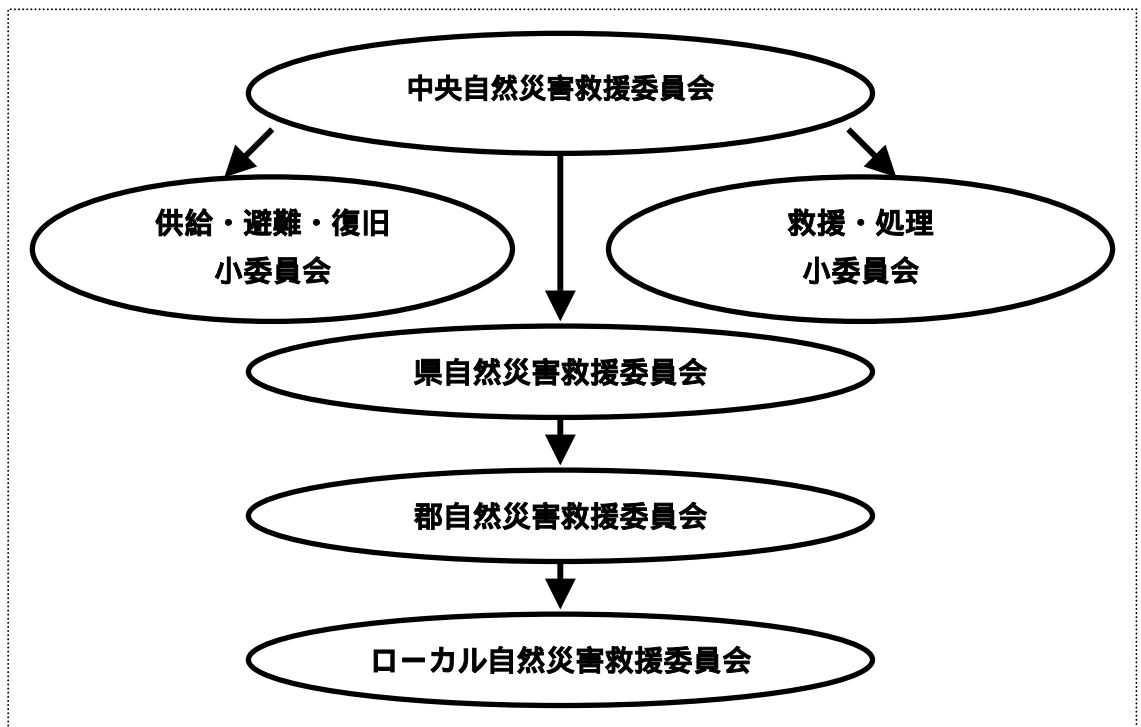


図 3.1.2 ネパールの防災体制

ネパールの防災を管轄する内務省においては、政策担当と実務担当が区分されている(図 3.1.3 参照)。被災地が地方である場合には、内務省から派遣されている郡知事(CDO: Chief District Officer)が地方の総括責任者であるため、現状の内務省中心の方式にはそれなりの合理性がある。

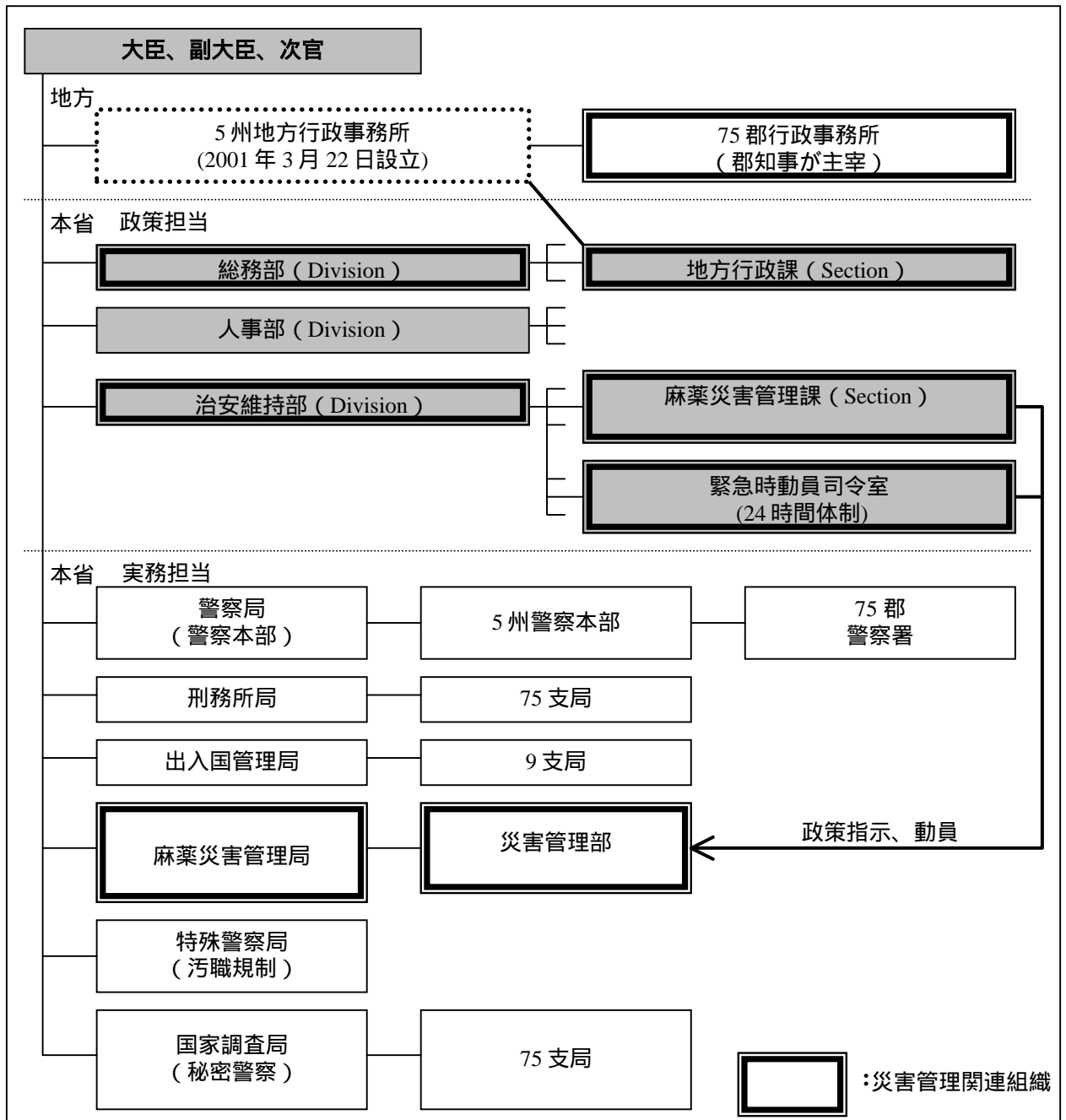


図 3.1.3 内務省の組織図

しかし、他省庁などの責任が明確でないのは不合理である。また、自治体やコミュニティーへの支援、指導を通して関与するという体制がとられていない上、自治体の責任と任務がほとんど無視されている。

自治体は、被災者に直面し、災害の特徴、広がり、被災者の状況、ニーズを熟知すべき立場にあり、自治体が被災の最前線として機能する体制が必要である。とくに、カトマンズ盆地においては、地方分権の流れもあり、市 (Municipality) を中心とする自治体の存在感が郡知事を凌いでいる現状を考慮すると、内務省中心の現防災体制では、機能不全に陥りかねない。また、カトマンズ市には、盆地唯一の防災専任セクション

が設けられて(図 3.1.4 参照)、細々と啓蒙活動を実施しており潜在的な能力はあるものの、市政府もこと防災に関しては力不足である。

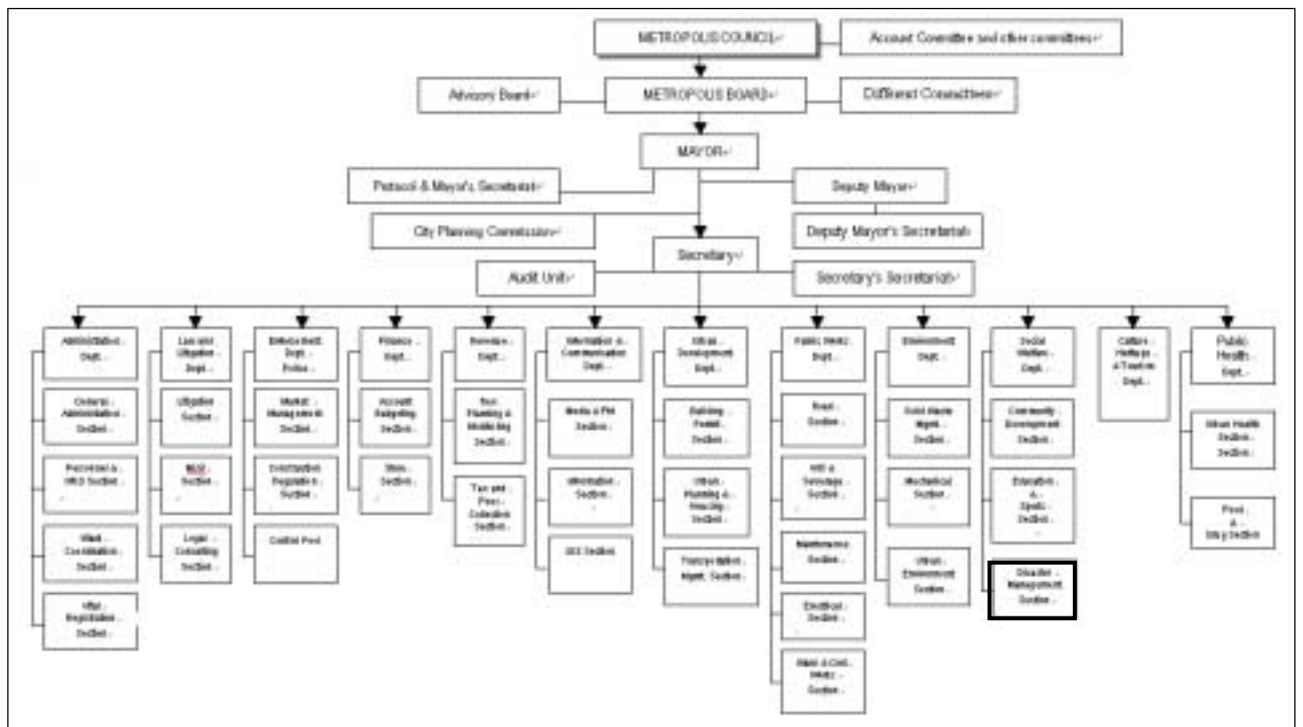


図 3.1.4 カトマンズ市の組織

なお、自然災害救助法にもとづき、災害時のみに設置される「中央災害救援委員会」はその名の通り、ほとんど事後の救援にのみ関わり、事前の防災基盤作りや緊急対応準備等の体制がほとんど取られていない。

### (3) 関係機関相互の連携

ネパールの現状は、平時といえども生活や都市施設の最低基準が確保されている状況とはいえない。したがって、防災施策はインフラ・経済開発事業と整合、連携を図ることが極めて重要であるが、これがなされていない。また逆に、インフラ・経済開発事業が、地震防災への配慮をほとんどしないまま進められている。

また、中央政府内の緊急時の連携機構が存在せず、中央政府と自治体や市民と連携するための緊急災害情報を伝達する機構も存在しない。

### (4) 政策、国家計画

防災、減災に関する政策、緊急対応計画が存在しない。また耐震設計、施工基準が強制力を備えておらず、正式に承認されておらず、施工監理体制も存在しないなど、技術面での法整備も遅れている。さらに「国際防災 10 年」のなかで作成された国家防災計画を監督、遂行する体制が取れていない。

### 3.1.2 整備すべき枠組み

現状の問題点を踏まえ、次の施策を講じて防災の枠組みを整備する必要がある。

#### (1) 新たな、強力な法整備

新たな法整備の要点は以下のとおりである。

- 中央政府のみならず自治体、コミュニティを防災体制に組み込む。
- カトマンズ盆地における地震防災に関する総括責任体制を明確にする。
- 事前防災のみならず災害時の緊急対応を含め、各機関の責任を明確にする。

#### (2) 中央と地方の関係機関が連携して施策を遂行するための機構の設立

中央政府、自治体等、関係機関が連携して施策を着実に遂行するためには、「国家防災会議」をまず設立する必要がある。そこでは国家防災計画を策定し、インフラ・経済開発プロジェクト等の地震防災以外の政策との連携、調整に務めるとともに、計画の遂行状況を監理する（図 3.1.5 参照）。「国家防災会議」は非政府組織（NGO）を含む枢要組織の長で構成され、首相が指揮を執る。

#### (3) 各レベル、政府、各市、各区における防災会議の設立

各レベルの防災会議（図 3.1.5 参照）を設立し、防災政策、防災計画を策定する。なお、カトマンズ盆地内の中央政府機関、自治体、民間団体は別途の調整機関を設け、互いの分担、連携等を協議するべきである。

#### (4) 国家第 10 次 5 ヶ年計画における地震防災施策の重視

国家 5 ヶ年計画において地震防災施策を重視することにより予算配分を確実なものとし、予算を配分された関係機関は責任をもってそれぞれの地震防災計画を準備する。

#### (5) 予算の確保、公正な執行体制の担保

予算確保のための法令整備、自治体予算への政府の責任、「救援のための基金」の適切な運用ならびに適切な予算執行状況の検査機構が必要である。

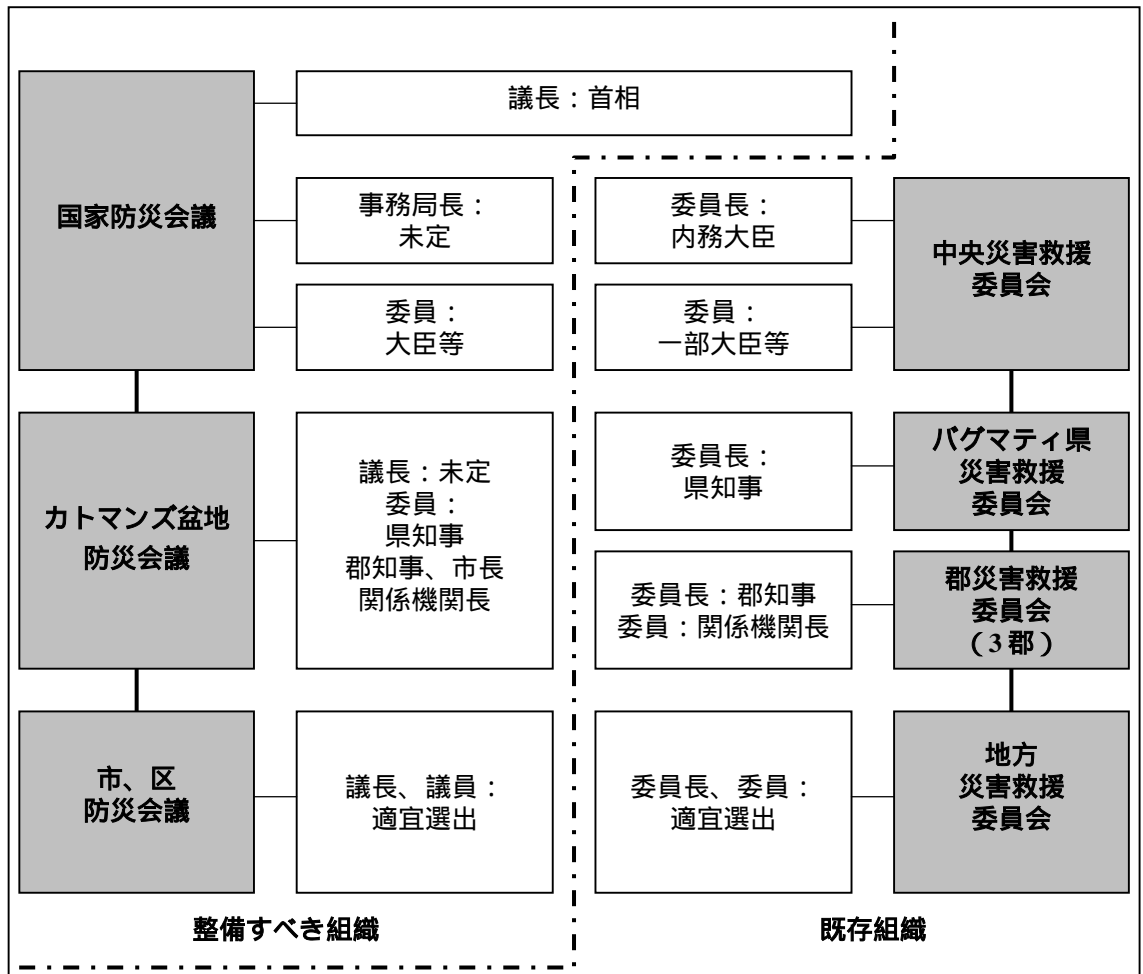


図 3.1.5 整備すべきカトマンズ盆地の地震防災体制

### 3.1.3 地震前・中・後の防災体制

地震災害に取り組む機関としては、地震の前、直後、復旧過程のそれぞれに、一般に異なった体制が必要である。このことは政府、自治体、区、民間等の各階層の機関についても当てはまることである。

#### (1) 地震前：防災会議

政策、計画立案に重点があり、また、あらゆる災害を想定しなければならないから構成員も広範である。

#### (2) 地震直後：災害対策本部（緊急対応センター）

災害時の対応のオペレーションに重点があり、多くの構成員は軍、警察、行政部門の出身者である。機動的に行動することが求められ、地震災害の状況も想定時より限定できるから構成員の範囲も限られる。なお、広義には防災会議の下部組織である。

#### (3) 復旧過程：復興院

復興事業は社会のあらゆるセクターが関与する一方、集中投資も必要である。通常時の縦割りの行政組織や災害対策本部で対応しにくい部分も多く、独自の機関が設立さ

れることも少なくない。ただし通常時の行政組織や防災会議がこれを担当することもある。広義には防災会議の下部組織である。

いずれの機関も互いの整合性を図るために枢要メンバーは兼務する必要がある。

## 3.2 地震防災計画

カトマンズ盆地における地震防災計画は、国家計画だけでこと足りるのではなく、各省、地域政府、各自治体、公益事業体、コミュニティー、民間企業、NGO等の個別の計画があって初めて全体として機能する。それには共通の理念が無くてはならず、各組織のリーダーシップ、事前防災措置、情報共有、緊急救援・復旧への取り組みなどがキーワードとなる。

個々のレベルの計画は関係者の参加型協議、調整の成果でなくてはならない。この協力的立案過程が遂行段階での協力の前提条件である。

計画を構成する個々の重要要素は上位機関のリーダーシップのもとに各組織に割り振られたものであり、機能と責任のマトリックスとして表現できるものである。

計画過程は一定の手順を踏まなければならない。すなわち組織の長の支援のみならず長自身によるコミットメント、関連する全ての部局が参加する立案委員会の設立、目標、目的の設定、責任と権限の付与、関連組織のコンセンサスの取得、スタッフの訓練、計画に基づく訓練等の過程である。

### 3.2.1 各レベルの計画

以下に述べる各レベルの行政組織や社会団体における計画が必要である。

#### (1) 国家計画

国全体の計画であり、中央政府、地方自治体、民間市民団体等の役割、責任の大枠を決める計画である。これには軍や警察等の運用計画および資金投入計画が含まれる。

#### (2) 政府計画

中央政府の業務を定める計画であって、中央政府の中での所掌分担等を定めるもの、ならびに個々の省の内部業務に関する詳細、傘下の国営企業に関する枠組み等を定めるものに分かれる。

#### (3) 市計画

カトマンズ市、ラリトプール市、バクタプール市、マディアプール市、キルティプール市がそれぞれ定める計画である。

地震被害と直接的に対峙する市当局の業務を定める計画であり、整備すべき当該市条例に基づいて、市当局および市災害管理委員会、市の各部署・職員の所掌分担および能力向上施策を定めるのみならず、市民をまとめる立場にあたる区（Ward）の役割、

体制(区災害対策本部または管理委員会の設置を含む)、国や民間の機関との連携強化、市民の防災教育、啓発活動を明示するものである。

国によっては、国家計画が自治体の防災計画について準則を定め、自治体計画の骨格を定めている。この場合、国家計画と自治体計画は上位、下位の関係にある。しかし、少なくともカトマンズ盆地の地震防災については、両者の間に上下の関係を持ち込まず、自治体と国家がそれぞれの特徴を活かして補完し合う、という構造にするのが適切である。すなわち、カトマンズ盆地はネパールの他の地域に較べて都市化の進展が著しく、一般的準則が適用できず、また国家に自治体計画の準則を定めるだけの指導力が備わっていないからである。

#### (4) 地域計画

カトマンズ盆地は、カトマンズ郡、ラリトプール郡、バクタプール郡よりなる。それぞれの郡の中心はカトマンズ市、ラリトプール市、バクタプール市であるが、その周辺に多くの村落(VDC: Village Development Committee)が散在する。本来、村落は市と同様、独自の防災計画を備えるべきであるが、村落の力量から見て近日中にこれを期待するのは現実的でない。したがって、村落を対象とする包括的防災計画を先ず作成し、力量のある村落はこれを参考にして、当該村落の実状に、より即した村落計画を立案するのが実用的であろう。

なお地震防災は個別の自治体の計画によって取り込まれるべきではあるが、一方で広域の整合が取れていなければならない。カトマンズ盆地の諸地域の上位に行政組織としてバグマティ県(Bagmati Region)がある。本来、これが広域の調整にあたるべきであろうが、県庁はカトマンズ盆地からかなり離れた遠方にあり、また、専らマオイスト対策を旨とするため期待するのは困難である。カトマンズ盆地都市開発会議(KDTDC: Kathmandu Valley Town Development Council)もしくはこれに準じた組織がこれを担うのが妥当であろう。

#### (5) 国営企業計画

ネパール電力公社、ネパール通信公社、ネパール水道公社等のライフラインに関わる国営企業および、国立銀行などが、監督官庁が作成する防災計画に基づいて個別に作成すべき具体計画である。これらは、地震時の機能の低下を最小限に留め、その一方で、地震による避けがたい大きな被害(機能低下)を迅速に復旧するための措置を講じるものである。

#### (6) 民間計画

ここで民間とは、救援、復旧の大きな部分を担う、企業および学校、病院、コミュニティー、NGO等の団体をいう。これらに期待される貢献の一端を示せば、食料、水、生活必需品の運搬、道路閉塞の啓開、橋梁の応急復興等である。したがって迅速な対応が必要であり、そのために個々の企業、団体での自主的防災計画を事前に準備しておくことが期待される。

### 3.2.2 地震防災計画と他の国家計画

#### (1) 国家5ヶ年計画

ネパールにおける最上位の開発計画は国家計画委員会による「国家5ヶ年計画」である。しばしばこの計画は、個別のプロジェクトがこれを無視して計画、実施されるとして、軽視されるという。実際、多くの省庁はかならずしも国家5ヶ年計画への参画に積極的ではないが、従前は知らず、地震防災をシステムティックに、そして良好な機関相互の協力下で推進するために、今後は本計画がもっと重視されなければならない。

国家計画委員会は、2002年7月16日～2007年7月15日を対象とする次期（第10次）国家5ヶ年計画策定に取り組んでいる。既に概念計画案を公表し、2002年6月に向けて詳細計画作成に取り組中である。情報筋によれば、国家計画委員会は地震防災に独立の「節」を与え、従前より重視の姿勢を強調する予定である。この場合、関連省庁は詳細計画策定のために大量の裏資料を準備する必要があるが、本調査報告書はこの作業の材料となり得るものである。

#### (2) 参照計画

地震防災計画は、平時のより良い生活の推進や社会の発展のための、既存の諸計画、例えば、カトマンズ盆地広域開発計画、多くのインフラストラクチャー建設計画、都市計画、住宅整備計画等を基礎として成立し得るものである。なぜなら平時の生活や都市施設のミニマムスタンダードが確保されていることが、地震防災施策の前提になるからである。地震防災とは、平時の社会や施設の機能を、災害時においても、その低下を最小限にとどめることを意図し、上記の諸計画・事業との関連で定まるものである。

しかしながら地震防災の前提となる前記の諸計画は不適切であったり、オーソライズされていないため、参照することができない。このため本調査が具体的検討に入ることのできなかつた部分も少なくない。一方、本調査はこうした諸計画を立案、オーソライズする上で地震防災の観点から留意すべき点を提案した。

### 3.3 市民の自主防災

#### 3.3.1 社会構造の特徴

本調査で実施した社会構造調査で把握された社会構造の特徴は以下の通りである。

##### (1) 防災計画策定における留意点

カトマンズ盆地での防災計画策定の際に留意すべき社会の固有要因を浮き彫りにする目的で、サンプル数約100件の社会構造調査を行った。特徴的な結果を以下に記す。

a) カトマンズの住民は、恒常的な水供給不足から、貯水タンクを備えており、3日



間までの貯えがある世帯は4割程度となっている。また、1ヶ月程度の食糧を備えている家庭が大多数である。発災後は、ある程度のストックも期待でき、現在の日本の状況と比べて好条件にあると言える。

- b) 教育費の家計に占める割合は、食料の40%に次ぐ第2位で、教育熱心な姿勢も多く見られた。「学校教育に地震防災教育を取り込むべき」と考える回答の割合は93%ある一方で、「地震防災に関する情報を目にした経験がない」との回答は57%ある。したがって、防災教育を受け入れる素地がある中で、防災教育活動を積極的に実施していく意義が認められる。
- c) カトマンズの住民は、概して信仰心に厚く、宗教観からくる相互扶助の精神を自然なものとして備えている。
- d) カトマンズの住民は、「地震防災活動は不十分である」との認識を持っている。さらに、地域での自主救援活動へ積極的に取り組む姿勢があり、地域住民による救援、救急等の訓練の必要性を強調している。したがって、相互扶助の精神と相まって、地域での自主管理、運営を基本とした防災活動が行える素地がある。
- e) 「被害時にはカーストに関係なく、避難や食事をともに行える」との回答が大多数ではあったが、15%程度はカーストへのこだわりを持っている。避難場所、給水等に関する住民の意向を十分に尊重する必要から、地区別の防災計画を住民参加型で詳細に詰めていくことが有効であると考えられる。
- f) 一定地域の住民を全て網羅する日本の自治会組織のようなものはないが、伝統的なネワール人の居住地区では、グティ（ネワール社会の宗教をベースとした組織）があり、これらへの加入率が8割弱ある。新興住宅地域においても、地域活動の組織体であるクラブ、トラストなどがあり、地域防災活動を担えるポテンシャルがある。これらの組織体を活性化させ、地域防災活動に有効な組織化および制度化を図ることが有効である。とくに、これらの組織体と区や市などの公的機関との有機的連携を図っていくことが地域防災力の向上につながる重要なステップであると考えられる。

## (2) ネワール族の社会システムと地域防災活動

カトマンズ盆地はネワール族が先住していた地域であり、現在も人口の約42%を占めている。ネワール人は、独特の都市社会的な制度や都市構造を発展させてきた民族であり、カトマンズ盆地の防災を考える上で、社会的および都市計画的な観点から重要である。カトマンズ市、ラリトプール市、バクタプール市等の中心市街地は、従来からの古い家屋にネワール族が高密度に集住している地域であり、想定地震の被害想定結果もこれらの地域では周辺地域と比べ、相対的に高い危険度を示している。

ネワールのコミュニティはグティと呼ばれる社会共同体システムに特徴がある。グティは、寺院や巡礼のための宿泊施設やサツタルやパティと呼ばれる地域コミュニティの屋根付きの溜まり空間、共同水場等を建設、運営している。ネワール人は、家族を基本単位にいずれかのグティに加入しているのが通常である。グテ

ィは構成員からの土地、現金等の寄進で運営されており、ネワール族の居住地では公共空間や水利施設などの公共施設はグティが運営していると言える。被害時にこれらの施設を、救援救助活動の地域拠点として計画に取り込むことは非常に有効である。

近年はグティのシステムも都市化に伴って、衰退する傾向が見られ、変革の必要に迫られている。一方、カトマンズ盆地における市、区による公共サービスは、依然として低いレベルにあるものの、強化される方向にある。今後の地域防災活動は、伝統的地域の社会システムと公共サービスのあり方のバランスをとり、さらに、カトマンズ盆地内の各地域に固有な状況を鑑みつつ、それぞれの特徴を活かした固有の形態を模索していく必要がある。

### (3) 特筆すべき都市構造 ネワール族の集住空間

ネワールの集落は高密度に集積した都市構造を持っている。特にカトマンズの中心市街地では、人口密度が1,000人/haを上回る地区も存在する。

街路は狭隘で、レンガもしくは石畳による舗装を施している。街路の両側は、伝統的には3階半建ての統一した高さであったが、近年は加階増築で、7階建てにもなるレンガ造の住宅が隙間なく張り付き、街路自体が、回廊のような領域の連続した空間構成となっている。街路の幅員は一定ではなく、場所によっては街路自体が、広場感覚で構成され、街区の公共空間的な使い方も見られる。住宅の一部には背丈ほどあるいはそれ以下の小規模な通路があり、中庭へのアクセス通路となっている。中庭は、バハルと呼ばれ、もともとの宗教的な意味を持つ単位から派生して、血縁的つながりの深い家族が共有する空間となっている。これらの特徴は、カトマンズ、ラリットプール、バクタプールの3市に共通するが、いずれも居住者の流出がみられる。特にカトマンズ市は顕著であり、商業、軽工業事業者が流入する傾向もあり、伝統的社会も変容の過程にある。また、バハルの中には、共同の水利施設として井戸や泉などが見られる。ネワールの集住地の中心には、バハルよりも規模の大きいダルバール広場と呼ばれるオープンスペースがあり、王宮や寺院、記念碑的な建造物が建ち並ぶ求心的な都市空間構成になっている。



地域の行事に使用されているバハル



狭隘な街路



ラリットプール市ダルバール広場  
手前左は水利施設、右は屋根付溜まり空間

### 3.3.2 ターゲットグループ

教育啓発活動が効果的なものとなるように、市民、行政、学校、および石工の4つのターゲットグループを設定した。ネパールでは、学校建築の安全性が低く、次世代を担う子供達の安全な学習空間を確保することが求められている。また、被害想定の結果、建物の倒壊により多数の死傷者が出る事が明らかとなった。カトマンズ盆地の建物のほとんどは、耐震技術以前に構造力学的な視点が欠けたまま、石工の裁量によって建設されているのが実態である。

近年の急速な人口増加や都市化に伴い、建築需要は上昇傾向にある。建築行政の制度の確立と適切な運用とともに、実際に建設に関わる石工の訓練を行い、安全な建物を普及させることが必要である。また、学校、石工をターゲットに加えることにより、これらが行政、市民を融合する役割を果たしていくことが考えられる。このイメージを図 3.3.1 に示す。

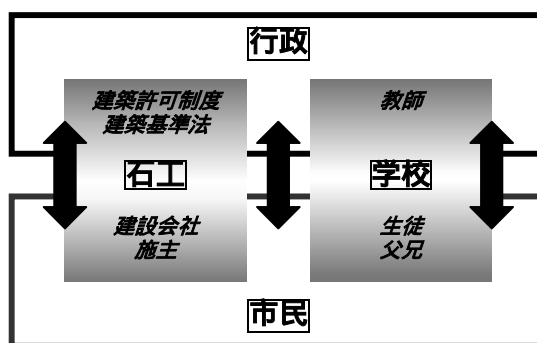


図 3.3.1 行政と市民をつなぐ石工および学校の役割イメージ

### 3.3.3 効果的な防災教育活動計画

カトマンズ盆地における、市民の自主防災能力向上のための防災教育の活動計画を検討するうえで、社会構造調査結果およびパイロットプロジェクトとして行った各種、各レベルでの地域防災活動の中で得られた示唆から、以下の6つの活動目標を設定した。

- a) 地域リスクの把握
- b) 啓発活動の充実
- c) 人材の育成
- d) 組織力の強化
- e) 防災ネットワークの構築
- f) 活動拠点の整備

これらの6つの活動目標を実現するため、具体的な防災啓発活動の流れを巻末の図 3.3.1 に示す。

「知る>>考える / 計画する>>実行する」

を念頭に置き、上述の4つのターゲットグループごとおよびそれらの連携を重視して、活動目標、活動項目とその内容からなる、具体的かつ効果的な防災教育活動計画を策定した。これを巻末の表 3.3.1 および表 3.3.2 に示す。

各ターゲットグループの本計画における主な活動内容は以下のとおりである。

- 市 民：** 防災会議を設置し、それを中心として、防災診断、ハザードマップにより直接にリスクを認識し、具体的な啓発活動、防災訓練、展示会、セミナーなどを通じて、地域の連携（ネットワーク）を構築・強化し、一方では指導者を育成する。また、拠点としての防災マネジメントセンターの設置により、地域住民の防災教育啓発活動、防災情報の公開、地域防災ネットワークの構築等を進める。
- 学 校：** 教師に対するトレーニングをもとにして、防災カリキュラム（講義、訓練など）を編成し、未来のネパール社会を担う生徒を指導し、さらに生徒を通じて各家庭の啓発を進める。
- 行 政：** 各職員が地域の危険性を把握し、地域の活動を指導するものとしてのトレーニングを行い、各職員は地域の組織力の強化を指導、促進する。
- 石 工：** 市レベルでの実際の防災活動を支援するため、防災マネジメントセンターおよび石工のトレーニングセンターを現地の石工の参画により、耐震施工技術を伝えながら自助的に建設し、運営についても地域と石工が一体となって地域社会に根付くシステムを構築する。これを通じて、技術的、継続的な地域の防災力の向上と定着を目指す。

## 4. 統治機能の確保

地震災害時の救出・救援活動においては、社会の秩序が維持され、社会の各種のつながりや組織が、整然とまた組織的に行動することが極めて重要である。また、このことが復興過程において互いに手を携え新しい社会の建設に取り組むという活力を生み出すのである。とくに各レベルの政府は、市民の生命と資産を守ることがその究極的課題であるから、災害時においても統治機能を維持し、救出・救援・復興活動のリーダーシップを取ることが重要である。また、中央政府はネパールにおける最大の人的・物的資源を抱えており、この力量発揮によって地震災害時の機能低下を最小限に抑える必要がある。

### 4.1 ゴルカ地震の教訓

ゴルカ地震が本調査を実施中の7月16日、夜9時57分に発生した。規模は小さくカトマンズから約70 km離れた震源付近で20軒ほどが倒壊したにとどまった。しかしこの地震はネパール国の地震に関する初期対応の欠陥をさらけ出した。

地質鉱山局地震センターの担当者は地震を感じて直ちに出勤、30分後には震源、規模等を決定した。しかし、その結果は枢要機関に通知されなかった。内務省の麻薬防災管理局は、対応は郡知事(CDO)が取るものとして当事者意識が薄く、翌朝に至るまで震源位置のみならず、災害実状を把握しようとしなかった。もし震源が遠方であったなら、カトマンズの揺れは小さくとも大地震だったのかもしれないのである。郡知事はスタッフも少なく、僻地にあるから外部の援助を直ちに組織できる立場にない。内務省は少なくとも直ちに実情把握に務めるべきであった。

カトマンズ盆地の大地震にあたって適切な緊急対応施策を遂行するためには、内務省等関係機関が、より数多く発生する中小地震の際に危機管理の訓練を積んでおくことが必須である。

ゴルカ地震により、ネパールにおいて地震活動の状況を通知、報道するシステムがまったく不備であることが明白になった。内務省には全国75の郡知事事務所から緊急通報を収集する体制が採られているが、震度まで通報せしめるには技術上の困難がある。また内務省の通信施設も災害時に機能するかは疑問である。

#### 4.1.1 震源等、地震情報の取得

地質鉱山局(DMG)は、ネパールで唯一の地震観測網を運営しており、地震の規模と位置を決定する責任を有する。地質鉱山局内の地震センター(NSC)は、勤務時間内に起きた地震の規模と位置の確定をすぐに行うことができるものの、元来、学術的な調査機関であるために、夜間や休日にはポケットベルによる連絡のみで責任者は不在となる。NSCを地震防災組織に組み込み、24時間の運営体制とすることが必要である。

#### 4.1.2 ラジオ・テレビによる緊急放送

ラジオ・テレビによる地震情報（災害としてではなく震源、マグニチュード、各地の震度等の自然現象）の放送は、日本では当然となっていることだけに、その重要性は見逃されがちである。ラジオ・テレビによる地震報道は、それによって引き起こされているであろう災害に触れていなくとも、災害の深刻度、拡がりを推測することを可能とし、早期の防災活動に極めて有益である。災害の深刻さや全体像がつかめない場合に、現場での当事者と政策立案担当者間で常に大きな齟齬が発生する。

電子メディアは地震情報の広報に最良の手段である。日本では、市民や官公庁の職員は一定強度以上の地震を感じると、反射的にラジオ・テレビのスイッチを入れ、震源、マグニチュード、各地の震度を知らうとする。これはほとんど無意識になされるが、このことが地震災害に関する日本人の感受性を向上させ、地震時の心構えを構築するのにどれだけ役立っているか計り知れない。また、放送局のアナウンサーは地震を感じると、直ちに必要注意事項をアナウンスするよう訓練されている。日本の気象庁は地震発生後、数分以内に震源、マグニチュード、各地の震度を決定し、その内容を関連官公庁、報道機関に自動的に通報している。

#### 4.1.3 枢要機関への緊急通知

ゴルカ地震では地質鉱山局は速やかに地震諸元を決定したが、その処理時間をさらに短縮するとともに、専用回線、同報システムにより枢要機関および報道機関に直ちに通知するためのシステムの構築を強く提言する。

### 4.2 被害実態調査

#### 4.2.1 被害実態の把握

正確な被害判定は救出・救援の前提条件である。いかなる国も官公庁による初動は報道機関による報道に負うところが大きい。官公庁は一般行政機関、軍や、警察等の独自の情報収集網を持っている。しかし、それらによる情報は遅れがちであり、また必要なところに届かないことが少なくない。ネパールにおいても報道機関による情報提供が期待される場所であるが、いまだ能力が十分ではなく実状は限界があるといわざるを得ない。

官公庁の情報収集力は十分でない。平時においても中央集権、トップダウン体質が強い。そのため、現場の情報は上に伝わらない傾向が強い。まず、非常時の連絡、情報伝達体制を構築するとともに、平時の業務の様式もトップダウンとボトムアップの好ましい組み合わせに移していくことが必要である。

被害判定のなかでも、広域の、例えば県（Region）単位の実態を把握するのは容易で

はない。ネパール政府は 1993 年の水害の際、UNDP( 国連開発計画 )の指導のもとに、次の戦略を立てた。

- a) 客観的、公平な判断を担保するため、国際機関から要員を現地に派遣する。
- b) 内務省の災害担当部局に国際機関の要員を常駐させる。
- c) 中央政府は実情把握、必要対策を検討するための、特別調査団を現地に派遣する。

これらの施策は地震災害においても有益であろう。

地震直後に撮影した航空写真は、機能的に問題のあるネパールの官公庁組織による管理に依存することが少なく、もう一つの現実的選択肢である。航空写真は精密な地図の作成を可能にするが、これは初動、すなわち、どの地域が最も被害が大きいか、救援道路のどの地点が通行不能になっているかのみならず、復旧計画の立案に有益である。ネパールは航空写真撮影用の機材を持っていない。したがって、これは国際社会が速やかに実施、ネパール側に提供すべき仕事である。

#### 4.2.2 報道機関の役割

報道機関は災害時の初動に不可欠な役割を果たす。報道機関は、ほとんど機材を持たない人々にも素早く情報を伝達することができる。報道機関の中でもラジオ・テレビはその速報性、情報の生々しさから地震災害報道に最適である。これに対して新聞は分析のより深い、客観性の高い、その意味で影響力のある報道を長所とする。政府関係者は報道機関のこの潜在能力を積極的に活用すべきであり、また報道関係者も官公庁の協力を望んでいる。

政府は、民主化改革以前、全ての報道を独占していた経緯があり、テレビ放送は依然として民間によるものがない。一方、改革後、多数生まれた民間ラジオ放送局は、競争原理に基づき防災の面でも着実に発展している。例えば、ラジオ・サガルマータは NGO である NSET-Nepal の支援のもとに定期番組として災害教育を提供している。また、ゴルカ地震の直後には、通常営業（放送）時間を延長して、ネパール史上初の地震直後の特別番組を提供した。

民間報道機関は未だ優秀なスタッフ、強固な建物、非常用通信施設、輸送手段等の慢性的不足に悩んでいる。大地震の際にはこれらの問題が一挙に顕在化し、報道機能が失われる恐れがある。こうした事態に備え、報道機関は地震が起こった際の準備、シミュレーションを行い、さらにはこれを推進するために、主要ジャーナリストによるセミナーの開催や先進国のジャーナリストと交流を深めることが期待される。

また、放送法は放送局が優先的に実施しなければならない番組を規定しているが、災害は含まれていない。速やかな法改訂が必要である。

#### 4.2.3 市民への緊急広報

市民に対しては、地震前に地震の危険性とそれに対する備えについての社会教育が十

分になされる必要がある。また地震災害が発生した場合に、政府は災害対策本部（現状は中央災害救援委員会）を通して、正確な実情報告を行う責任がある。このため、発表は、指名されたスポークスマンがメディアや市民に専権的に行うことが重要である。

被災者にとって早急に必要なものは有益かつ適切な情報や助言である。根拠のない噂や緊急時に必要な商品・運賃の不正な価格暴騰も適切な広報で抑えうる。救援活動に関する建設的な進言も、取り上げるシステムが必要である。これらの広報を有効に実施するには、あらかじめ十分な準備、検討が必要である。

市民への緊急広報についてもメディアの役割は重要である。地震災害の実態、被害等につき生々しい報道は、最も効果的な教材である。また、メディアは初動の「灯台」としての役割のほか、次の点でも大きな貢献が期待できる。

- a) 防災教育の教材
- b) 無責任な流言の抑止
- c) 救援チームと被災者間のインターフェース
- d) 被災者への励まし
- e) 公的機関の不正な行為の監視

## **4.3 緊急通信**

### **4.3.1 軍と警察の通信体制**

軍と警察がネパールにおいて唯一全国規模の緊急通信ネットワークを有する。これらのネットワークは非常に重要であり、維持するために最大限の努力を払う必要がある。国民の生命と財産を守るため、社会を守るために、軍と警察の果たす役割は大きく、このことから、緊急時に安定した通信体制を維持することは欠かすことができない。

通信ネットワーク機能を強化するために、まず、継続的な運営のために施設や設備の定期的かつ詳細な点検が必要である。次に、十分な数の通信設備を有することが求められる。最後に、現在の通信システムが通常タイプであることから、警察無線をマルチチャンネルアクセス（MCA）のような安定した、大容量の双方向通信を可能とする近代的なデジタルシステムに改善することが推奨される。

### **4.3.2 行政組織間の緊急通信**

緊急情報の収集と各行政機関の迅速な交信のために、加入電話、一般携帯電話、電話回線の専用化、ファクシミリ、インターネットの有効活用などを含む、いくつかの通信方法を考慮すべきである。また、携帯式のデジタル多チャンネルを利用した各機関の総合通信ネットワークとして、専用回線網を確立することが政府にとって有効である。この携帯電話網は通常の電話と同様に双方向通信用として運営され、公共の加入電話ネットワーク（PSTN）に接続することも可能である。携帯用の無線機は小型で



軽量であるため、政府の防災担当者などは重要な緊急連絡を確実に得ることができる。

#### 4.3.3 アマチュア無線ネットワーク

主要な通信ネットワークの大半が障害を受け、または不通となった場合は、アマチュア無線が、災害の状況の連絡に役立つ。ネパールにおいては、アマチュア無線局がほとんどないため、関係政府機関は緊急時の協力や援助を得るためにアマチュア無線局の普及を促進すべきである。ネパールのアマチュア無線団体を作ることにより、公的な救援活動への協力や援助が得られる。

#### 4.4 緊急対応時の指揮命令、連携

##### 4.4.1 指揮命令

危機に際して素早く効果的に対応を進めるためには、誰が責任をとり、誰が優先順序を設定し、どのように意志決定がなされるかを、そしてどのように現場や関係機関と連携するかをあらかじめ定めておく必要がある。

深刻な災害が発生した場合、国王は憲法の定めに従って「非常事態宣言」を公布し、必要な措置を執るための法と同様の効力を持つ非常大権を握るであろう。

大災害が発生した場合、首相や他の要職の政府幹部は政府の持てる力をすべて発揮しなければならない。また中堅幹部は同様に部下を動員しなければならない。このため各省庁はそれぞれのレベルにおいて職員動員計画・手順を準備しておかなくてはならない。

##### 4.4.2 連携の重要性

多くの機関が災害に対応しなければならないが、この場合、意志決定は一元化するとともに、調整を重視し、上意下達の色彩が強くならぬよう務めなければならない。そしてこの過程は「国家防災会議」を設立し、そこでなされるべきである。「国家防災会議」は首相により招集され防災に関する全ての情報を共有する。そして政府の地方出先、地方自治体、非政府組織、国際機関と連携しつつ、中央政府の防災活動を総括する。

##### 4.4.3 災害対策本部の設置

官公庁、民間を問わず、中～大規模の地震が発生した場合に、地震の防災活動を推進し、また他の機関との連携を円滑に進めるために、直ちに「災害対策本部」を立ち上げるべきである。全ての「災害対策本部」は当該組織の中で、明確な任務分担と連絡・指揮命令システムをあらかじめ定めておかなければならない。

中央政府の災害対策本部は他レベルの災害対策本部をも総括し、必要に応じて適切な

支援をする役割を有するため、多くの災害対策本部の中でも最も重要である。また省庁、公営企業もそれぞれの災害対策本部を設立し、それぞれの任務を遂行しなければならない。中央政府の災害対策本部は官庁中枢区域のシンガ・ダルバール、できれば首相府に設けるべきである。そこには緊急対応センター（EOC）として、一般電話、軍・警察通信、移動通信、衛星通信等の通信施設を完備し、また震源、できれば、マグニチュード、各地の震度の情報が直ちに届けられるようになっていなければならない。

自治体や区の災害対策本部も被災者に直結する重要なものである。とくに区の災害対策本部は地区ごとの被災の程度、被災者の要望を的確に把握し、個々のコミュニティーの代表者を動員し、救援活動の実施、救援物資の配布、上部、外部への救援依頼の核となる。問題は区出張所や市庁舎の建物の脆弱性が極めて高いことである。

ネパールにおける国連関係各機関はプルチョーク（ラリトプール市内）の合同事務所に既に災害対策本部施設（EOC）を設けている。その目的は一義的には非常時における全国に勤務する国連職員の安全確保であるが、市民一般への救援の核となることが期待される。

#### 4.4.4 緊急対応マニュアル

カトマンズ盆地の災害に備えて UNDP は他の国際機関やネパール政府と連携し、3つのワーキンググループを設け非常時対応の準備をしてきた。この活動を通じて、組織間の連携を進めるとともにロジスティクス、医療、食料のそれぞれについて緊急対応マニュアルを整備した。中央政府や各関係機関はこれらのマニュアルを参考に補足し、また、発展させて自身の活動と他との連携が円滑に進むよう自身の計画やマニュアルを作成しなければならない。マニュアルの要点は下記の通りである。

- a) 被災、救援需要の把握
- b) 救援物資のロジスティクス、取得、配布
- c) 人口密集地域における倒壊家屋内の人の搜索、救出
- d) 組織間の連携、指揮命令
- e) 通信、被災者への情報提供

#### 4.5 その他

政府は非常時にこそ緊急対応や復旧に指導性を発揮しなければならない。このため事前に重要書類保管の耐災害化、緊急計画の整備、職員の当事者としての責任感の高揚等を図らなければならない。

##### 4.5.1 政府職員・公的企業職員の任務

災害時に政府、関連機関の職員は、地震防災計画（3.2 参照）に基づき、状況に応じ

て自主的に、あるいは首相や他の幹部の指示に基づき、任務を果たさなければならない。

#### 4.5.2 連絡・指示系統

緊急災害対応において、重要な役割を果たすべき政府職員は、あらかじめ大災害時に自分が何らかの事態に巻き込まれ責任を果たせなくなる場合に備えて、代行者を3名指名しておくべきである。内務省等災害関連省庁、中央防災会議や災害対策本部は非常時に備え連絡図を備えておくべきである。

#### 4.5.3 重要書類の保全

全ての政府機関は災害に備えて、重要書類の保全のため重要書類を指定、原本の保管場所とは異なった場所にコピーを準備するなど管理、保全に務めなければならない。この場合の重要書類とは、個人、政府機関、企業の、権利や利益に関する、例えばそれらに関する統計、不動産情報、課税台帳、資格・権利情報、履歴等の書類、救出、救援に必要な機材や人材の所在に関する書類、法令、判例、財務記録に関する書類等である。

#### 4.6 緊急対応計画マニュアル

中央政府や関係機関はそれぞれの緊急対応計画やマニュアルを作って、災害時の自身の行動や他の関連機関との連携を明確にしなければならない。とくに政府緊急対応計画の作成は重要である。災害が深刻であればあるほど中央政府は人員や資金を豊富に持っているだけに責任が大きい。したがって中央政府による緊急対応計画は、政府は勿論、社会のあらゆる関係機関の緊急対応活動の骨格を定めるものでなければならない。これは次の基準で作成されるべきである。

- a) シンプルにして解りやすいこと。
- b) カトマンズ盆地の現実に即していること。
- c) 明確な方針と行動の優先度。
- d) 責任、権限、組織相互の関連の明確化。
- e) 組織間協力の仕組みの設定。
- f) 意志決定者、一般市民へのタイムリーかつ正確な情報の提供。
- g) 非政府組織、コミュニティ組織の活用。
- h) 関係機関、コミュニティの合意を得た目的設定。

#### 4.7 復旧

##### 4.7.1 方針の設定と優先順位

災害後、政府や被災地域の自治体、コミュニティは、災害前と同様、社会開発や次の

地震に備えた防災のための、目標やガイドラインを設けなければならない。既存の国家5ヶ年計画や郡、自治体等のこれに相当する計画を、緊急復興および新たな発展等の観点から再吟味の上、適用することになる。

#### 4.7.2 救援・復興の戦略

復興過程では、精神的な回復、コミュニティーサービス、雇用、経済活動の回復等のソフト的な対応を含めたサービスを直接的あるいは間接的に取り扱わざるを得ない。復興は個人、家族、地方、中央政府そして国際機関に至る様々なレベルの意志決定が関わる。急速に行われる復興が被災者の福祉や国の長期の課題にマイナスの影響が出ないよう、共通の一貫した戦略が求められる。

#### 4.7.3 民間部門の活動

経済活動は労働力や交通・運輸、電力・水道・通信等といった都市サービスに多く依存している。大地震後は都市のこうしたサービス機能が失われ、多くの企業活動が停滞する。とくに零細企業や職人にとって、貯蓄はなく、金融サービスの恩恵に浴することもできないなど、自身で業務を再開する以外に生きるすべがない。経済活動への支援は重要であり、計画・実施にあたって考慮すべき点を以下に示す。

- a) 暫定あるいは恒久的を問わず、利用可能な場所や建物の提供
- b) 政府支援や国際援助の提供
- c) 建物の修理や新築のための新しい材料や手法の適用
- d) 既存のあるいは新規のビジネスのための財政援助

## 5. 人命と財産の保護

言うまでもなく、地震防災の原点は、人命と財産の保護にある。この実現のためには、効果的な計画が不可欠であり、まず対象となる地震とそれによってもたらされる災害の程度や分布、すなわち潜在的な危険性を知ることから始まる。現状の社会経済的な課題に対する理解も重要である。

本章では、地震発生時に被災現場で直面する課題とその後方支援的な活動に関して、その現状と災害に対する危険性、および課題について触れる。

### 5.1 搜索と救助

カトマンズ盆地において地震災害の被災者に対する搜索や救助活動を行うことは非常に困難であると予想される。カトマンズおよびバクタプール旧市街において救助要請は非常に多くなるであろうが、重機械類が不足しているため、生存者が期待できるといわれる 72 時間以内の搜索・救援活動の実施は容易ではない。

一般に、公共機関のなかで搜索・救助に係る資機材は、軍隊、警察および消防によって提供されるが、予想される地震被害に比べて、資機材および要員は圧倒的に少ない。したがって、搜索・救助活動は住民や地域に根ざした組織に多くを頼らざるをえないであろう。人力（または訓練を受けていない救助要員）については、少なくともいらかの潜在能力があるが、資機材不足により、簡易な救助手段による限定された寄与しか期待できないであろう。

### 5.2 国際救助の受け入れ

現実的な観点から、大規模救助の最も重要な提供者は多くの外国からの災害救援団である。最大の援助団がインドから派遣されると見られるが、大規模な地震の場合には、インドも被災していることや陸路が閉ざされる危険がある。その他の国からの援助に関しては、トリブバン空港が機能することが重要である。

国際救助活動に関して、その受け入れや要請内容にはいくつかの手段がある。1)国連によるもの、2)国際赤十字や Red Crescent によるもの、3)二国間協定によるもの、4)国際 NGO によるもの、および 5)その他機関によるものである。援助受け入れに際して、援助提供者のコーディネートが懸案事項となるであろう。1993 年の大水災害時には、UNDP が政府に代わってコーディネートを担った。

### 5.3 災害緊急医療

震災直後、カトマンズの医療活動は非常に限定的で非効率なものとならざるを得ない。さらに、医療資源が不足している状態は地震後も数年に亘り続くであろう。

災害時医療や被災時医療従事者の教育・訓練プログラムは実施されているが未だ初期

段階である。ネパール国民に対する医療活動の分野における国際援助のほとんどは、災害緊急医療ではなく、日常健康管理（安全な飲み水、母子福祉など）である。これは、日常健康管理が災害緊急医療よりも切迫性が高いためである。災害時医療訓練コースの設立に関する有効な試みもいくつかはある。WHO や保健省はコンピュータを用いた多数の被害者への手当を想定したトレーニングコースを運営している。

医療輸送に関しては、多くの問題がある。日本の 119 番のような救急車の管理システムがないばかりか、緊急無線や医療器具は搭載されておらず、緊急救命士の同乗もないため、患者の緊急輸送は多くの深刻な困難に直面するであろう。

診療の資機材の不足もまた深刻である。震災時の診療活動に最も必要なものは、患者の洗浄用の浄化水である。しかし、緊急公共給水や各病院の配管に関する適切な調査は行われていない。

災害緊急医療は国外からの援助に頼らざるを得ないであろうが、現実的な対応策として、短期的には、資機材の備蓄や野戦病院の場所や計画をあらかじめ決めておくことが挙げられる。長期的には、環状道路周辺への病院の移設および再建がより良いオプションである。

#### 5.4 飲料水および食料

水道管破損や道路の閉塞のため、地震後の数日間、盆地内の多くの人々への外部からの飲料水や食糧の供給は途絶えるであろう。飲料水や食糧の確保についても、厳しい状況が生じるであろうが、他の先進国の人々に比べて、カトマンズの人々はタフであり、最低量は、確保することができると考えられる。それは、以下に述べるようにカトマンズの各家庭には飲料水や食糧が保管されているからである。

- a) 平時における水道管を通じての給水が非常に劣悪な状況であるために、多くの家庭は貯水タンク（容量 200～500 リットル）や地下貯水槽（容量 1,000 リットル以上）などの貯水設備を備えている。地震により、各戸の貯水設備の半数が被災したとしても、各人 10 リットル程の飲料水を確保できるものと考えられる。災害時に最小限必要な飲料水は一人一日あたり 3 リットルとされていることから、盆地内の人々は 2、3 日間は飲料水を何とか確保できると考えられる。
- b) 郊外においては、普段から手掘り井戸や浅井戸によって浅層地下水が利用されているが、これらの給水設備は簡単なものであり、地震の影響を受けにくいことから、地震の後においても、浅層地下水を利用することが可能であろう。
- c) カトマンズの人々の主食は、米飯と豆スープであるが、多くの家庭では数日間から 3 週間分の白米や豆の蓄えがある。調理器は持ち運び可能なものであり、その燃料も 2 週間分ほどがガスボンベや石油缶などに蓄えてあるため、生き残るために最小限必要な食料は、各戸に蓄えられていると言える。
- d) 地震の数日後には、主要道路上の建物の残骸等が取り除かれ、給水車による主要な避難所などへの配水は可能となるであろう。同時に食料の供給も、価格の高騰

はあろうが、徐々に回復すると思われる。数日後からは、世界からの食料の援助が始まるであろう。

都市部においては、各戸のタンクに蓄えられた水が地震後 2、3 日間を生き延びるために重要である。この水をより多く確保するために、屋上に据えられた貯水タンクをしっかりと固定することや、地震後の漏水を防ぐためにタンクの弁をしめることが推奨される。地震直後の生き残りという観点からは、各家庭での飲料水や食料の貯蔵は有利な習慣であり、この習慣を持ち続けることも肝要である。このためには、広報や啓蒙を通じて、住民の意識向上を図ることが重要と考えられる。

## 5.5 避難

被災者の避難行動を支援する都市機能としては、緊急時における円滑な避難を可能とすることが最も重要である。カトマンズ首都圏の実態調査から、緊急時における避難に関する都市機能は以下の 3 つに区分することができ、この各機能が避難計画策定において重要となる。

機能 a： 住宅地区の近隣にあるべき公園のような「一時集合場所」

機能 b： 同一コミュニティ内でいくつかのブロックからの避難民が臨時的に避難および集合が可能な「避難場所」

機能 c： より広域的に、また長期間に亘る避難民の受け入れが出来る「広域避難場所と収容施設・住宅」

上記機能区分に基づく今後の開発戦略に焦点を合わせると、以下の点を考慮する必要がある。

機能 a について： ・避難における安全地点・避難コース・救援障害物の除去活動に対する市民参加システムの構築

機能 b について： ・学校、とくに、郊外部の公立校の重点的整備

機能 c について： ・住宅・宅地供給余力の平時からの確認  
・既存未利用宅地の適切な土地利用管理  
・リングロード内不法住宅地（50 地点・約 2000 世帯にのぼると報告されている）の移転もしくは適法化

機能 b および c の共通の戦略としては、震災対策としての都市内の公園の重点的整備が上げられる。

現在、新規の宅地開発の候補地は、リングロード外周部（カトマンズ都心から 3～5 km 以上）で、27 地点、面積合計で約 1,500 ha に上る（巻末図 5.5.1 参照）。これらは現状都市的基盤整備がゼロに近い。ただし、郊外農地・丘陵地であり、長期的・段階的開発には適すると見てよく、また、日常的な利便性等の立地条件としては評価できる。これらの宅地開発候補地についても、上記で述べた 3 区分の都市機能を計画および設計段階で十分考慮することが必要である。

## 5.6 健康管理・公衆衛生

震災直後における公衆衛生の基礎は飲み水と食糧の確保となろう。なんとなれば、ネパールのような途上国においては、これら基礎的なものでさえ、普段から十分でないからである。一般に公衆衛生問題とされる、伝染病の予防や精神衛生などは二次的なものとなろう。

## 5.7 遺体処理

ネパール国における伝統的な死者を悼む儀式は火葬であり、遺灰は川にまかれる。一般的に一人の遺体を茶毘に付すためには300 kgの薪とその燃焼に3時間が必要となる。盆地内には27以上の火葬場（Ghate）がある他、少数民族はそれぞれの火葬場を持っている。死者を悼む儀式は、死者の家族や親族にとっては重要な儀式であるが、大規模な震災時に伝統的儀式を執り行うことは非常に困難である。最大の問題は薪の確保である。石油も普段から火葬に用いられることもあるが、震災時には石油は主に暖房や炊事に利用され、火葬に用いることは困難であろう。したがって、震災時の選択肢は集団火葬か集団埋葬であろう。災害の後、宗教的リーダーは政治的リーダーとともに葬儀をどのように行うのが決めるべきである。宗教上、抵抗は大きいであろうが、他の選択肢はあまり見込みがないため、集団埋葬が現実的な選択肢であろう。

## 5.8 他の重要項目

### 5.8.1 ボランティア等の管理

初期救命活動は訓練された緊急対応専門家ではなく、特別な訓練を受けていない一般市民が行うのが常である。したがって、救助者が危険な状況に陥り、被災者となることもしばしば起こりうる。盆地内の警察官は、緊急対応（とくに救命活動）の際に集まったボランティアをはじめ技術者、アマチュア無線士、コンピュータ技能者を育成、管理指揮するための指導や訓練を受けることが推奨される。

### 5.8.2 構造物とインフラの安全点検

地震直後の重要な任務として、重大な損害を受けた可能性のある主要な構造物やインフラ（ダム、橋梁、発電所など）の安全点検や評価をすることが挙げられる。病院などの重要な施設は、技術者によって直ちに点検されなければならない。カリフォルニアで運用されている建物の安全性の点検・登録システムを適用することが可能である。

### 5.8.3 残骸の除去と処分

大規模地震の発生により、カトマンズ盆地では残骸の山が築かれるであろうが、それを本格的な復旧と再建の前に除去・移動しなければならない。この際に起こり得る以



下の課題を考慮して、大地震の前から、中央政府、自治体レベルで対処方法について議論や計画を策定する必要がある。

- a) 利用可能材料のための仮置き場が必要となる。
- b) 残骸の集積、積み込み、輸送のための機材不足を補う必要がある。
- c) 瓦礫地帯への侵入は相当困難な作業となる。
- d) 残骸の一部は有害物質を含んでいる。
- e) 広大な最終処分場を選定する必要がある。

## 5.9 輸送システム

カトマンズ盆地内の主要な道路網は、東西と南北の幹線、およびカトマンズ市とラリトプール市を取り巻くリングロードからなる。市街地やリングロードから放射状に延びる幹線も存在する。これらの他の都市道路は、道路幅が狭く、両脇に建物が密集し、計画や管理が行き届いておらず、管理区分や設計に関する明確な基準がない。

道路局のデータベースによると、盆地内の橋梁は、カトマンズ郡に 33 橋、ラリトプール郡に 10 橋、バクタプール郡に 11 橋、計 54 橋である。このうちの大半は、諸外国の援助によって建設されたものであり、そのため、設計基準は統一されていない。

空港は盆地内にただ 1 つ、締まった段丘堆積物の上に存在する。この空港はネパールで唯一の国際空港であるため、地震によりこの空港が被害を受けた場合は、ネパールの他の空港も孤立する危険がある。

想定地震による道路網への被害が想定され、これによって橋梁を含めた道路網の問題点が明らかとなり、その対応案をここで提言する。

震災時の緊急対応のためには、道路網を確保する必要がある。本調査において、震災時に生命線となるべき道路網を抽出した。これらを災害時指定道路網（Strategic Road Network）と称する。災害時指定道路網は、盆地とネパールの他地域を結ぶ道路、空港への道路、各県への道路、市中心部への道路、および盆地周辺部の水源への道路からなる。リングロードや社会経済活動に欠かせない道路もこれに含まれる。本調査では、啓開優先道路の案を GIS（地理情報システム）上で作成した（図 5.9.1 参照）。

震災後の重要課題は、崩壊物で閉鎖された道路の啓開である。震災後、直ちにすべての道路の啓開は不可能であるので、道路の重要性をもとにした優先順位を付ける必要がある。災害指定道路網の啓開を優先することは当然であるものの、啓開用の重機や人材が大幅に不足すると考えられるため、災害指定道路の中においても優先順位を付ける必要がある。

橋梁の被害に関わる問題も考慮すべきであり、仮設道路や橋梁の建設の必要性がある。災害緊急対応および救助活動において円滑で安全な交通を確保するために、被害情報の収集、整理とそれにもとづいた対応計画の作成が必要である。しかし、現時点ではこのような重要な役割を担う組織が存在しない。したがって、道路網に関するデータ

ベースや情報を管理する組織の設立が求められる。このほか、橋梁が被災した場合に短時間で建設可能な仮設橋を確保しておくことも推奨される。

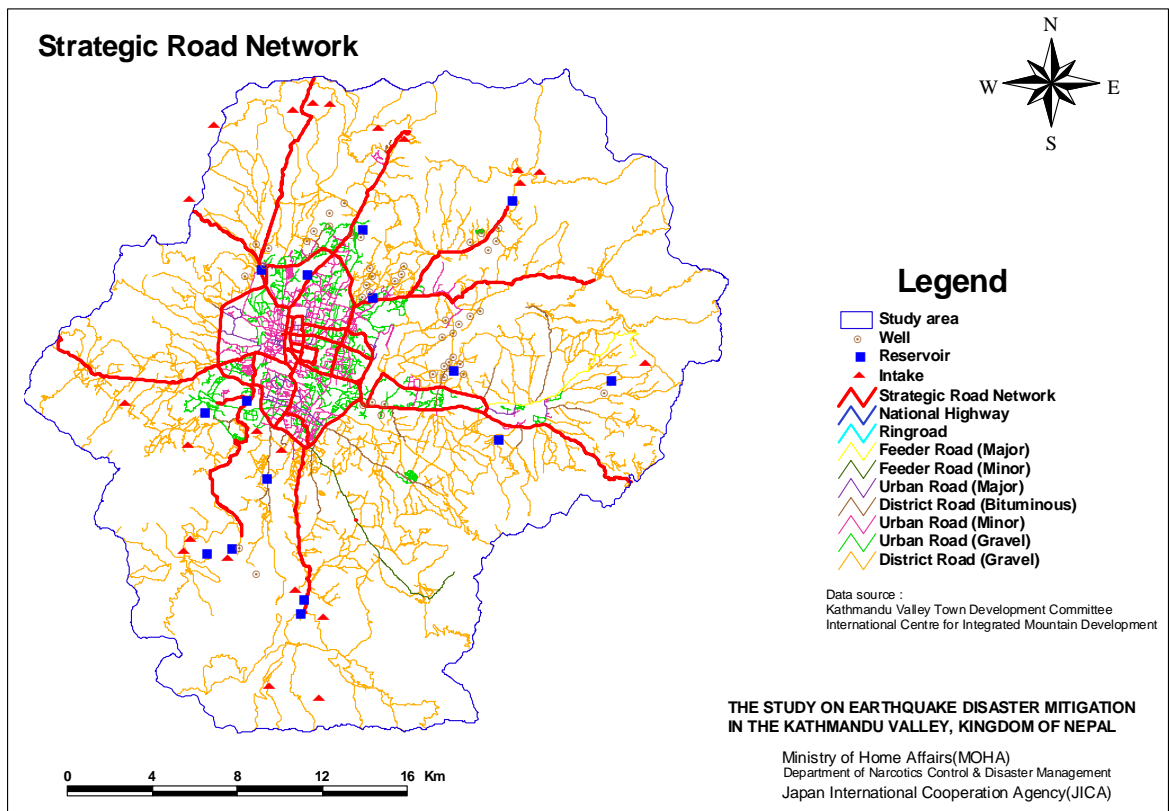


図 5.9.1 啓開優先道路

## 5.10 電力供給

ネパールの水力発電施設の大半は、132 kV もしくは 66 kV のセントラルネパール電力システムで相互に結ばれている。この電力システムは電力負荷対応センター（LDC）の指示により運用されている。電力供給に支障が生じた場合のスイッチ操作は LDC の指示による。カトマンズとラリトプールの市街地は、配電用変電所の大半を結んだ 11 kV の環状幹線でカバーされている。配電用変電所から消費者へは、11 kV の主送電線を経由し、電柱に備えられた 400 V ~ 230 V への変圧器を通して送電されている。

被害想定の結果によると、シナリオ地震による電力供給網への被害は盆地内の中心部に一層集中する。この主たる要因は、市内中心部に電力供給網が密集しているためである。盆地内の住民は、毎年雨期には頻繁な停電にさらされているため、地震の被災時に発生するであろう停電時にも、住民の社会生活活動にはあまり大きな混乱は生じないであろうという皮肉な意見がある。しかし、地震の被災時に重要な役割を演じるべき病院や政府機関および他の諸機関などの重要な施設は、発電機などの十分な代替電力供給源を備えることが必要である。

代替電源として、太陽光、風力およびディーゼル発電について、簡易な検討を行った結果、太陽光と風力発電はあまり現実的ではなく、地震被災時に各機関に対して持続的に電力を供給するという点から、ディーゼル発電が現実的である。電力公社(NEA)は、データベースシステムを整備・管理し、情報を集約して、電力供給網の被害状況を評価し、そして被災時の円滑な電力供給の維持管理に関する計画やその対応を、責任を持って行うことが必要である。

#### 5.11 救援活動拠点

大災害の際には、基本方針調整・決定・伝達を中心とする災害対策本部とは別に、ボランティアを含む救命・救急担当者の管理と調整および膨大な援助物資のための救援活動拠点が必要となる。

救援活動拠点は、実際の被害状況に応じて設置する必要があるが、いくつかの拠点は、国際的な救命・救急チームや物資の到着するトリブバン空港などの近くに配置されるべきである。国際会議センターは、仮置きされた供給物資を保管・管理できる広い場所を提供できることから、カトマンズ市やラリトプール市のための供給拠点として適している。

さらに、避難や食事や物資の分配、負傷者のための野外病院、死者判別のための遺体安置、家財のリサイクルや修復のための残骸仮置など、種々の目的に応じた用地が必要となる。しかし、相容れない利用目的があるため、利用目的に応じた種々の拠点を設置する必要が生じるであろう。したがって、地域の特徴(空港、市街地や他の被災地に近接)が利用目的と合致するように、前もって考えられる利用目的と地域の特徴を把握しておくことが必要である。

## 6. 社会経済システムおよびインフラストラクチャーの強化

都市社会はその社会的経済的な基盤の上に成り立っている。近代化している都市ほどほかへの依存度が高く、相互関係が複雑に入り組んでいる。ひとたび、1箇所が損なわれると、その影響は連鎖的に広がるのが特徴である。カトマンズ盆地は、首都機能を擁し、次第に近代都市に生まれ変わってきている。ここを大地震が襲った場合には、すべての社会経済的機能、施設およびインフラストラクチャーが影響を受け、またそれが広範囲に影響を及ぼしあうことになる。各種の物理的な被害は、様々な社会的な機能を喪失せしめた上、復旧も必要となって二重に経済的な損害を与え、復興に大きな努力を必要とすることになる。

### 6.1 建築構造物の整備と強化

ネパールは地震国であり、13世紀以降に限っても10回の大地震により、建築物を含む国家財産が被害を受けた。1988年にネパール東部で起きたウダヤプール地震による被害を契機として、1994年に建築基準(案)を策定しているが、まだ施行段階に到達していない。なお、この建築基準(案)の構造規定は、中程度の地震(MMI震度階でVI~VII)を考慮した耐震設計法である。

#### (1) カトマンズ盆地の建築物の現状

現状では、カトマンズ盆地における現存および建設中の建物は、ごく一部の公共建築などを除き、耐震性に問題がある建物が過半数を占めている。

##### a) 鉄筋コンクリート造フレーム+レンガ壁建築:(RC造)

RC造は、20~30年前から都市部を中心に普及してきた構造形式である。大部分の建築主および施工業者は、RC造は丈夫で安全なものと考えている。しかし、ほとんどの建物は構造設計者無しで建設されており、多くの工事現場には工事監理者不在で、RC造に関する基本的な施工知識が無い職人が施工している。都市の人口集中により、耐震性を考えれば本来3階建以下の建築に適用されるべきサイズの柱や梁のままで、4~6階建を建てている。さらに、道路側に面した2階から上部に片持ち梁上にレンガ壁を載せた形が多く見られる。とくに後者は、RC造の建築物の中でも大地震時に非常に危険な建物である。

##### b) セメント目地/泥目地レンガ造建築:(BC造/BM造)

BC造建築はおよそ20~30年前から施工され、カトマンズ盆地のほぼ全域に分布し、建物全体の半数近くに上る。本建築は、施工能力不足や技術的考慮不足からくる、壁と壁、壁と木組み床・屋根およびレンガ壁自体の一体化不足などにより、水平剛性不足の問題が残っている。バランスのとれた施工の良い3階建以下のBC造は、中程度の地震に対しては比較的安全であるが、4階建以上のもは、大地震時にとくに危険性が高い。

BM 造建築は、都市中心部および郊外の全域に残存しているが、泥目地の高い吸湿性と低い付着強度、および木組み床・屋根の場合は水平剛性が無いため、耐震性に問題がある。1、2 階建ての BM 造建築は、大地震時に危険性があり、3 階建て以上の BM 造建築はより危険性が高い。

c) アドベ造、石造建築 : ( AD 造、ST 造 )

中程度の地震時にも危険性がある。

d) 混合構造建築物

下部がアドベ造、BM 造で、上部が BC 造や RC 造となっているものは、下部が脆弱である。これらの建築物は、中程度の地震に対しても危険性をはらんでいる。

e) 病院建築

目視調査した病院の建築については、耐震診断および耐震補強が必要である。

f) 学校建築物

泥目地の組積造が多く、圧倒的に耐震性が劣っている。

g) 官公庁・公共の建築物

大きな建築物あるいは新しい建築物では、かなり改善されているものも見られるが、小さいものや古い建築物では従来のままあるいは材料を再利用しているものがほとんどであり、耐震性は低いものと推定される。

h) 伝統的（歴史的）建築物

カトマンズ盆地には、ネワール様式を中心とした、数々の歴史的建築物がある。耐震性が考慮されていないためにアドベおよび泥目地の劣化が激しく、危険な状態と思われる建物が多く見られる。

## (2) 耐震性の改善

カトマンズ盆地には、地震時に危険性が高い建物はきわめて多い。以下に、地震発生時の被害低減および耐震性改善のための提言を記す。

a) 建築基準の運用と建築システムの確立

来年度施行予定とされる建築基準(案)を、円滑かつ効果的に実施し運用すること、および全体としての建築施工のシステムを確立することが現状の最も効果的かつ緊急の課題である。

- 建築基準(案)の普及のための教育、訓練、研修の実施
- 建設業登録、免許制度およびそれを定義せしめるインセンティブの確立
- 建築基準(案)の内容の改訂（設計水平地震力係数の見直し、梁、柱、鉄筋量の見直し）
- ガイドラインの策定とその広報（基本的で細かい、設計上、施工上の改善点は、一つ一つは小さな努力で達成でき、その効果は大きな耐震性を生む。）

- 所有者、建設業者、設計者、施工管理者、技術者、行政指導者などのすべてを含む全体としての建築、施工システムの確立
- b) BM造・BC造・RC造建築物の耐震性改善
  - 構造技術者は、全ての構造形式の建築を検討もしくは設計する。
  - 施工管理者は、耐震性能を考慮し、適切な施工、配合を管理する。
  - 階数は、必要な改善を行ったうえで3階以下にするべきである。もし、4階建て以上にする場合は、特別な設計が必要である。
- c) 石造・アドベ造建築物の耐震性改善
 

アドベ造泥目地(AD造)の建築は、その耐震性能を、大幅に改善する必要がある。極言すれば、石造りと同様にRC造あるいはBC造構造に改築すべきである。
- d) 病院建築、官公庁・公的な建物の耐震性改善
 

地震災害時の救助活動の核であり、早急な耐震性の評価と改善を推奨する。
- e) 学校建築物の耐震性改善
 

耐震性が低い劣悪な環境にある。児童の教育の場であり、またコミュニティの集会場所としても利用される場合が多いことを考えると、早急に全数調査を行い、必要な補強、建替を実施すべきである。
- f) 歴史的建築物および伝統的建築物の耐震性改善
 

文化的・宗教的な価値だけでなく、人々が日常利用しており、耐震的に安全な状態に保つための耐震補強や維持補修が必要である。

## 6.2 交通システム

盆地内の地震被災に対する道路網システムを強化するための3つの概念的アプローチを提案する。

- a) 盆地外から盆地内へのアクセスを改善するための道路
- b) 盆地内での移動を改善するための道路
- c) 橋梁

上記3つのケースに関連するマスタープランの見直しを行い、以下の提案を行う。

- a) 盆地外から盆地内へのアクセスを改善するための道路
  - カトマンズ-ナウピセ代替道路プロジェクト：フィージビリティ・スタディは2001年3月にJICAにより完了する。短期的な方策としての重要性から早急な実施が望ましい。
  - ナウピセ-ナラヤンガット道路防災
  - カトマンズ-テライ代替道路（長期的方策）
  - 第二国際空港の建設（長期的方策）
  - シンズリ道路建設プロジェクト（日本国援助により建設中）
- b) 盆地内での移動を改善するための道路
  - 盆地内のアルニコ道路の拡幅

- 環状路線の拡幅
  - 外側リングロードの建設
  - 内側リングロードの建設
  - 放射状支線および地方道路の改良および維持
  - 郊外における駐車スペースの建設および交通管理計画の策定
  - 郊外における交差箇所の改良（第一期工事は日本国援助で実施中）
- c) 橋梁
- 盆地内橋梁の地震災害に対する安定性の向上
  - 橋梁の耐震設計マニュアルの作成および適用

### 6.3 電力供給施設

盆地内の送配電網に関するマスタープランの評価を行った。現在、132 kV の送電線を通じて発電所から盆地内に電力を供給する変電所は主に 3 つ（Synchar, Balaju、Bhaktapur）である。これらに加え、Chapali と Matatirtha 変電所が建設中であり 132 kV の主要な環状幹線を構成することになる。全ての変電所を接続する 132 kV 送電網も同様に建設中である。これらによって盆地内のより安定した送配電システムがもたらされる。

上記の変電所において電圧は 66 kV に落とされた後、カトマンズ首都圏にある主要な 4 つ（Teku、Lainchaur、Chabahil および Baneshore）の配電用変電所と Patan と Thimi 変電所へ送電される。多くの配電用変電所間をつなぐ 11 kV の環状主要システムは存在しているが、既述のカトマンズ首都圏にある 4 つの主要な変電所は接続されていない。したがって、カトマンズ首都圏の中心部において上記の 4 つの変電所間に、より安定した電力供給を行う環状内側システムの整備を地震被害軽減の観点から推奨する。

その他の提案事項は、耐震設計マニュアルの整備・実施、高度に都市化された地域における地下送電システムの一層の整備に関する調査、効果的な技術サポートシステムに対する要員の養成などである。

### 6.4 上下水道施設

カトマンズ盆地における給水および下水システムの現状は劣悪である。配管システムは多くの異なる時期に建設され、このうちいくつかは 100 年以上前のものであるため、非常に複雑になっている。配管網は明確な計画もなく、主として新規開発地域における要望に応えるためだけに拡張されてきている。さらに、既存の配管網の配置や現状に関する情報の欠如が、問題を一層悪化させている。

現在、上水は多数の小規模貯水施設や河川、湧水、地下水などの水源から供給されており、ネパール給水会社（NWSC）の管轄下にある 7 つの給水システムに集約されている。同様に下水処理施設は NWSC 管轄の 4 つの施設と他のカトマンズ市営の 2 つの施設に

よって構成されている。

カトマンズ盆地における上下水分野の調査報告書は膨大に存在するが、最も重要なものは現在実施段階にある「メラムチ給水開発調査報告書」である。この調査は、盆地の外側の水源からの給水を初めて考慮した調査であり、その目的は分水路建設計画、水処理施設、大容量配水システム（地震災害の点から重要である）、配水網の改良及び下水システム改良などである。本件は、ADB、OPEC、JICA、JBIC、IDA、NDFなどの多くの国際機関からの資金により実施されている。当初の給水能力は 170 MLD（Million Litre per Day:1日あたり 100 万リットル）であり、長期的には最大で 510 MLD にまで達する計画である。

上下水道網の大がかりな改善がメラムチプロジェクトにより実現することが期待される中で、地震防災の観点から、給水車による配水システムの維持、地方レベルでの湧水や既存井戸の保全、および耐震設計マニュアルの実施などを提案した。

## 6.5 通信施設の整備・強化

通信設備は屋内・屋外に据え付けられた多種多様なサブシステム機器から構成されている。大地震に対応しうるべく公共通信・ラジオ・テレビジョン局・警察等で使われる施設を整備・強化する災害対策を速やかに検討し、危機管理意識をもって実施する必要がある。

ネットワーク構成の点からみると、多重ルート構成（ループ化）の通信網を構築することにより通信回線不稼働の事態を回避し、災害に対して信頼性の高い通信網とすることが理想的である。カトマンズ盆地内の交換ネットワークは SDH（Synchronous Digital Hierarchy）による 2 重化が採用されているが長距離市外伝送路は 2 重化されていない。ネパール電気通信公社（NTC：Nepal Telecommunications Corporation）は長期計画において全国長距離伝送路の SDH 化を予定しているものの早期完成は難しい現状である。

装置機器の補強の観点からいえば、テレビ局・警察を含む全ての既存局内通信施設に対して耐震対策工事を実施すべきである。具体的には地震による装置機器の転倒を防止するために床・壁または天井からの装置支持・固定を徹底的に行なうことが有効となる。この補強工事により局舎建物が倒壊した場合を除き完全に近い地震対策となる。局外施設に対してとくに電柱、鉄塔などの耐震性を徹底調査・検証し、必要な補強を行なうことが必要である。

関係機関全てを網羅する緊急通信網については、これを一挙に整備することが理想的である。しかし、それは現実的ではなく、限られた機関のみをカバーする、個別多数の通信網整備事業が年月をかけて実施されるであろう。この場合、個別に整備されたとしても、多くの通信施設が統合的に運用できることが望ましい。このため全ての緊急通信施設に適用する非常用周波数の指定、確保をはじめとする、プロトコルの設定



が望まれる。

## 6.6 都市構造の整備と強化 - 災害に強い都市構造の形成

都市構造の整備・強化は、カトマンズ市および郊外地の都市構造の特徴にもとづいて、実施する必要がある。本調査では、カトマンズ盆地都市開発会議(KVTDC: Kathmandu Valley Town Development Council)による計画案を参照しながら、現地視察や関係者との議論にもとづき、カトマンズ市を8地区に分類し、それぞれの対象地区ごとに防災面での役割を明確にした。これより、「災害に強いまちづくり」を進めることを提言する。以下にカトマンズ市の現況土地利用を念頭においた、8つの地区分類の特徴を示す(巻末図 6.6.1 参照)。他4市に対しても同様な適用が可能である。

表 6.6.1 防災都市整備における地区分類案とその特徴

| 地区 | 特徴   |
|----|--|
| A1 | 旧王宮(Durbar Square)周辺と Tundikhel 広場との間を主体とした超高密度地帯(人口密度: 700 ~ 1,100 人/ha : 120 ha)   |
| A2 | A1 を囲む Bishnumati River 東岸地区(500 ha) 高密度地帯(人口密度: 400 ~ 700 人/ha)   |
| B  | Tundikhel 大広場(15 ha)を中心とした南北 2 km 以上 × 東西 300 m の帯状街区(60 ha)   |
| C  | Bhrikti Mandap(博覧会跡地 1.6 ha)を核とする、バスターミナル・観光行政・官庁街区・公益企業の集中地帯(20 ha)   |
| D  | Tripureswor、Maitighar 間の民・官・軍の混合地区(8 ha)   |
| E  | ニュータウン適地群と、宅地開発が進んでいるが、空き地が多く中心地と比べ極端に低人口密度の郊外田園。(各都市の外周に数 ha ~ 最大 150 ha; Ichangu Narayan/ 500 ha; Harisiddhi など約 20 地点、計 1,800 ha) |
| F  | リバーフロント・河川敷地区(不特定沿岸地帯)   |
| G  | Kathmandu および Patan (Lalitpur) の市街地をとりまくグリーンベルト、リングロードの外周地域から選定。   |

これらの 8 地区分類および、カトマンズ盆地の広域発展形態に係わる「Development Plan 2020」(KVTDC)の示唆にもとづいて、以下の都市構造の整備・強化策を提案する。

### (1) 防災モデル重点整備街区の設定

防災モデル重点整備街区は、地区特性を共通に持ち、複数の異なる街区群から成るモデル地区として指定する。そこでは、特徴的な都市活性化の目標、たとえば、観光客誘致の新機能導入促進としての歴史文化博物館の創設など、中核施設の導入による効果の波及をも伴った、防災避難路・避難地など防災機能の複数ゾーンにまたがる整備重点地区を形成する。防災モデル重点整備街区の設定は、上記の A-1、B、C 地区での実施を想定している。

実施条件として、都市の防災性能向上のための重点施策を担う関係機関を通じて、公共空間の防災利用方式・整備手法などについて、以下に例示するような、都心地区群が相互に連携するシステムを開発する。

- 将来の耐震施設の新増設にともなう「公共空間の拠点」づくりの推進
- 公共建物の前面道路に面した空間を活用した平常時の緑道・遊歩道の創設
- 災害時の救援・避難路・小避難地に連なるルートの「救援ネットワーク路」として

の指定

- d) 「救援ネットワーク路」の空間的連続性の確保
- e) ライフライン整備の整序化の取り組み

これらは計画地区の中核機能を担う「都市防災情報・交流拠点施設」として、政府・自治体主導による民間団体共同企画・整備が望ましい。

## (2) 無計画な高密度街区の形成の抑制

現在、都市中心部では、無計画な建物の拡張や高層化が、地震に対する脆弱化の大きな原因となっている。災害に強いまちづくりのために「オープンスペース防災利用促進地区」の指定が必要である。

「オープンスペース防災利用促進地区」は、都心周縁部に指定し、この地区においては「公共管理空間」のより公的多目的利用を促す。「オープンスペース防災利用促進地区」は、上記の A-2、D、E 地区での実施を想定している。

ここでは、道路・各種の水辺・オープンスペースなど各種の公的空地の他、都市内農地を含めた、災害時空間利用計画の設定・公開・ルール化を図る。平常時の避難訓練利用などをふくめた未利用民地の有効活用や公共投資の節減等を誘導するため、地権者の主体的参加方式による地区設定とする。また、すべて国・自治体・民間団体の協調開発方式が望ましい。具体的な例をあげると、以下のとおりである。

- a) 地区内外からの救援ルートをふくむ地区内の避難路網と小避難地の確保を計画に追加する（現在地区計画が策定されたばかりの A - 2 地区、Bhimsensthan Case の例を巻末図 6.6.2 に示す）。
- b) 上記の実施のため、将来の土地区画整理事業の種地準備、事業計画の分割・小規模化により、土地区画整理事業を促進する。

## (3) 衛星都市における暫定土地利用の都市計画

カトマンズ市の衛星都市とも言える 4 古都（パタン（ラリトプール）、バクタプール、ティミ（マディアプール）、キルティプール）の中心部は密集した市街地であるため、災害時に既存の道路・路地等が建物の倒壊によって閉塞される危険が高い。道路が閉塞した際、外部との通行を確保するために新たな「救援バイパス」を設定することを提案する。

「救援バイパス」とは、救援用重機等の通行を可能にするために、震災後早期に啓開される災害時指定道路から、農地などの空間を経由して、被災地に至る「道路敷きスペース」を暫定的に確保したものである。このスペースは、災害時に避難ルートとしても利用できる。また、平時においては、農地や送電線下の空き地等であるが、家屋等の建築を規制するため、暫定土地利用の都市計画において明示する必要がある。さらに、「道路敷きスペース」を担保するために、土地所有者の同意が得られた区間については、平時における緑道・遊歩ルートとして都市計画に順次追加することが望ましい。「救援バイパス」は、各都市のケース F 地区に設定すべきであり、その 1 例（バ

クタプール)を巻末の図 6.6.3 に示す。

#### (4) 大規模防災グリーンベルト・ゾーンの指定、および土地利用規制上の位置付けの明確化

道路整備計画等にもとづき、隣接地が住宅用地として利用されると想定される区域は、災害後の暫定避難住宅および移住地・定住地の公的用地ストックとして積極的に規制・管理・運営する必要がある。このため、各都市のケース G 地区での広域規制・土地活用方式の確立が緊急課題であり、当面は KVTDC が主導すべきであろう。

#### (5) 防災まちづくり

以上の防災都市計画のモデルケース検討の基本コンセプトは、カトマンズ盆地の広域発展形態に関する“Development Plan 2020”(KVTDC)の示唆にもとづき、より詳細な地域を防災対策に的を絞って、都市別に検討したものである。具体的な地区計画対象地の規模、範囲等は、今後の土地利用規制(現在、カトマンズ市が素案策定中の Land Use Zoning 2001)と都市開発戦略(KMC Urban Development Strategy 2001)の双方に適応・調整していく必要がある。首都の都心部再開発、衛星都市および将来開発地などの整備・開発・保全に係わる具体的政策指針は、国の長期計画課題として残されている。首都圏域の都市防災計画は、首都とその衛星 4 都市のすべてが歴史的古都であり、現代都市として求められる環境要素としての、公園・緑地系の空間計画の欠落を充たす方向で、新しいオープンスペースの創出が不可欠であろう。

また、防災都市構造の整備・強化の実施の際には、市民・NGO・企業等がそれぞれの役割をもって、参加が可能となる「防災まちづくり」を促進し、「災害に強い都市構造の形成」にむけて効用性の高い、制度の確立を伴う、都市計画施設の重点整備を行う必要がある。

## 6.7 その他

### 6.7.1 社会経済的影響

ネパールは一人当たりの GDP (国民総生産)では最貧国の部類に属しているが、農業面では自給自足をしている。現在、GDP のうち農業生産が 40%のほか、観光が大きなウェイトを占めている。輸入超過になっている貿易は、インドに衣料、食料を頼っており、被災時の物資輸送のための道路やトラックなどの手段の確保が課題である。政府の予算の歳出総額はおよそ 600 億 NRp (ネパールルピー)であり、一方、海外からのグラント、ローンの累積は 1,950 億 NRp と深刻な問題となっている。

これに対して、1988 年ウダヤプール地震では損失額は 50 億 NRp に達し、国の発展を大きく阻害した。今回想定した中部ネパール地震が発生した場合、国全体の損害額は 3,000 億 NRp にもなるものと推定される。これは、GDP の 70%、政府予算の 5 年分、累積借款分の 1.5 倍に達する。しかも、災害時には、価格の吊り上げ、その他の混乱が生じ、貧しいものほど大きな影響を蒙る図式になる。一方で、海外援助や復旧需要

の増大と、やはり被害を受ける国内金融機関の資金不足も絡んだ、重畳的なインフレとなる可能性もあるとの見方もできる。

とくに、シナリオ地震として設定した「中部ネパール地震」は観光都市ポカラ市を直撃し、カトマンズ盆地以上の壊滅的な被害をもたらすことが予想され、ネパールの観光事業はまったく見込みが立たず、ひいてはネパールの国としての存続がかかる事態にもなりかねない状況も可能性がないわけではない。

結果として、経済基盤は根底から立て直さざるを得ない事態になる。このための対策としては、事前からの経済基盤の強化と危機管理体制の確立以外に方法はない。都市計画やインフラの整備のみならず、輸出産業の育成、農業の保護、観光事業の整備が有効である。産業界、経済金融界も事前の危機管理体制を確立しなくてはならない。

### 6.7.2 災害弱者

カトマンズ盆地では都市化が進行し、農業従事者が減少し、いわゆる都市生活者が急増している。また、ネパールは観光立国であり、旅行者の扱いも重要である。ひとたび大地震が発生すると、災害弱者として特筆すべきはこれらの人たちとなるであろう。日常生活で他に頼っているがために、食、住の供給がままならず、また、必要なリソースや情報へのアクセスも十分ではなくなるからである。一方、過去の地震災害と同様に、老人、乳幼児、子供、病人や妊婦、そして生活基盤の弱い貧困層が弱者となるであろうことは必定である。

これらに対しては、事前から、災害や避難に関する情報の流通、管理的な機関の意識の向上が肝要である。

## 第二部

### 地震災害予測とデータベースの構築

## 7. 地震被害想定

この地震被害想定は、将来カトマンズ盆地近傍で地震が発生した場合に起こりうる事態について、あらかじめ認識しておくことである。将来の地震によって引き起こされる被害や影響を評価するためには、建築物の脆弱性も含めた現状についての種々のデータが必要である。必要なデータには、地震発生状況、地盤、地形、気象その他の自然条件に関するデータのみならず、人口、建物、都市構造、土地利用、インフラやライフライン施設などの社会条件に関するデータも含まれる。

カトマンズ盆地におけるひとつの地震シナリオが、NGOによって数年前に作成された。その評価手法は、1934年の地震が再び発生すると想定したシンプルなものであったが、カトマンズ盆地において将来発生しうる地震被害に対するイメージを提供し、防災に対する意識の高揚のために有益であった。本調査では、さらに詳細でかつ信頼性の高い地震被害の想定を行うが、それでもやはり、データや時間の制約から完璧な想定は不可能である。例えば、カトマンズ盆地における公式の建物データはごく一部を除き存在していないため、建物総数は1991年の国勢調査による人口や世帯数の分布から推定せざるを得なかった。また、建物種別は1,000サンプルの建物インベントリー調査と主要な地域の実地調査から推測した。カトマンズ盆地に存在する建物毎に設定した被害関数についても十分とはいえない。

地震被害の想定結果は、現状を考慮してもっともらしい被害状況の概要を示しているにすぎない。したがって、シナリオや被害想定結果を適用する際には、上に述べたような制約があることを考慮しなければならない。次の機会に、より詳細で適切なデータが準備されることが必要である。政府は、必要な各種項目の統計を準備すべきである。それは、被害管理計画策定のためばかりでなく、平常時の効率的な行政管理のためでもあり、非常に基礎的な事柄である。

本調査では、利用可能なデータの制約と利便性を考慮して、市における区(Ward)と村落(VDC)を行政の基本単位とした。また、地震動や地盤条件など種々の解析は、500m四方の正方形メッシュ単位で行った。メッシュの数はカトマンズ盆地全体で2,826である。

### 7.1 想定地震

#### (1) 地震活動度

ネパールは、過去に多くの大地震が発生した、ジャワ、ミャンマー、ヒマラヤ、イラン、そしてトルコに至る地震活動の活発な地域に位置している。図 7.1.1 にネパール周辺の震央分布図を示す。

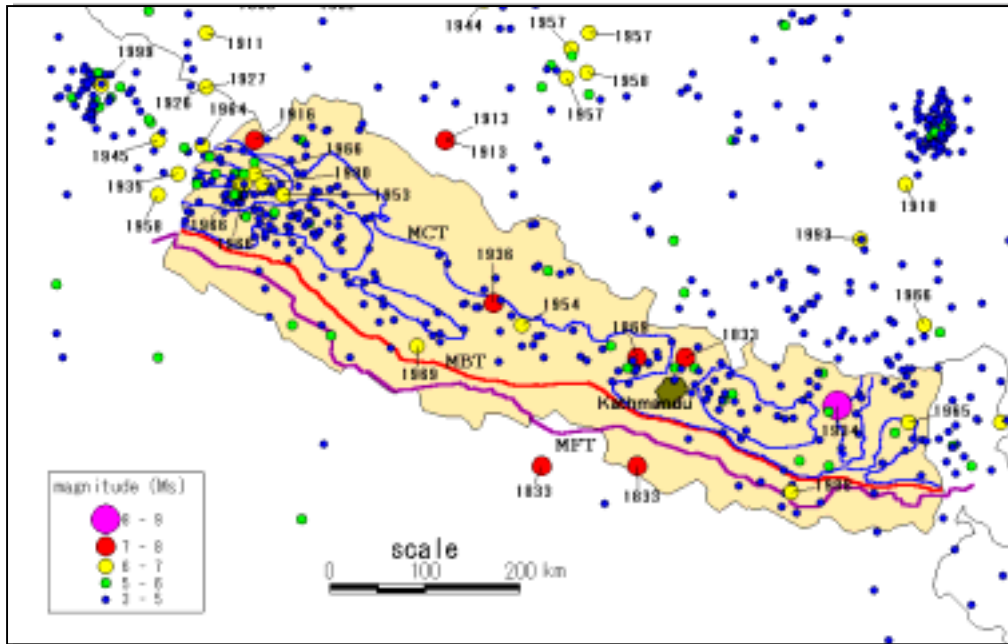


図 7.1.1 ネパール周辺の震央分布 (1255 年-2001 年)  
 \* ネパールの被害記録に基づいて、いくつかの震央位置を修正した。出典: DMG

(2) リニアメント

カトマンズ盆地にはいくつかの断層が存在しており、盆地直下で起こりうる小規模ないし中規模の地震について取り扱うために、図 7.1.2 に示すようなりニアメントのデータを収集した。

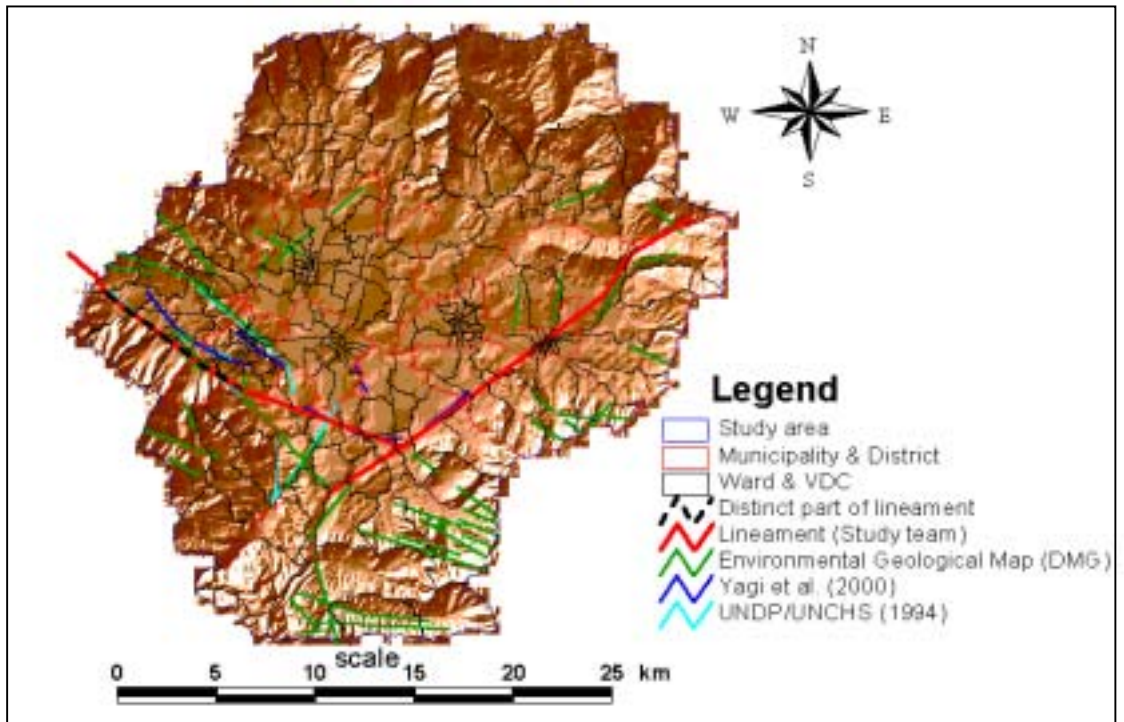


図 7.1.2 カトマンズ盆地の断層およびリニアメント



### (3) 想定地震の設定

本調査では、カトマンズ盆地周辺の地震活動度、地震構造および地質条件を考慮して、新規に3つの断層モデルを選定した。さらに、1934年のビハール・ネパール地震もこれらとの比較のために含めた。各断層モデルの位置を図7.1.3に示す。

#### a) 中部ネパール地震 (マグニチュード $M_s=8.0$ )

Pandey 他(1999)によれば、中部ネパールの地震空白域は、ヒマラヤ前縁の地震活動帯の東経 82 度 ~ 85 度に位置するセグメントと対応している。この地震モデルの断層面は、このセグメントの東半分の領域に対応している。この地震は、巨大地震とみなすことができる。

#### b) 北バグマティ地震 (マグニチュード $M_s=6.0$ )

カトマンズ盆地外のすぐ北部では小地震が頻繁に発生している。この地震モデルは、この地震群にもとづいて設定された。これは、中規模地震とみなすことができる。

#### c) カトマンズ盆地内地震 (マグニチュード $M_s=5.7$ )

この地震は、カトマンズ盆地内の明瞭なりニアメントにもとづいて設定された。これは、盆地直下の局地的な地震とみなすことができる。

#### d) 1934年ビハール・ネパール地震 (マグニチュード $M_s=8.4$ )

この地震モデルは上記3シナリオ地震と比較するために設定されたものである。

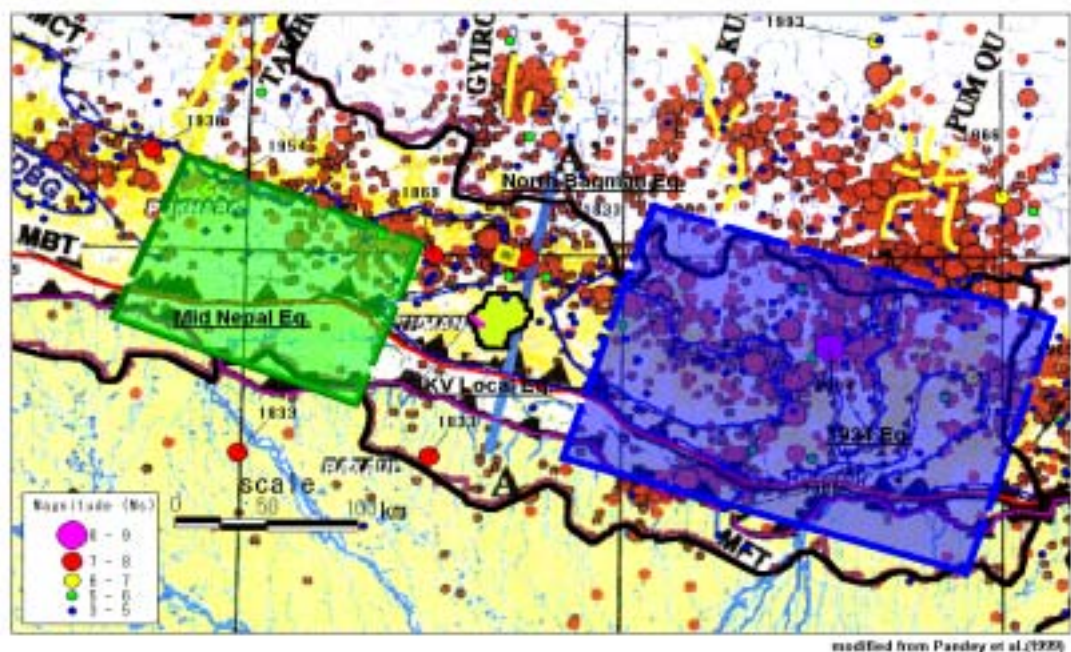


図 7.1.3 想定地震断層モデル

## 7.2 地盤分類

カトマンズ盆地の地盤条件を解析・分類し、地震動の増幅特性評価、液状化の評価および斜面崩壊の危険性を評価するために地盤モデルを作成した。そのために地質図や



ボーリング柱状図などの地質関連の既往資料を収集し、さらに、S波速度( $V_s$ )、密度、N値、地下水位、平均粒径などの地盤物性データを入手するために5地点においてボーリング調査を実施した。

### (1) 地盤モデル

収集したデータについて分析した結果、カトマンズ盆地の全2,826メッシュを90種の代表的モデル地盤に分類した。それらの空間的な分布を図7.2.1に示す。

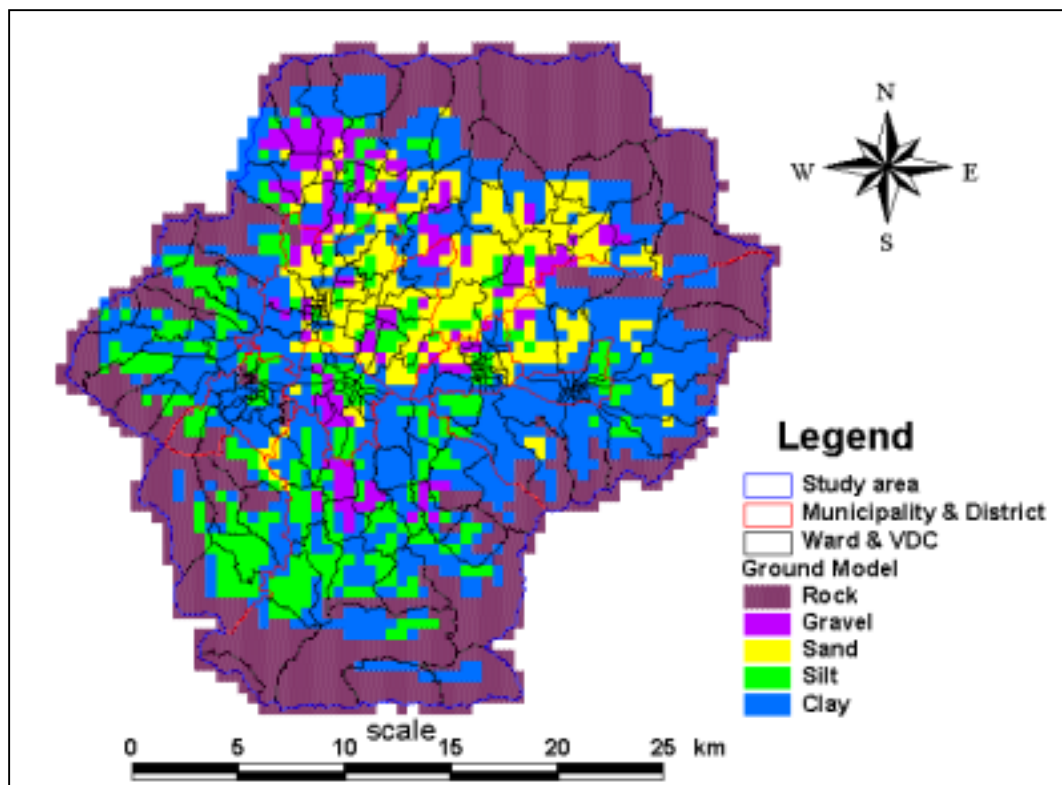


図 7.2.1 地震動解析の地盤モデル

### (2) 地盤物性

収集データ、ボーリング調査および室内試験結果にもとづき、次の地盤物性値を設定した。

- N値
- 地下水分布
- 平均粒径( $D_{50}$ )と細粒分含有量( $F_c$ )
- $V_s$ (S波速度)
- 密度

## 7.3 地震動の想定

### (1) 解析方法

解析のフローチャートを図 7.3.1 に示す。図に示すように、7.2 章で説明した断層モデルにもとづき、工学的地震基盤における加速度を経験的な地震動減衰式にもとづいて算出した。次に、地盤モデルと地盤物性にもとづき、応答解析によって表層増幅特性を算出した。そして、工学的地震基盤における加速度と地表面増幅特性の両者から地表面最大加速度（以下、PGA と略す）を算出した。

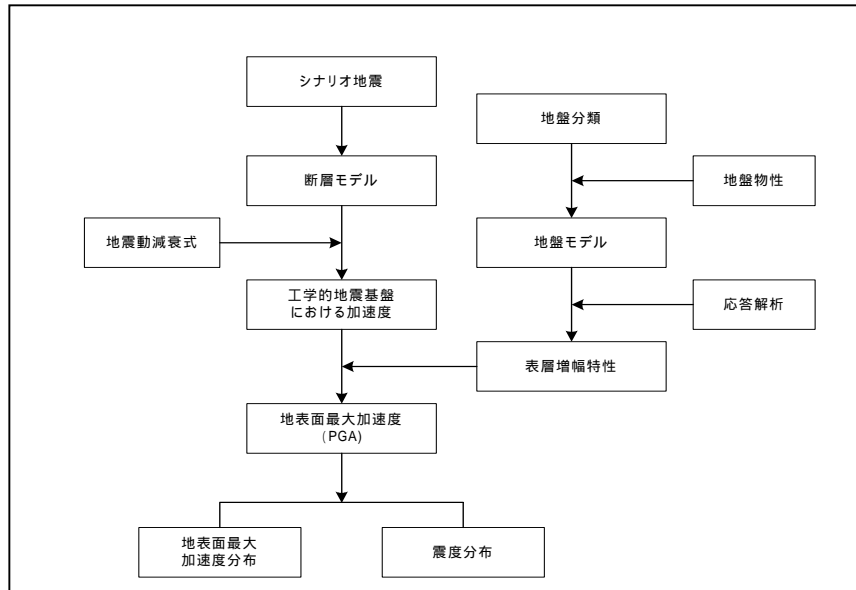


図 7.3.1 地震動解析のフローチャート

### (2) 工学的地震基盤における加速度

適切な地震動減衰式を選択し、工学的地震基盤における加速度を計算した。本調査では、工学的地震基盤を S 波速度 ( $V_s$ ) が 400 m/s 以上の層とした。盆地中央での深度はほぼ 100 m 程度となる。本調査では、1988 年ウダヤプール地震の地震動データを既往の地震動減衰式と比較することにより、Boore 他(1997)の減衰式を採用した。

### (3) 表層の増幅特性

表層の増幅特性は 1 次元応答解析手法にもとづいて解析した。応答解析で使用した地盤モデルは、地盤種別と S 波速度をもとに作成した代表モデル地盤から作成したものである。各地盤モデルにおける表層での増幅は、ほぼ 1~2 倍である。

### (4) 地表面最大加速度 (PGA)

本調査で新規に設定した 3 つのシナリオ地震について、工学的地震基盤における加速度と表層増幅特性の両者をもとに計算した地表面最大加速度分布を巻末の図 7.3.2 に

示す。

- a) 中部ネパール地震: 山間部を除き、カトマンズ盆地では 200 gal 以上の最大加速度となる。部分的に 300 gal を超える地域も見られる。
- b) 北バグマティ地震: カトマンズ盆地全体において 200 gal 以下であり、今回設定したシナリオ地震の中で地表面最大加速度は最っとも小さくなる。
- c) カトマンズ盆地内地震: 震源断層沿いの地域は、300 gal 以上である。断層から遠ざかるに従い、地表面最大加速度は急激に小さくなり、山間部では 100 gal 以下となる。

### (5) 震度

修正メルカリ震度階 (以後、MMI と略す) は PGA 値から Trifunac and Brady(1975)による関係にもとづき算出した。本調査で新規に設定した 3 つのシナリオ地震における、震度分布を巻末の図 7.3.3 に示す。

- a) 中部ネパール地震: 山間部を除き、カトマンズ盆地は震度 VIII (MMI) の地震動となる。
- b) 北バグマティ地震: 山間部を除き、カトマンズ盆地は震度 VI ないし VII の地震動となる。
- c) カトマンズ盆地内地震: 震源断層沿いの地域は、震度 IX の地震動となる。盆地の他の地域では震度 VII ないし VIII となる。

## 7.4 液状化

### (1) 解析方法

本調査では  $F_L$  法 (「道路橋示方書 V」) と  $P_L$  法 (岩崎他、1982) を組合わせた方法を採用した。この方法は日本では一般的に実用に供されているものである。図 7.4.1 に液状化解析のフローチャートを示す。

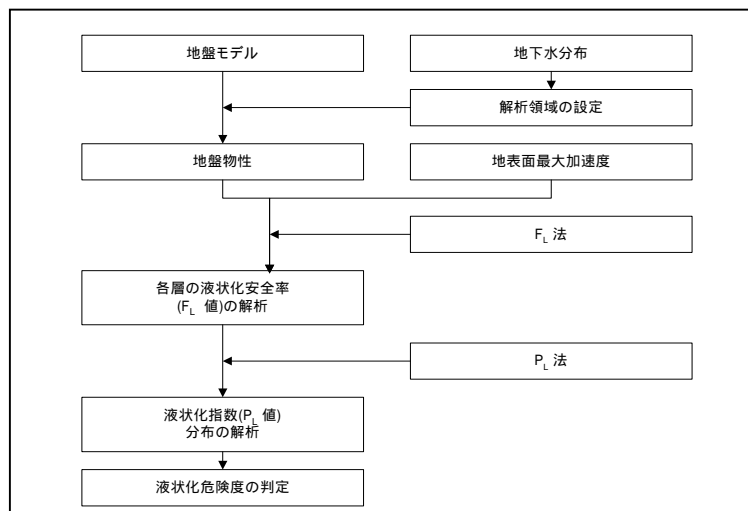


図 7.4.1 液状化解析のフローチャート

## (2) 地下水分布モデル

JICA(1990)による地下水データにもとづき、乾期と雨期の地下水分布を推定した。F<sub>L</sub>法では、液状化解析の対象として、地下水位が深度 10 m 以浅である地盤としている。河川沿いの地域では地下水位が深度 5 m であると仮定した。

## (3) 液状化危険度の評価

巻末の図 7.4.2 に高水位時（雨期）の液状化危険度分布図を示す。この図から、カトマンズ盆地の大部分の地域で液状化危険度は非常に低いといえる。本調査で新規に設定した 3 つの想定地震において、次のような特徴が見られる。

- a) 中部ネパール地震：バグマティ川沿いに、液状化危険度が中程度の地域が散見される。
- b) 北バグマティ地震：液状化危険度はカトマンズ盆地全域で非常に低いという結果であり、盆地内で液状化はほぼ発生しないと考えられる。
- c) カトマンズ盆地内地震：震源断層近傍に液状化危険度が高いと判定された地域が若干見られる。また、バグマティ川沿いに、液状化危険度が中程度の地域が散見される。

## 7.5 斜面崩壊

本調査では斜面の勾配と斜面の高さにもとづいて、斜面崩壊の危険性判定を行った。カトマンズ盆地は地形的に 2 つに大分できる。ひとつは、盆地を取り囲む山地部で、もうひとつは盆地中央の緩傾斜部である。

山地部においては、斜面崩壊地点は地質鉱山局による「工学環境地質図」に示されており、これらの地点を図 7.5.1 に示した。これらの斜面崩壊地点において、地震時における詳細な崩壊危険性についての判定はなされていないが、地震時においてもこれらの地点では斜面が崩壊する危険性は高いといえる。

緩傾斜部では、幅の狭い急傾斜地が段丘面の縁沿いに見られる。航空写真判読の結果、それら段丘面相互の比高の観点から 7 種類の段丘面を特定することができた。それらの段丘面をその性格から 5 つに分類したものを表 7.5.1 に示す。

表 7.5.1 段丘面と比高

| No. | 段丘面の分類            | 現河床からの比高 [平均] |         |  |
|-----|-------------------|---------------|---------|--|
| 1   | 低位段丘面             | 5 m - 15 m    | [10 m]  |  |
| 2   | パタン面              | 20 m - 50 m   | [35 m]  |  |
| 3   | ティミ面              | 50 m - 80 m   | [75 m]  |  |
| 4   | ゴカルナ面およびボレガオン面    | 80 m - 160 m  | [120 m] |  |
| 5   | チャバガオン面およびピヤンガオン面 | 180 m - 240 m | [210 m] |  |

斜面の高さと不安定度の関係から、斜面の高さにもとづいて段丘面縁沿い斜面の崩壊

の危険性を評価した。すなわち、段丘面相互の比高（RH）にもとづいて斜面崩壊の危険性を表 7.5.2 に示す危険度に分類した。

表 7.5.2 斜面崩壊の危険度

| 危険度 | 平地部                                   | 山間部         |
|-----|---------------------------------------|-------------|
|     | 比高 (RH)                               | 斜面崩壊地点      |
| 低   | $RH \leq 15 \text{ m}$                | -           |
| 中   | $15 \text{ m} < RH \leq 50 \text{ m}$ | -           |
| 高   | $50 \text{ m} < RH$                   | 航空写真判読により特定 |

以上に述べた斜面崩壊の危険地域を図 7.5.1 に示す。

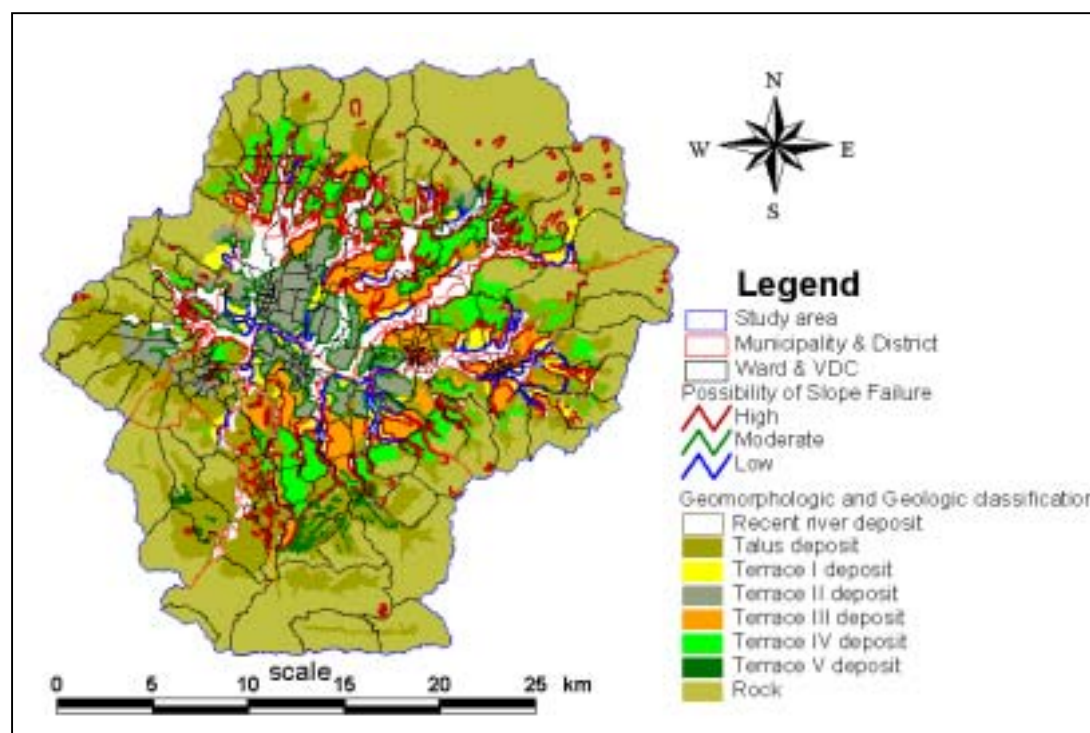


図 7.5.1 斜面崩壊危険地域の分布

## 7.6 行政・社会基礎データ

### (1) 行政界

カトマンズ盆地は、堆積盆地を取り囲む分水嶺が境界線となっており、3つの郡、すなわち、カトマンズ郡、ラリトプール郡とバクタプール郡から構成されている。各郡は市（Municipality）と村落（VDC：Village Development Committee）から成り、市と村落は表 7.6.1 と図 7.6.1 に示すように区（Ward）に分かれている。

また、後述の土地利用、人口密度などの観点からは、市街地（Urban）、市街地外周部（Sub-Urban）、郊外（Rural）の3つの地域に分類をした。

表 7.6.1 行政界分類

| 行政区分    | 郡       | 市・村          | 区の数        |
|---------|---------|--------------|------------|
| カトマンズ盆地 | カトマンズ郡  | カトマンズ市       | 35         |
|         |         | キルティプール市     | 19         |
|         | ラリトプール郡 | ラリトプール市      | 22         |
|         |         | 26村          | 通常一村当り 9   |
|         | バクタプール郡 | バクタプール市      | 17         |
|         |         | マディアプール-ティミ市 | 17         |
| 合計      | 3郡      | 5市と 98村      | 110 (市内の区) |

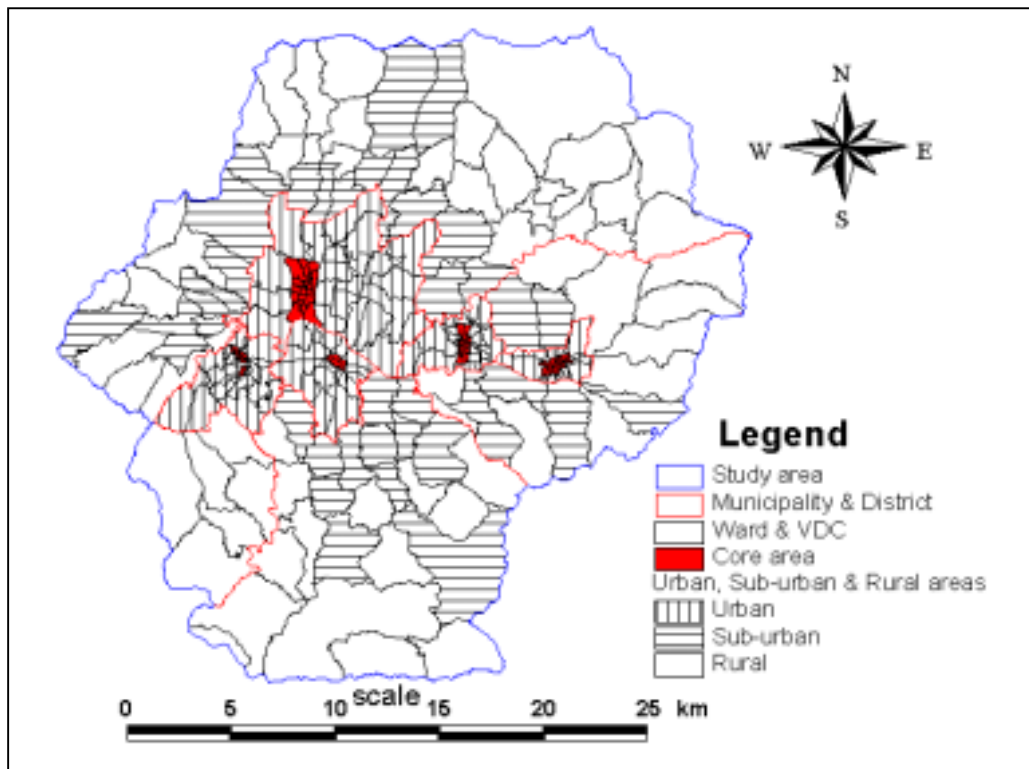


図 7.6.1 行政界と地域分類

(2) 人口と世帯数

表 7.6.2 および図 7.6.2 に示すように、1991 年の国勢調査に基づき、カトマンズ盆地における 1998 年時点の人口と世帯数が「ネパールの発展に関する記録 (ネパールの郡一覧 : National Research Associates, 1999)」によって想定されている。

表 7.6.2 カトマンズ盆地の人口と世帯数 (1998年の推定値)

| 地域           | 面積 (km <sup>2</sup> ) | 人口        | 世帯数     | 人口密度 (人/ha) | 1世帯当りの人数 | 人口増加率 (%) |
|--------------|-----------------------|-----------|---------|-------------|----------|-----------|
| カトマンズ郡       | 373.9                 | 908,672   | 171,405 | 24.3        | 5.3      | 4.5       |
| カトマンズ市       | 50.5                  | 578,738   | 111,711 | 114.5       | 5.2      |           |
| キルティプール市     | 18.0                  | 43,803    | 7,928   | 24.4        | 5.5      |           |
| カトマンズ郡の村     | 305.3                 | 286,132   | 51,766  | 9.4         | 5.5      |           |
| ラリトプール郡      | 171.1                 | 292,095   | 54,907  | 17.1        | 5.3      | 3.3       |
| ラリトプール市      | 15.4                  | 145,696   | 28,537  | 94.4        | 5.3      |           |
| ラリトプール郡の村    | 155.7                 | 146,399   | 26,370  | 9.4         | 5.6      |           |
| バクタプール郡      | 122.6                 | 187,059   | 29,891  | 15.3        | 6.3      | 0.8       |
| バクタプール市      | 6.9                   | 64,927    | 9,714   | 94.7        | 6.7      |           |
| マディアプール-ティミ市 | 11.1                  | 37,526    | 5,545   | 33.8        | 5.6      |           |
| バクタプール郡の村    | 104.7                 | 84,606    | 14,632  | 8.1         | 5.8      |           |
| 全体           | 667.6                 | 1,387,826 | 256,203 | 20.8        | 5.4      | 3.7       |

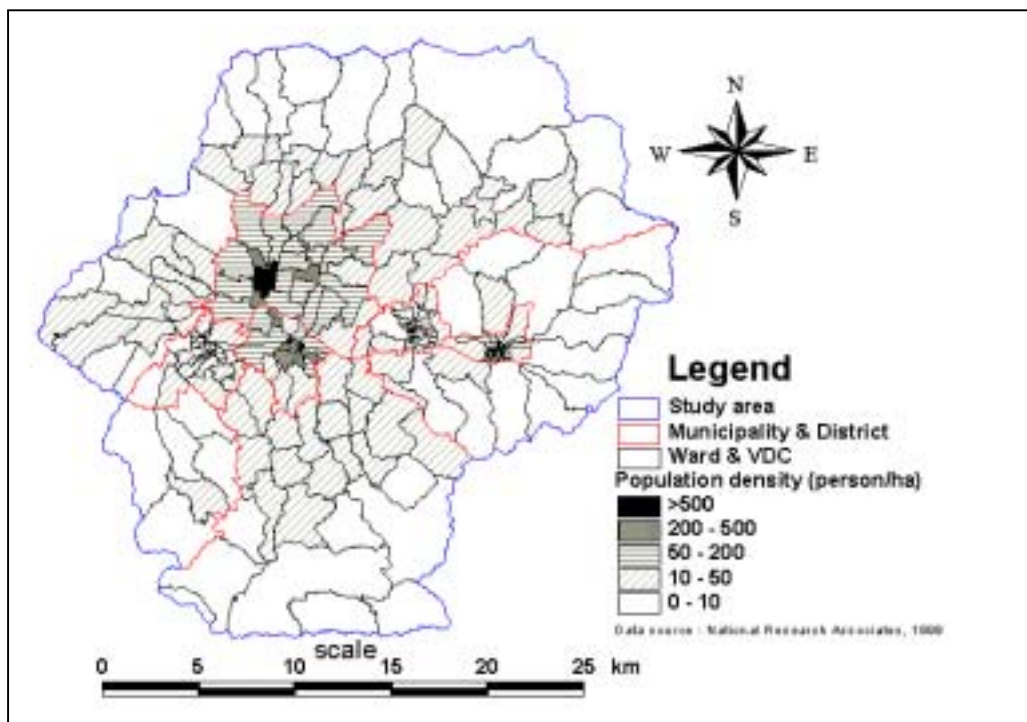


図 7.6.2 各市内の区および村の人口密度

### (3) 土地利用

カトマンズ盆地では農耕地が優勢であり、森林と牧草地がそれに続いている。過去数十年にわたり、都市の市街地は農耕地の中へ不規則に拡大した。そして、最近では5市の都市化が進んでいる地域に近接して、河川氾濫原沿いの肥沃な農耕地に拡大している。

村（VDC）に隣接した農耕地にも都市化の波が押し寄せてきており、表 7.6.3 に示すように、カトマンズ盆地の農耕地の面積は減少し、都市部の面積が増大している。

表 7.6.3 カトマンズ盆地の土地利用

| 土地利用                | 1984 <sup>*1)</sup> |      | 1994 <sup>*1)</sup> |      | 2000 <sup>*2)</sup>  |      |
|---------------------|---------------------|------|---------------------|------|----------------------|------|
|                     | 面積 (ha)             | %    | 面積 (ha)             | %    | 面積 (ha)              | %    |
| 都市部                 | 3,096               | 4.8  | 8,378               | 13.1 | 9,193 <sup>*3)</sup> | 13.8 |
| 農耕地                 | 40,950              | 64.0 | 33,308              | 52.1 | 27,570               | 41.4 |
| 森林 / 牧草地            | 19,439              | 30.4 | 20,945              | 32.7 | 20,677               | 31.0 |
| 河川                  | 479                 | 0.8  | 583                 | 0.9  | 496                  | 0.7  |
| その他 (空港/池など)        | NA                  | -    | 336                 | 0.5  | 310 <sup>*4)</sup>   | 0.5  |
| 荒地/未利用地             | NA                  | -    | 414                 | 0.7  | NA                   | -    |
| 農業集落 <sup>*5)</sup> | NA                  | -    | NA                  | -    | 8,404                | 12.6 |
| 合計                  | 63,964              | 100  | 63,964              | 100  | 66,655               | 100  |

1) Source: Regulating Growth: Kathmandu Valley IUCN 1995

2) Source: Draft Development Plan 2020 for Kathmandu Valley; KVTDC, 2000

3) Includes 2,593 ha of new residential development in VDCs which are mainly urban sprawl

4) Covers transportation only

5) Consists predominantly of traditional village settlements.

都市化の進展に伴い都市域の面積は、カトマンズ盆地都市開発会議 (KVTDC) によると、2010年には10,100 ha、2015年には14,300 haになると想定されている。しかし、そこではカトマンズ盆地の将来の人口を過小評価していることを考慮すると、実際には都市域はさらに拡大すると予想される。

## 7.7 建築物の被害想定

### (1) 建物現況調査

地震による住宅の建物被害を推定するためには、住宅建物の現状を知らなければならない。しかし、カトマンズ盆地には住宅建物の統計は存在しない。このため、国勢調査 (人口、世帯数)、建物現況サンプル調査、実地視察、航空写真および地形図を利用して住宅建物データを作成した。

カトマンズ盆地では、一般的に一家族はひとつの住宅建物に居住しているので、1998年における世帯数の想定値を住宅建物数として採用した。カトマンズ盆地の推定建物数は256,200となった。

本調査では、訪問インタビューとアンケート方式による住宅建物現況調査を1,000件のサンプルに対して実施した。その結果、カトマンズ盆地の住宅建物について、次の特徴を明らかにした。

- a) 建築材料から見た主要な建物タイプの分類
- b) 建物タイプと築年数
- c) 建物の欠陥

### (2) 建物構造種別および分布

建物の被害程度は地震動の強さと建物の強度に大きく依存する。さらに、建物の強度



は建物構造種別と密接な関係があるので、本調査では、被害想定最初の段階として建物構造種別の分類を行った。カトマンズ盆地の建物を、現地調査と関連するレポートにもとづいて、次の7種類に分類した。

- a) 石積造 (ST)
- b) 日干しレンガ (アドベ) 造 (AD)
- c) 泥目地使用のレンガ造、タイプ 1: 施工程度は普通 (BM)
- d) 泥目地使用のレンガ造、タイプ 2: 施工程度が良好 (BMW)
- e) セメントないし石灰目地使用のレンガ造 (BC)
- f) 4 階以上の鉄筋コンクリート枠レンガ造 (RC5)
- g) 3 階以下の鉄筋コンクリート枠レンガ造 (RC3)

住宅建物種別の分布は航空写真と地形図の解析を現地調査で補足することにより作成した。図 7.7.1 に特徴的な建物種別の分布を示す。

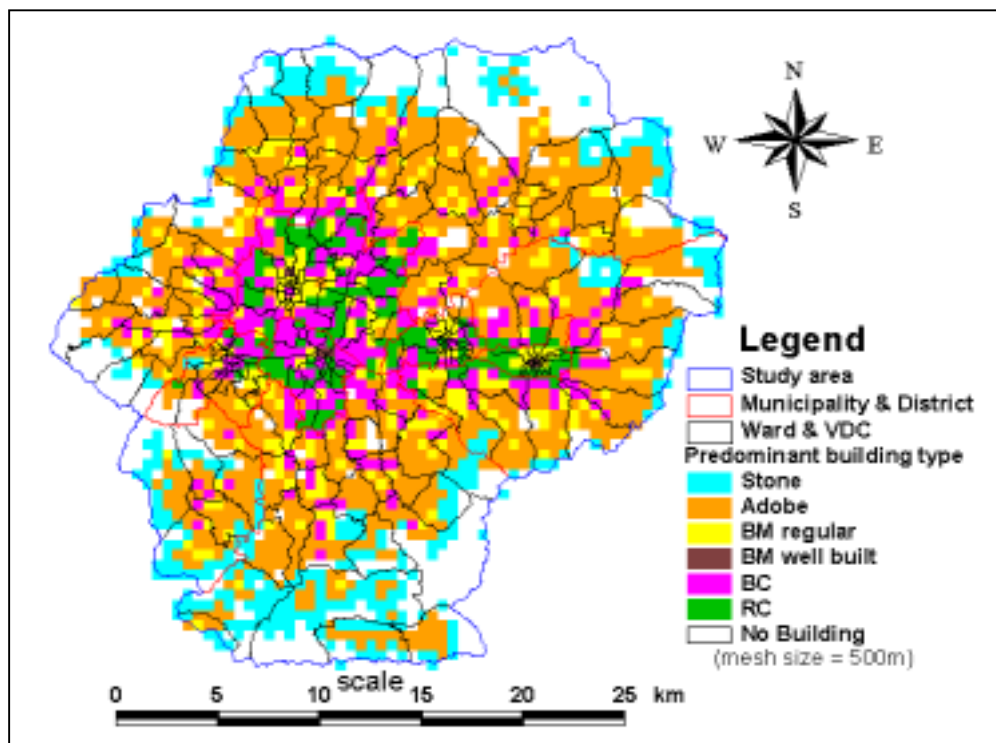


図 7.7.1 特徴的な建物種別の分布

### (3) 被害関数

被害想定における次の段階として、建物被害率と地震動の強さとの関係（被害関数）を各建物構造種別に対して決定した。本調査において用いた建物の被害関数を表 7.7.1 と図 7.7.2 に示す。なお、本被害想定では、建物の築年数や高さなどは考慮おらず、今後の課題である。

表 7.7.1 既往および本調査で使用了被害関数

| 建物種類                     | 既往被害関数  |      | 本調査で使用了被害関数       |                   |
|--------------------------|---------|------|-------------------|-------------------|
|                          | Arya 教授 | UNDP | 被害率               | 倒壊率               |
| 石積造 (ST)                 | A       |      | A++               | B                 |
| 日干しレンガ造 (AD)             | A to A+ |      | A++               | B                 |
| 泥目地使用のレンガ造 (BM)          | B- to B |      | B                 | B++               |
| 施工良の泥目地使用のレンガ造 (BMW)     | B+      |      | B++               | C1                |
| セメント・石灰目地使用のレンガ造 (BC)    | B to C1 |      | B++               | C1                |
| 4階以上の鉄筋コンクリート枠レンガ造 (RC5) | C1      | K5   | $1/2[(K5)+(B++)]$ | $1/4[(K5)+(B++)]$ |
| 3階以下の鉄筋コンクリート枠レンガ造 (RC3) | C2      | K3   | $1/2[(K3)+(B++)]$ | $1/4[(K3)+(B++)]$ |

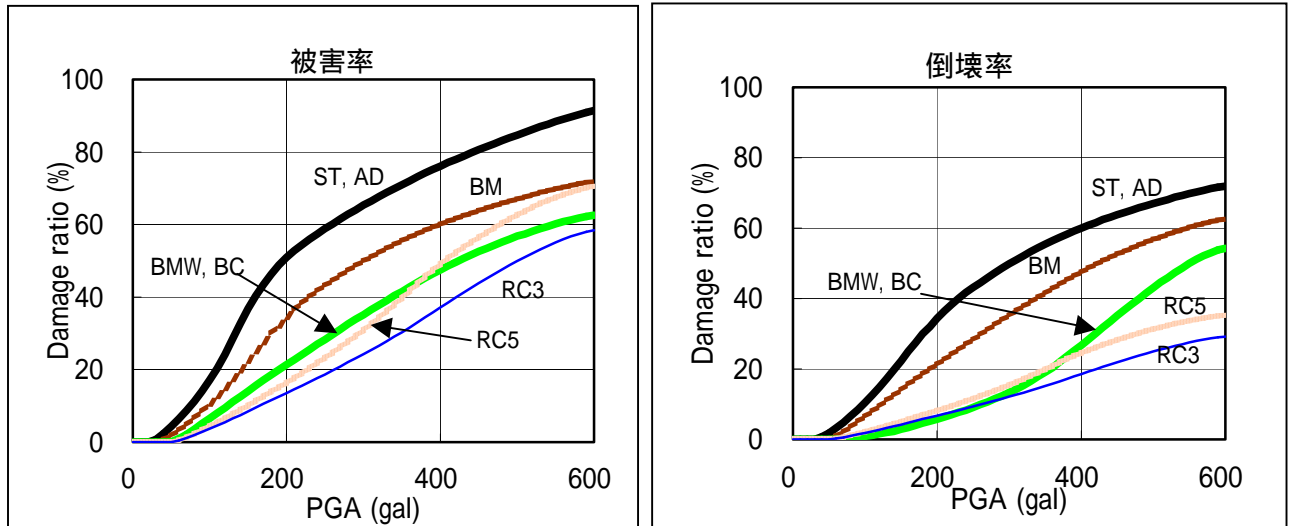


図 7.7.2 建物被害想定で採用した被害関数

#### (4) 被害想定

建物被害を中部ネパール、北バグマティ、カトマンズ盆地内の3つの想定地震、そして、1934年地震について想定した。1934年の地震については、1934年の地震が現在再び発生した場合の被害と1934年当時の被害との2ケースについて試算した。

本調査では、住宅建物の被害のうち、「大破」と「中破」について計算した。「大破」は、屋根や壁が残存しているとしても、危険な状態のため修繕せずには住宅として不適当なほどの被害を意味する。一方、「中破」は、地震後も住居として永続使用するには修繕が必要であるが、一時的な避難のためには使用可能な程度の被害を意味している。この被害想定計算では、住宅建物の強度と地震動との比較が基本となり、液状化、地すべり、火災などその他の被害要因は考慮していない。建築物の被害想定計算における考え方の概要を表 7.7.2 にまとめる。

表 7.7.2 建築物被害想定概要

|       |   |
|-------|---|
| 対象    | 住宅建物                                      |
| 計算単位  | 棟   |
| 被害要因  | 地震動                                       |
| 被害の定義 | 大破：倒壊または修繕不能(居住不能)<br>中破：修繕可能(一時的避難で利用可能) |

前節における被害関数の被害率および倒壊率は、再建あるいは修繕に必要な費用にもとづいたものであった。一方、本節の大破率および中破率は、被害建物数にもとづくものである。従って、この4つの区分の関係は次のようになる。

$$\text{被害率} = \text{大破率} + 1/2 \text{ 中破率}$$

$$\text{倒壊率} = \text{大破率}$$

建物被害は各メッシュにおいて各建物種別に対して計算を行った。計算結果を表 7.7.3 にまとめ、今回設定した3つの想定地震の被害分布結果を巻末の図 7.7.3 と 7.7.4 に示す。なお、1934年の地震によりカトマンズ盆地内の60%の建物が被害を受けており、想定結果と調和的である。

表 7.7.3 住宅建物の被害想定結果

| シナリオ地震            | 大破棟数(割合)       | 中破棟数(割合)       | 合計棟数(割合)        |
|-------------------|----------------|----------------|-----------------|
| 中部ネパール地震          | 53,465 (20.9%) | 74,941 (29.2%) | 128,406 (50.1%) |
| 北バグマティ地震          | 14,796 (5.8%)  | 28,345 (11.1%) | 43,141 (16.8%)  |
| カトマンズ盆地内地震        | 46,596 (18.2%) | 68,820 (26.9%) | 115,416 (45.0%) |
| 1934年地震(現在)       | 58,701 (22.9%) | 77,773 (30.4%) | 136,474 (53.3%) |
| 1934年地震(1934年当時)* | 19,395 (36.2%) | 16,197 (30.2%) | 35,592 (66.3%)  |

\*：収集可能資料は、1920年の全人口と全住宅数のみであったため、1934年当時は、BCやRCの住宅建物が存在していないこと、各建物種別の建物数は人口に比例することと仮定した。

3つのシナリオ地震による被害分布の特徴は次の通りである。

a) 中部ネパール地震

カトマンズ盆地の大破住宅建物の全棟数は53,000棟と想定され、その全住宅建物に占める割合は21%である。全体では50%程度の住宅建物が被害を受けると想定され、カトマンズ市、ラリトプール市およびバクタプール市の中心部において、被害数が多くなっている。これは、市の中心部では建物が密集しているためである。

一方、被害建物の割合を見ると、都市部より地方部において大きくなっている。その理由は、住宅建物の種別が、都市部では比較的堅固な鉄筋コンクリート枠レンガ造が多くを占めているのに対し、地方部では、脆弱な石積造あるいは日干しレンガ造の建物が多いためである。

b) 北バグマティ地震

カトマンズ盆地の大破住宅建物の全棟数は15,000棟と想定され、その全住宅建物に占める割合は6%である。全体では17%程度の住宅建物が被害を受けると想定され、カトマンズ市の中心部において被害数が多くなっている。

また、カトマンズ盆地北部の震度が相対的に大きいため、盆地北部における建物被害の割合が相対的に高くなっている。

c) カトマンズ盆地内地震

カトマンズ盆地の大破住宅建物の全棟数は47,000棟と想定され、その全住宅建物に占める割合は18%である。全体では45%程度の住宅建物が被害を受けると想定され、カトマンズ市、ラリトプール市およびバクタプール市の中心部において、被害数が多

くなっている。

また、カトマンズ盆地西部では震源に近いため震度がかかなり大きくなり、盆地西部における建物被害の割合も、他の地域に比べかなり高くなっている。

## 7.8 主要公共施設の被害想定

次の主要公共施設に対する建物被害について想定した。

- a) 学校
- b) 病院
- c) 消防署

被害想定の方法は前述した住宅建物被害想定の方法と同様である。すなわち、各建物構造種別に対して地震動に応じた被害を示す被害関数を適用し、大破建物ないし中破建物の数を計算するというものである。この方法は、あくまで統計的なもので、建物構造種別毎に設定された平均的な強度にもとづいて被害を想定することを意味する。

### (1) 学校

私立学校および公立学校についての公式な建物現況データは存在していない。公立学校は初等教育から中等教育まで 10 年となっていて、小学校、下級中学校、中学校、上級中学校の 4 種類が存在する。本調査では、盆地内の公立学校全体のほぼ半数にあたる 347 校について建物現況を把握し、被害想定を行った。結果を表 7.8.1 にまとめる。

表 7.8.1 学校の被害想定結果

| シナリオ地震    | 大破棟数(割合) | 中破棟数(割合)  | 合計棟数(割合)  |
|-----------|----------|-----------|-----------|
| 中部ネパール地震. | 74 (22%) | 102 (30%) | 196 (57%) |
| 北バグマティ地震. | 20 (6%)  | 37 (11%)  | 57 (17%)  |

学校建物は住宅建物よりも被害率が高い。これは、図 7.8.1 に示すように、学校建物は、住宅建物より比較的脆弱な構造の建物が多いためである。この結果から、現状の学校建物は地震後の避難所としては適当でないといえることができる。

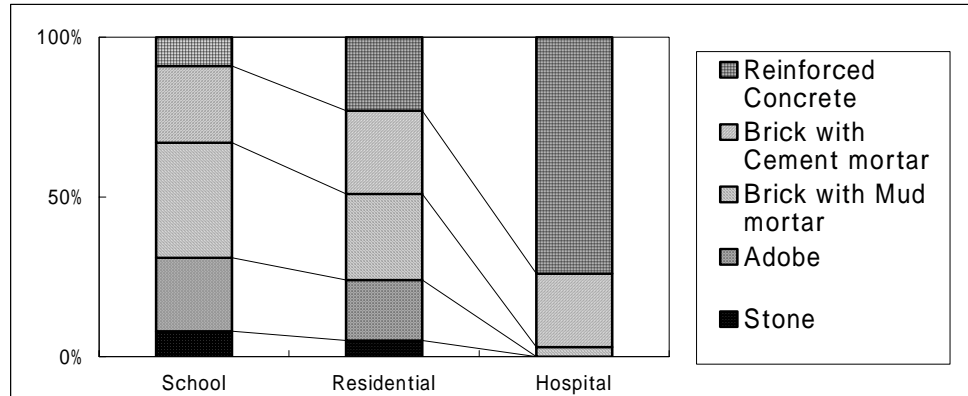


図 7.8.1 学校、住宅および病院の建物分類

### (2) 病院

カトマンズ盆地には 47 の病院があるが、ほとんどは 5 つの市内に位置している。病院は、公立病院、教育病院、私立病院、一般病院の 4 種に分類される。各病院の建物数は通常 1 ないし 2 棟であり、3 ないし 4 階建てとなっている。建物構造種別は図 7.8.1 に示したように、比較的強固なセメント目地使用のレンガ造、あるいは鉄筋コンクリート枠レンガ造のものが大半を占めている。しかし、病院内の設備や備品は、地震に対して十分強固であるとはいえない。被害想定結果は表 7.8.2 に示したとおり、病院の建物構造は比較的強固な鉄筋コンクリート枠レンガ造 (RC) が多いために、住宅建物と比較して、被害割合が小さくなっている。

表 7.8.2 病院の被害想定結果

| シナリオ地震   | 大破棟数(割合) | 中破棟数(割合) | 合計棟数(割合) |
|----------|----------|----------|----------|
| 中部ネパール地震 | 5 (11%)  | 12 (26%) | 17 (36%) |
| 北バグマティ地震 | 1 (2%)   | 4 (9%)   | 5 (11%)  |

### (3) 消防署

カトマンズ盆地には、3 つの消防署が存在する。それらは、カトマンズ市、ラリトプール市、バクタプール市に位置している。全ての消防署の建物種別は、セメントないし石灰目地使用のレンガ造である。検討の結果、表 7.8.3 に示したとおり、建物に関しては比較的軽度の被害が想定された。消防車の数は不十分であるものの、地震後に火災が発生しても消防車を出動させることは可能であろう。

表 7.8.3 消防署の被害想定結果

| シナリオ地震   | 大破割合 | 中破割合 | 合計割合 |
|----------|------|------|------|
| 中部ネパール地震 | 8%   | 37%  | 45%  |
| 北バグマティ地震 | 1%   | 13%  | 14%  |

## 7.9 人的被害の想定

過去の被害地震において、人的被害の要因としては建物倒壊が最も顕著であった。そこで、本調査においても建物倒壊によって発生する人的被害について検討する。

### (1) 解析方法

一般に、死者数を想定するためには、大破建物棟数と死者数についての経験的な関係式が適用される。図 7.9.1 は、1934 年のビハール・ネパール地震と 1988 年のウダヤプール地震における大破ないし倒壊建物棟数と死者数の関係を示したものである。図中の直線は、本調査で死者数の計算において採用した関係式である。

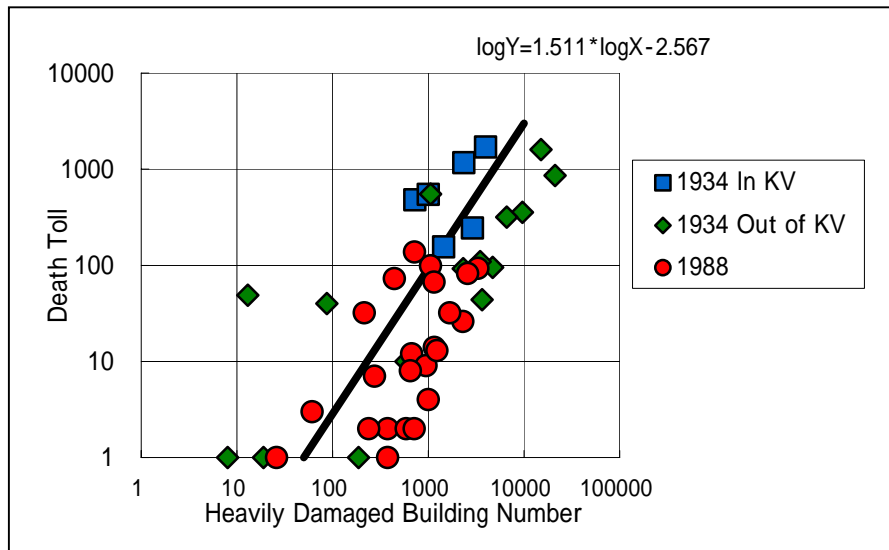


図 7.9.1 ネパールにおける建物被害と死者数の経験的關係

次に、負傷者数を想定するためには、死者数と負傷者数の経験的な関係式を以下のように設定し、利用した。図 7.9.2 は 1988 年ウダヤプール地震における重傷者ないし軽傷者の数と死者の関係を示したものである。

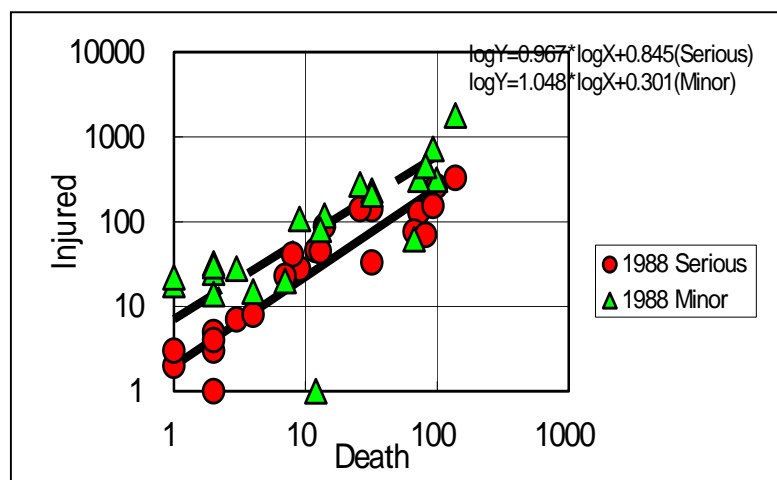


図 7.9.2 ネパールにおける死者数と負傷者数の経験的關係

## (2) 人的被害の想定

想定地震による死者数と負傷者数の想定を行った。人的被害の原因は、建物倒壊のみとし、他の原因は考慮していない。大地震発生時には、人々は避難キャンプにおける疾病等によっても死亡する可能性があるが、計算においてはそのような原因による人的被害は検討の対象から除外した。表 7.9.1 に人的被害想定における定義を示す。

表 7.9.1 死傷者想定定義

|      |              |
|------|--------------|
| 死傷者  | 死者, 重傷者, 軽傷者 |
| 単位   | 人            |
| 被害要因 | 建物倒壊         |

被害計算は各市区と村を単位として行った。人的被害想定の結果を表 7.9.2 にまとめる。さらに、本調査で新規に設定した 3 つの想定地震における人的被害分布の結果を巻末の図 7.9.3 と図 7.9.4 に示す。なお、1934 年の地震によるカトマンズ盆地での実際の死者は 4,300 人と記録されており、想定結果とほぼ調和的である。

表 7.9.2 人的被害想定結果

| シナリオ地震              | 死者数 (割合)      | 負傷者           |                |
|---------------------|---------------|---------------|----------------|
|                     |               | 重傷数 (割合)      | 軽傷数 (割合)       |
| 中部ネパール地震            | 17,695 (1.3%) | 53,241 (3.8%) | 93,633 (6.7%)  |
| 北バグマティ地震            | 2,616 (0.2%)  | 7,204 (0.5%)  | 14,709 (1.1%)  |
| カトマンズ盆地内地震          | 14,333 (1.0%) | 42,667 (3.1%) | 76,399 (5.5%)  |
| 1934 年地震 (現在)       | 19,523 (1.4%) | 58,728 (4.2%) | 103,313 (7.4%) |
| 1934 年地震 (1934 年当時) | 3,814 (1.3%)  | 10,635 (3.6%) | 21,263 (7.2%)  |

3 つのシナリオ地震における人的被害分布の特徴を以下に述べる。

### a) 中部ネパール地震

カトマンズ盆地全体で想定される死者は 18,000 人で、全人口の 1.3 % に相当する。負傷者は 147,000 人、この内、重傷者は 53,000 人と想定される。

市あるいは村における死者数は、カトマンズ市で最大となり、死者および負傷者の分布密度はカトマンズ市、ラリトプール市、バクタプール市の中心部において大きくなる。

### b) 北バグマティ地震

カトマンズ盆地全体で想定される死者は 2,600 人で、全人口の 0.2 % に相当する。負傷者は 22,000 人、この内、重傷者は 7,200 人と想定される。

市あるいは村における死者は、カトマンズ市北部で多数発生するが、盆地全体で見ると、これら 3 つのシナリオ地震の中で最小である。

### c) カトマンズ盆地内地震

カトマンズ盆地全体で想定される死者は 14,000 人で、全人口の 1.0 % に相当する。負傷者は 119,000 人、この内、重傷者は 43,000 人と想定される。

死者および死傷者の分布密度はカトマンズ市、キルティプール市、ラリトプール市、

バクタプール市の中心部で大きく、震源断層周辺の地域では甚大な人的被害の発生が想定される。

### (3) 想定結果の位置付け

本調査における建物被害と人的被害の関係を過去の地震における実際のデータと比較することによって、今回の被害想定の結果が既往地震における一般的な関係と整合性があるかどうかについて検討を加える。

Coburn and Spence (1992)は、巻末の図 7.9.5 に示すように、世界中で発生した被害地震について建物被害と人的被害の関係を調査した。一般的な傾向を示すカーブと本調査結果を併せて同図に示した。「建築物被害」は大破建物のみを対象としており、火災や津波による被害は対象から除外している。

弱いレンガ積建物に関するデータは、図中、上下のカーブの中間に位置している。本調査では、4つの地震シナリオを想定しており、その全ての場合において、被害建物数と死者数の関係は、既往の弱いレンガ積建物における関係と調和的である。

## 7.10 橋梁の被害想定

### (1) 橋梁データ

カトマンズ盆地の橋梁現況データは、道路局橋梁部から収集した。被害想定および地震防災計画策定のために現地調査を実施して不足する情報を補った。

### (2) 被害想定方法

橋梁の地震被害可能性の判定は片山の方法にもとづいて行った。これは東京都防災会議(1978)により研究開発されたもので、日本においては広く利用されている。本調査では現地調査によって各因子の点数を決定し、10カテゴリーの評価点数の積を求めて評価を行った。橋梁の安定性に対する判定は、一般的に下のように定義されている。

- a) 26点以上：落橋
- b) 26点未満：安全

### (3) 橋梁の被害想定

橋梁の被害想定結果を巻末の図 7.10.1 に示す。盆地内のいくつかの橋は、橋脚基礎周辺が極度に洗掘されている。片山の方法は洗掘について考慮していないが、極度の洗掘は、橋脚の地震時の水平力に対する強度が低下するため、橋梁の耐震性を低下させる要因となる。したがって、本調査では、評価点が26点未満20点以上であり、極度の洗掘が見られる橋梁は「不安定」と判定した。



## 7.11 道路の被害想定

### (1) 道路データ

「カトマンズ都市開発プログラム(KUDP: Kathmandu Urban Development Programme)」のデータを基本とし、その範囲外の道路データは、「カトマンズ盆地 GIS データベース(ICIMOD:International Centre for Integrated Mountain Development)」から抽出した。しかし、ICIMODの道路分類は本調査で採用したものとは異なるため、本調査で採用した分類に合わせて修正した。

### (2) 被害想定

カトマンズ盆地の道路には、厚い盛土区間が存在しないことが判明した。したがって、本調査では、道路が7.5章で示した50mを超える高さの斜面と交差する地点を地震時における道路の危険地点とした。巻末の図7.11.1は被災後、緊急に利用されると想定される幹線国道(National Highway)、主要支線(Feeder Road Major)、一般支線(Feeder Road Minor)、主要郡道(District Road Bituminous)、リングロード(Ring Road)、主要都市道(Urban Road Major)の各道路の危険地点を示している。

## 7.12 ライフライン施設の被害想定

ライフライン施設は、個々の独立したノード施設とネットワーク施設に大別できる。ノード施設には、浄化プラントや変電所などが含まれ、ネットワーク施設には、水道管や送電線などの供給目的の設備が含まれる。本調査では、以下の4種類のネットワーク施設について統計的な手法を用いて被害を想定した。

- a) 上水道管
- b) 下水道管
- c) 送電線
- d) 電話線

### (1) 上水道管

本調査では、久保・片山(1975)および米国カリフォルニア向けに編集されたATC-13(Applied Technology Council Vol.13)によって提案されている水道管の被害関数をもとに、地表面最大加速度と水道管の被害率の関係から、新たに被害関数を設定した。この被害関数は、現地視察によりネパールの施工の品質が日本よりも低いことが判明しているため、久保・片山(1975)のものより高い被害率となっている。

上水道管の被害想定における定義を表7.12.1に示す。

表 7.12.1 上水道管の被害想定定義

|       |              |
|-------|--------------|
| 対象    | 水道管          |
| 被害の内容 | 水道管あるいは継目の破損 |
| 被害の数量 | 被害(破損)箇所数    |

上水道の被害想定結果を表 7.12.2 にまとめ、さらに、中部ネパール地震において想定される被害分布を巻末の図 7.12.1 に示す。

表 7.12.2 上水道管の被害想定結果

| シナリオ地震   | 被害（破損）箇所数 |
|----------|-----------|
| 中部ネパール地震 | 588       |
| 北バグマティ地震 | 63        |

## (2) 下水道管

下水道管の被害想定では、水道管で使用了なものと同様の被害関数を使用した。データは管種、管径について収集することができたため、それらの特性を検討した上で、日本で現在使用されている値にもとづきパラメーター値を設定した。

下水道の被害想定における定義を表 7.12.3 に示す。

表 7.12.3 下水道管の被害想定定義

|       |              |
|-------|--------------|
| 対象    | 下水管と下水溝      |
| 被害の内容 | 下水管あるいは継目の破損 |
| 被害の数量 | 被害（破損）箇所数    |

下水道の被害想定結果を表 7.12.4 にまとめ、さらに、中部ネパール地震において想定される被害分布を巻末の図 7.12.1 に示す。

表 7.12.4 下水道管の被害想定結果

| シナリオ地震   | 被害（破損）箇所数 |
|----------|-----------|
| 中部ネパール地震 | 52        |
| 北バグマティ地震 | 5         |

## (3) 送電線

阪神大震災では、震度 VIII (MMI) 以下の地域では電柱の被害は皆無であったが、震度 IX 以上の地域では 0.55% の電柱が破損または倒壊した。この経験にもとづき、埼玉県(1998)では送電線の被害関数が作成されている。また、Dikshit(1991)によれば、1988 年ウダヤプール地震では震度 VI (ほぼ加速度値で 65 gal に相当) の地域で電柱の被害が散見されたと報告されている。本調査では、埼玉県による被害関数と米国カリフォルニアにおける被害関数 (ATC-13) を参照するとともに、1988 年ウダヤプール地震の被害データをもとにして、被害関数を設定した。

送電線施設の被害の種類には、電柱の損壊、変圧器の落下、電線の切断などがある。本調査では、入手可能なデータの制約から、送電線の被害のみを扱った。送電線の被害想定における定義を表 7.12.5 に示す。

表 7.12.5 送電線被害想定定義

|       |              |
|-------|--------------|
| 対象    | 11 kV 以上の送電線 |
| 被害の内容 | 電線の切断        |
| 被害の数量 | 取り替えるべき電線の長さ |

送電線の被害想定結果を表 7.12.6 にまとめ、さらに、中部ネパール地震において想定される被害分布を巻末の図 7.12.2 に示す。

表 7.12.6 送電線の被害想定結果

| シナリオ地震   | 被害電線延長 (km) |
|----------|-------------|
| 中部ネパール地震 | 6.2         |
| 北バグマティ地震 | 1.2         |

被害想定は、データの制約から 11 kV 以上の高電圧の送電線に限定せざるを得なかった。11 kV 未満の低電圧送電線、配電線までを含めると、実際の被害は今回の想定結果よりかなり大きいと予想されるため、また、施設の被害や一部の電線の断絶が全体に与える影響があるため、防災対策策定においてはこれらの点について考慮する必要がある。

(4) 電話線

カトマンズ盆地のほとんど全ての電話幹線は地下に埋設されている。1995 年の阪神大震災では、同一震度の地域において地下埋設ケーブルの被害は、架空ケーブルのほぼ半分であった。このことから、電話線に対する被害関数は、送電線の被害関数の半分とした。電話線の被害想定における定義を表 7.12.7 に示す。

表 7.12.7 電話線被害想定定義

|       |              |
|-------|--------------|
| 対象    | 電話幹線         |
| 被害の内容 | 電線の切断        |
| 被害の数量 | 取り替えるべき電線の長さ |

電話線の被害想定結果を表 7.12.8 にまとめ、中部ネパール地震において想定される被害分布を巻末の図 7.12.2 に示す。

表 7.12.8 電話線の被害想定結果

| シナリオ地震   | 被害電線延長 (km) |
|----------|-------------|
| 中部ネパール地震 | 0.9         |
| 北バグマティ地震 | 0.2         |

被害想定はデータの制約から電話幹線に限定されているが、送電線の場合と同様、全ての電話線を含めた実際の被害は、今回の想定結果よりかなり大きいと予想される。なお、施設の破損や一部の途絶が全体に与える影響がありうることを念頭におく必要がある。

### 7.13 火災

ガソリンスタンドおよびガス充填センターからの火災発生の可能性を想定した。中部ネパール地震における各市区と村落における相対的な火災発生危険度の分布を図7.13.1に示す。カトマンズ盆地の建物は主としてレンガ造であるので、平常時の実績からも火災が発生しても他の建物に延焼する可能性はほとんどないと考えられる。しかしながら、地震発生後に多数の火災が同時に発生した場合には、消火能力は全く不足する。なお、過去の統計によれば、非地震時の火災の原因は、漏電によるものが多い。

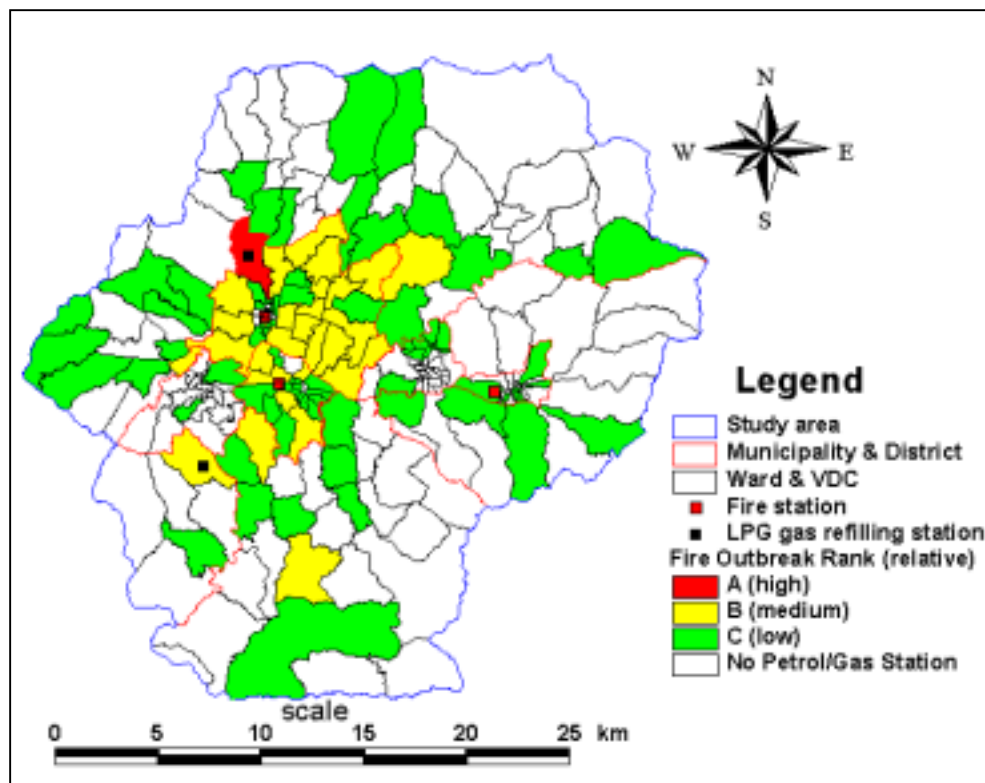


図 7.13.1 火災発生危険度の分布 -中部ネパール地震-

## 8. データベースの構築

### 8.1 目的

本調査では、広範な分野の自然条件、社会条件に関連する現況データを収集、編集、解析した。そして、それらのデータを用いて、カトマンズ盆地で想定される地震被害の空間分布を評価するために、地理情報システム（GIS）を利用して、データベースを構築した。GIS は空間データを編集、統合、解析、表示するためには最も有効で強力なツールである。調査地の特性を示す膨大なデータを、GIS によって結合し、重ね合わせることによって分析を行い、地震被害の空間分布を解析する際に使用した。

データベースの最終成果は、現状および解析結果を示す一連の地図や表である。それらの成果は、地震防災計画策定のために利用された。しかし、短い調査期間や既存データの不備など多くの制約条件があったため、このデータベースはあくまで初期段階のものである。それゆえ、将来これはアップデートされるべきものである。

### 8.2 設計

データベース構築に先立ち、調査団はカトマンズ盆地に存在する GIS ツールを利用した既往のカトマンズ盆地に関するデータベースについての情報を収集した。その結果、いくつかの機関がそれぞれの目的で、GIS を利用し始めていることが判明した。本調査では、測量局(Survey Department)、カトマンズ盆地都市開発会議 (KVTDC)、地質鉱山局(DMG)で使用されている座標系と同一の「修正 UTM (ユニバーサル横メルカトル)」座標系を採用した。他フォーマットのデータあるいは他座標系を使用したデータは、本システムで使用する前に、デジタル化作業ないし「修正 UTM」座標系への変換作業を行った。このことを通じて、調査団は、ネパールにおいて、地図とその投影法に統一された座標系を使用する旨の規定が必要であると認識するに至った。これは、本調査のためばかりでなく、他の現在進行中のプロジェクト、将来のプロジェクトや管理業務のためにも重要であり、都市計画と同様に基礎的な事項である。

調査団は、データベースについての上記の背景と測量局のカウンターパートとの議論をもとに、システム設計を行った。そして、巻末の図 8.2.1 に示す設計概念にもとづき、既存のデータと想定結果からなるデータベースに新規シミュレーション機能を有する専用のシステム「カトマンズ地震リスク軽減ツール (KERMIT: Kathmandu Valley Earthquake Risk Mitigation Tool)」を開発した。

### 8.3 仕様

関連するデータや得られる結果の量から、システムが必要とするハードウェアとソフトウェアの仕様は、次の通りである。

- a) ハードウェア：400 MB 以上のハードディスク空き容量のある PC および解像度

1,024 × 768 以上のカラーディスプレイ。必要に応じ、カラープリンターないしカラープロッター、スピーカーシステム。

- b) ソフトウェア：Microsoft 社の Windows 95/98/ME、Microsoft Excel 2000、Microsoft Word 2000、Microsoft PowerPoint 2000、Windows Media Player (Version 6 または 7)、および ESRI 社の GIS ソフトウェア Arc View (Version 3.1 または 3.2)。

本調査のデータベースで採用した座標系は”修正 UTM”で、その概要を表 8.3.1 に示す。

表 8.3.1 “修正 UTM” 座標系の概要

|             |    |                    |
|-------------|----|--------------------|
| 準拋楕円体       |    | Everest 1830       |
| 投影法         |    | ユークリッド-横断線法(UTM)図法 |
| 原点          | 経度 | 東経 84 度            |
|             | 緯度 | 北緯 0 度             |
| 座標原点のオフセット量 |    | 東：500,000m         |
|             |    | 北：0m               |
| 中央経線上の縮尺係数  |    | 0.9999             |

本調査では、市区と村を行政の基本単位として採用した。各市区と村には 5 桁の識別番号をつけて区別した。また、7 章で述べたような各種の解析のために、500m の正方形メッシュも使用した。各メッシュは、緯度・経度に関連した 6 桁の識別番号によって区別した。

## 8.4 機能

本調査で開発した”カトマンズ地震リスク軽減ツール(KERMIT)”システムは、次の 2 つの主要な機能を持っている。

- a) 本調査の全結果の表示と照会

KERMIT のメニューダイアログボックスから、ユーザーは興味のある目的の結果に容易にたどり着くことができる。すなわち、ユーザーはメニューダイアログないしサブメニュー中のリストボックスからタイトルを選択するだけで結果を見ることができる。

- b) 任意のシナリオ地震に対する新規シミュレーション

もうひとつの主要機能は、任意のシナリオ地震に対する地震動とそれによって発生する被害のシミュレーションである。一度、地震パラメーターを設定すれば、地盤被害および各種被害がシミュレーションされ、画面に自動的に表示される。

## 8.5 操作マニュアル

詳細は、別に作成したマニュアルに記述されている。

### (1) インストール

- a) 添付された CD-ROM 中の”eqdm-ktm”フォルダーを全てのサブフォルダーごと C ドライブのルートディレクトリーへコピーする。

b) “eqdm”フォルダー中の初期設定ファイル"eqdm.inf"を、'メモ帳'などを使って修正し、上書き保存する。"eqdm.inf"の内容を次に示す。

第1行：“arcview.exe”が入っているフォルダーのパスの指定

第2行：“excel.exe”が入っているフォルダーのパスの指定

第3行：ArcView 画面のタイトルバーに表示されている ArcView のバージョン

## (2) 操作方法

ユーザーは“ \eqdm-ktm \system”フォルダーの"eqdm.exe" を実行すればよい。実行すると、図 8.5.1 に示すようにメインメニューが画面中央に表示される。メインメニューには9つの機能ボタンがあり、既存データおよび想定結果の表示、新規シミュレーション、デモンストレーション、ビデオ、そして終了、の各カテゴリーへ進むことができる。



図 8.5.1 KERMIT のメインメニュー

## 8.6 内容

設計に従って決定した、データベースの内容を巻末の表 8.6.1 に示す。

## 9. ウェブサイト

本調査の結果は、以下のウェブサイトで公開している。

URL: <http://www.jica-eqdm-ktm.org.np>

トップページを図 9.1.1 に示す。

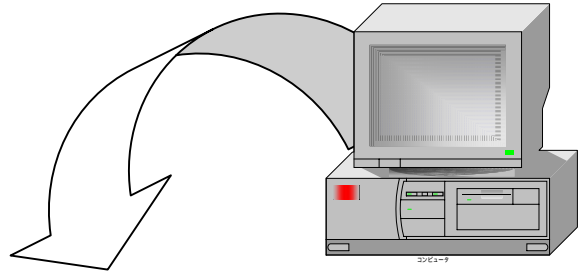


図 9.1.1 ホームページのトップページ



## 第三部

### 結論と提案

## 10. 結論と提案

### 10.1 調査結果と地震防災のための課題

#### 10.1.1 地震災害予測

効果的な地震防災対策の提言のために、カトマンズ盆地の地震災害の想定を行った。将来発生するであろう地震による被害と影響を決定するために、自然条件や社会条件に関するデータの収集、解析を行った。

被害予想のために、カトマンズ周辺の地震、地盤状況にもとづいて、以下の3つの断層モデルを新たに本調査において選定した。

- a) 中部ネパール地震（マグニチュード 8.0）
- b) 北バグマティ地震（マグニチュード 6.0）
- c) カトマンズ盆地内地震（マグニチュード 5.7）

上記の3つの想定地震と比較するために、d) 1934年ビハール・ネパール地震が再来した場合を想定した。

上記の4つの地震に関して算定された震度は以下のとおりである。

- a) 中部ネパール地震：山間部を除き、カトマンズ盆地は震度 VIII（MMI）の地震動となる。
- b) 北バグマティ地震：山間部を除き、カトマンズ盆地は震度 VI ないし VII の地震動となる。
- c) カトマンズ盆地内地震：震源断層沿いの地域は、震度 IX の地震動となる。盆地の他の地域では、震度 VII ないし VIII となる。
- d) 1934年ビハール・ネパール地震：盆地内の大部分の地域は、震度 VIII となる。東部では、震度 IX となる。

液状化危険度は、過去に UNDP よって行われた予想に比べて、やや低いと想定されるものの、中～大規模の地震により、カトマンズ盆地は想像を超える甚大な被害を受けるとみられる。

将来、地震災害予想の精度を向上するために、以下の表 10.1.1 に示すような 13 の課題が挙げられる。

表 10.1.1 地震災害予測に関わる課題リスト

| 番号            | 課題                 | 参考<br>in Main<br>Report | 担当機関                           |       |          |
|---------------|--------------------|-------------------------|--------------------------------|-------|----------|
|               |                    |                         | 政府                             | 地方自治体 | 民間部門     |
| <b>地震災害評価</b> |                    |                         |                                |       |          |
| ED-1          | 地震情報               |                         |                                |       |          |
| ED-1.1        | 地震観測               | III-4-a                 | DMG                            |       |          |
| ED-1.2        | GPS観測              | III-4-a                 | Survey Dept.                   |       |          |
| ED-2          | 基礎資料               |                         |                                |       |          |
| ED-2.1        | 地図基準の整備            | III-4-b                 | Survey Dept                    |       |          |
| ED-3          | 地盤資料               |                         |                                |       |          |
| ED-3.1        | 盆地の基盤構造の把握         | III-4-c                 | DMG                            |       | ネパール地質協会 |
| ED-3.2        | 地盤データベース           | III-4-c                 | DMG                            |       | ネパール地質協会 |
| ED-4          | インフラのデータベース        |                         |                                |       |          |
| ED-4.1        | 建築物インベントリ、センサス     | III-4-d                 | MPPW                           |       | ネパール技術協会 |
| ED-4.2        | ライフライン施設のGISデータベース | III-4-d                 | MPPW, NEA, NTC                 |       |          |
| ED-4.3        | 橋梁台帳               | III-4-d                 | MPPW                           |       |          |
| ED-5          | データ管理運用センター        | III-4-e                 | MOHA, MOCOM                    |       |          |
| ED-6          | 被害想定の改善            |                         |                                |       |          |
| ED-6.1        | 歴史地震記録の収集、整理、分析    | III-4-f                 | DMG                            |       |          |
| ED-6.2        | 強震観測ネットワークの整備      | III-4-f                 | DMG                            |       |          |
| ED-7          | 教育、研究              |                         |                                |       |          |
| ED-7.1        | 地震工学研究所の設立         | III-4-g                 | MOSE, Tribhuvan Univ.,<br>MPPW |       | ネパール技術協会 |
| ED-7.2        | 地震技術者の訓練           | III-4-g                 | MOSE, Tribhuvan Univ.,<br>MPPW |       | ネパール技術協会 |

### 10.1.2 防災施策の持続的な発展のための枠組み

効率的な地震災害管理のためには、省庁間および政府・民間組織の間の連携が必要であるものの、ネパールでは、公共機関は他の機関とほとんど交流・連携せず、独自で職務を執る傾向が強い。現状において、組織間の連携を阻害する主な要因は以下のとおりである。

- a) 適切な法的枠組みの欠如、これによる不明確な責任の所在
- b) 不適切な予算措置による、各組織の適切なインセンティブの欠如
- c) 公共機関に対する監査、説明責任の欠如

ネパールにおける地震災害管理の最大の問題は、資金や資源の不足ではなく、政府やコミュニティに防災施策を持続する体制がないことである。しかしながら、地方自治法にもとづく地方分権やコミュニティでの危機管理活動など、この問題点を打破する動きが現れている。

災害管理能力の向上のために、以下の表 10.1.2 に示すような 16 の課題が挙げられる。

表 10.1.2 防災施策を持続的に発展させる枠組みのための課題リスト

| 番号                       | 課題                 | 参考<br>in Main Report | 担当機関                       |       |          |
|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|-------|----------|
|                          |                    |                      | 政府                         | 地方自治体 | 民間部門     |
| <b>災害管理の持続的発展のための枠組み</b> |                    |                      |                            |       |          |
| SM-1                     | 法制度の確立             | II-3.1.5             | PM Office, MOHA            |       |          |
| SM-2                     | 防災会議の設立            |                      |                            |       |          |
| SM-2.1                   | 国家防災会議             | II-3.1.5             | PM Office, NPC, MOHA, MOLD |       |          |
| SM-2.2                   | カトマンズ盆地防災会議        | II-3.1.5             | MPPW, MOHA, MOLD           | 自治体   |          |
| SM-2.3                   | 市/区の防災会議           | II-3.1.5             | MOLD                       | 自治体   |          |
| SM-3                     | 政府と民間の協力           | II-3.1.4             | MOHA                       |       |          |
| SM-4                     | 災害管理計画の整備          |                      |                            |       |          |
| SM-4.1                   | 国家計画               | II-3.2.1             | NPC, MOHA, MOLD            |       |          |
| SM-4.2                   | 政府計画               | II-3.2.1             | All Ministries             |       |          |
| SM-4.3                   | カトマンズ盆地の計画         | II-3.2.1             | MPPW, MOHA, MOLD           | 自治体   |          |
| SM-4.4                   | 市の地震防災計画           | II-3.2.1             | MOLD                       | 自治体   |          |
| SM-4.5                   | 郡の計画               | II-3.2.1             | MOHA                       | 郡     |          |
| SM-4.6                   | 民間の計画              | II-3.2.1             |                            |       | 病院、学校、企業 |
| SM-5                     | 国家5ヵ年計画における地震防災の強調 | II-3.2.2             | NPC, All Ministries        |       |          |
| SM-6                     | 自主防災救援体制の育成        |                      |                            |       |          |
| SM-6.1                   | 市民                 | II-3.3.1             | MOLD                       | 自治体   |          |
| SM-6.2                   | 学校                 | II-3.3.2             | MOSE                       | 自治体   |          |
| SM-6.3                   | 行政職員               | II-3.3.3             | MOLD                       | 自治体   |          |
| SM-6.4                   | 石工                 | II-3.3.4             | MPPW                       | 自治体   |          |

### 10.1.3 統治機能の確保

中～大規模な地震が発生すると、自然現象、社会条件と人間の行動とが、相互に影響して災害が拡大する。災害時に、政府が有効なリーダーシップを示さない場合や、対応・復旧活動の組織的な管理を怠った場合は、初期対応は混乱に陥り、救助・救援活動が滞るだけでなく、人々の不信感が募り、社会や経済が不安定となり、災害からの復興に欠かせない人々の協調性が失われる結果となる。

統治能力の向上のために、以下の表 10.1.3 に示すような 25 の課題が挙げられる。

表 10.1.3 統治機能の確保のための課題リスト

| 番号             | 課題                    | 参考<br>in Main Report | 担当機関                         |       |            |
|----------------|-----------------------|----------------------|------------------------------|-------|------------|
|                |                       |                      | 政府                           | 地方自治体 | 民間部門       |
| <b>統治機能の維持</b> |                       |                      |                              |       |            |
| MG-1           | リアルタイム地震情報システムの確立     |                      |                              |       |            |
| MG-1.1         | 地震情報システム              | II-4.2.1             | DMG, MOHA                    | 自治体   |            |
| MG-1.2         | 地震分布情報システム            | II-4.2.2             | DMG, MOHA                    | 自治体   |            |
| MG-1.3         | 地震情報伝達システム            | II-4.2.3             | DMG, MOHA                    | 自治体   |            |
| MG-2           | 災害情報システムの評価           |                      |                              |       |            |
| MG-2.1         | 伝達システムの確立             | II-4.3.1             | All Ministries               | 自治体   |            |
| MG-2.2         | 勤務体制の改善               | II-4.3.1             | All Ministries               | 自治体   |            |
| MG-2.3         | 航空写真撮影の準備             | II-4.3.1             | Survey Department            |       |            |
| MG-3           | マスメディアの強化             |                      |                              |       |            |
| MG-3.1         | マスメディア強化のためのセミナーと訓練   | II-4.3.2             | MOCCom., NepalTV, RadioNepal |       | FMラジオ局、新聞社 |
| MG-3.2         | 放送法の改訂                | II-4.3.2             | MOCCom.                      |       |            |
| MG-3.3         | 報道の自由確保               | II-4.3.3             | MOHA, MOCCom.                |       | FMラジオ局、新聞社 |
| MG-4           | 緊急連絡体制の確立             |                      |                              |       |            |
| MG-4.1         | ラジオ放送の弱点の抽出           | II-4.4.1             | MOCCom., NTC                 |       |            |
| MG-4.2         | 携帯型デジタル多チャンネルアクセスシステム | II-4.4.2             | All Ministries               | 自治体   |            |
| MG-4.3         | 双方向通信システム             | II-4.4.2             | MOHA                         |       |            |
| MG-4.4         | 携帯式通信器                | II-4.4.2             | All Ministries               | 自治体   |            |
| MG-4.5         | アマチュア無線団体の設立          | II-4.4.3             | MOCCom., NTC                 |       | アマチュア無線団体  |
| MG-5           | 危機対応のための準備            |                      |                              |       |            |
| MG-5.1         | 危機管理体制                | II-4.5.1             | PM Office                    |       |            |
| MG-5.2         | 国家災害対策本部              | II-4.5.2             | PM Office, All Ministries    |       |            |
| MG-5.3         | 市/区の災害対策本部            | II-4.5.2             | MOLD                         | 自治体   |            |
| MG-5.4         | 緊急対応計画とマニュアルの作成       | II-4.5.3, 4.7        | MOHA, MOLD, All              | 自治体   |            |
| MG-5.5         | 災害対策本部の設備             | II-4.5.3             | All Ministries               | 自治体   |            |
| MG-6           | 公共部門の訓練等              |                      |                              |       |            |
| MG-6.1         | 公共部門の訓練               | II-4.6.1, 4.6.2      | All Ministries               | 自治体   |            |
| MG-6.2         | 指揮命令系統の確立             | II-4.6.3             | All Ministries               | 自治体   |            |
| MG-6.3         | 重要書類の保全               | II-4.6.4             | All Ministries               | 自治体   |            |
| MG-7           | 復興の準備                 |                      |                              |       |            |
| MG-7.1         | 能力開発                  | II-4.8.1             | All Ministries               | 自治体   |            |
| MG-7.2         | 既計画および実施事業の再評価        | II-4.8.2             | MPPW                         |       |            |
| MG-7.3         | 事前の準備                 | II-4.8.3             | All Ministries               | 自治体   |            |

#### 10.1.4 人命と財産の保護

地震による被災者に対する捜索や救助、医療サービス、葬儀、飲料水や食料の供給、公衆衛生、保安、消火活動、ボランティアの管理、建造物の安全点検、瓦礫の撤去、避難および仮設住宅の提供などの活動を行うことは非常に困難であると予想されるものの、人命と財産の保護は最も重要である。災害時に、人々や組織の対応的確さは、何をすべきかを知っているか、適切な行動をとるための準備ができているか、または、身内の安全が確認されているかなどの要因により、異なる。

被災地での活動を支援するために、物資の補給が重要な課題となる。被災地の捜索、救援活動を支えるため、また、社会経済活動を持続するために、交通システムは、地震災害の発生直後から機能し続けねばならない。また、被災地への電力や水の供給を迅速に回復することも重要である。上記課題および社会基盤の現状を、根本的な問題点を把握しつつ、検討した。

人命と財産の保護のため、また、震災直後からの被災地での活動を支えるために必要な能力の向上のために、以下の表 10.1.4 に示すような 19 の課題が挙げられる。

表 10.1.4 人命と財産の保護のための課題リスト

| 番号              | 課題            | 参考        | 担当機関           |       |           |
|-----------------|---------------|-----------|----------------|-------|-----------|
|                 |               |           | 政府             | 地方自治体 | 民間部門      |
| <b>人命と財産の保護</b> |               |           |                |       |           |
| PL-1            | 捜索と救援         |           |                |       |           |
| PL-1.1          | 捜索救援活動の改善計画   | II-5.2    | MOHA, MOHealth | 自治体   | 赤十字社, WHO |
| PL-1.2          | 国際救援の受け入れ計画   | II-5.3    | MOHA, MOHealth |       | 赤十字社, WHO |
| PL-1.3          | 緊急医療の改善       | II-5.4    | MOHealth       |       | 赤十字社, WHO |
| PL-1.4          | 食料と飲料水        | II-5.5.8  | MOHealth       |       |           |
| PL-2            | 避難            |           |                |       |           |
| PL-2.1          | 避難、移転計画       | II-5.6.4  | KVTDC          | 自治体   |           |
| PL-3            | 医療問題          |           |                |       |           |
| PL-3.1          | 公衆衛生          | II-5.7    | MOH            |       | 病院, 赤十字社  |
| PL-3.2          | 遺体処理          | II-5.8    | MOH            | 自治体   |           |
| PL-4            | その他           |           |                |       |           |
| PL-4.1          | 治安            | II-5.9.1  | MOHA, RNA      |       |           |
| PL-4.2          | 消防            | II-5.9.2  | MOHA           |       |           |
| PL-4.3          | ボランティアの管理     | II-5.9.3  | MOHA           | 自治体   |           |
| PL-4.4          | 安全点検          | II-5.9.4  | MPPW           | 自治体   | ネパール技術協会  |
| PL-4.5          | 瓦礫の除去         | II-5.9.5  | MPPW           | 自治体   | ネパール技術協会  |
| PL-5            | 交通システム(道路、橋梁) |           |                |       |           |
| PL-5.1          | データベース        | II-5.10.6 | MPPW           |       |           |
| PL-5.2          | 仮設橋           | II-5.10.6 | MPPW, RNA      |       |           |
| PL-6            | 電力供給          |           |                |       |           |
| PL-6.1          | データベース        | II-5.11.5 | NEA            |       |           |
| PL-6.2          | 太陽光発電         | II-5.11.5 | NEA            |       |           |
| PL-6.3          | 風力発電          | II-5.11.5 | NEA            |       |           |
| PL-6.4          | ディーゼル発電機      | II-5.11.5 | NEA            |       |           |
| PL-7            | 救援活動拠点        | II-5.12   | MOHA           |       |           |

#### 10.1.5 社会経済システムの強化

地震防災は社会の基盤、体力を強化することと不可分であり、持続的発展の結果として地震防災が実現されるという面がある。したがって、持続的発展は地震防災のキーワードである。すなわち、都市社会はその社会的経済的な基盤の上に成り立っており、社会基盤の脆弱性は災害に対する脆弱性とも言える。社会経済システムの強化のために、以下の表 10.1.5 に示すような 18 の課題が挙げられる。

表 10.1.5 社会経済システム強化のための課題リスト

| 番号                 | 課題                | 参 考<br>in Main<br>Report | 担当機関         |       |             |
|--------------------|-------------------|--------------------------|--------------|-------|-------------|
|                    |                   |                          | 政府           | 地方自治体 | 民間部門        |
| <b>社会経済システムの強化</b> |                   |                          |              |       |             |
| SE-1               | 都市計画              |                          |              |       |             |
| SE-1.1             | 防災のための都市空間配置計画    | II-6.1.2                 | KVTDC, MPPW  | 自治体   |             |
| SE-1.2             | 防災重点開発地区の計画       | II-6.1.3                 | KVTDC, MPPW  | 自治体   |             |
| SE-1.3             | 防災用バイパスの計画        | II-6.1.3                 | KVTDC, MPPW  | 自治体   |             |
| SE-1.4             | 災害対策のための都市区画区分    | II-6.1.5                 | KVTDC        | 自治体   |             |
| SE-2               | 輸送設備              |                          |              |       |             |
| SE-2.1             | 盆地外へのアクセス改善のための道路 | II-6.2.5                 | MPPW         |       |             |
| SE-2.2             | 盆地内の移動改善のための道路    | II-6.2.5                 | MPPW         |       |             |
| SE-2.3             | 橋梁の改善             | II-6.2.5                 | MPPW         |       |             |
| SE-3               | 建築物               |                          |              |       |             |
| SE-3.1             | 建物建築の改善           | II-6.3.7                 | MPPW         | 自治体   | 石工          |
| SE-3.2             | 建設基準              | II-6.3.7                 | MPPW         |       | ネパール技術協会    |
| SE-3.3             | 訓練                | II-6.3.8                 | MPPW         | 自治体   | ネパール技術協会、石工 |
| SE-3.4             | 重要建築物の耐震性診断       | II-6.3.8                 | MPPW         |       | ネパール技術協会    |
| SE-4               | 電力                |                          |              |       |             |
| SE-4.1             | 送配電網の改善           | II-6.4.3                 | NEA          |       |             |
| SE-5               | 上下水道施設の改善         |                          |              |       |             |
| SE-5.1             | データベースシステム        | II-6.5.3                 | NWSC         |       |             |
| SE-5.2             | 給水車による配水          | II-6.5.3                 | NWSC         |       |             |
| SE-5.3             | 既存井戸と湧水の保全        | II-6.5.3                 | NWSC         | 自治体   |             |
| SE-5.4             | 耐震設計マニュアルの実践      | II-6.5.3                 | NWSC         |       |             |
| SE-6               | 通信設備              | II-6.6.3                 | MOCCom., NTC |       |             |
| SE-7               | 社会経済への影響          | II-6.7.1                 | MOCCommerce  |       |             |

## 10.2 積算

法制度や組織に関わるようなソフトに係わる課題の積算は、その課題の実施の支援に必要であると想定される専門家の投入量にもとづいて行った。インフラの建設などのハードに係わる課題の積算は、対象となるインフラ等の整備が地震防災の観点から見て、有効であると判断された場合に、概算事業費を計上した。

各課題の事業費は、巻末の表 10.2.1 から表 10.2.2 にそれぞれ示しており、合計事業費を表 10.2.3 に示す。

表 10.2.3 事業費一覧

| 項 目                | 総事業費（百万円） |
|--------------------|-----------|
| 地震災害予測             | 3,250     |
| 防災施策の持続的な発展のための枠組み | 947       |
| 統治機能の確保            | 3,835     |
| 人命と財産の保護           | 4,959     |
| 社会経済システムの強化        | 9,630     |
| 総 計                | 41,974    |

## 10.3 課題の評価および事業実施計画

上記のリストに掲げた課題は、その数が膨大であるため、同時に実行し、限られた期間内にすべてを達成することは困難である。その達成には、多大な資源・財源が必要であり、場合によっては、関連機関や人々の合意も必要となる。すべての課題の達成には、50年かそれ以上を要するであろう。

上記の数多くの課題の中から、まず実行すべきいくつかの課題を選定する必要がある。これらの事業の実施により、目に見える効果が現れ、それによって、地震防災の最終

目標に近づくためのさらなる努力が促進されることが期待される。

課題の選定のために、次の要因に関して、評価を行った。

a) 実施期間

それぞれの課題によって実施に必要な期間が異なる。各課題を必要な実施期間によって、各課題を、A：短期（1年から5年）、B：中期（5年から10年）、もしくは、C：長期（10年以上）の3ランクに区分した。

b) 優先度

以下に述べる点を考慮して、各課題を、A：優先度高、B：優先度中、もしくは、C：優先度低の3ランクに区分した。

- 3つの最終目標のうち、一つもしくはそれ以上への貢献度
- 問題の重大さ、および解決時の効果
- 投資の価値、影響度
- 持続性、他の課題の実施に与える影響

c) 実現性

課題を実施する際の、以下の点を考慮して、各課題の実現性を、A：実現性高、B：実現性中、もしくは、C：実現性低の3ランクに区分した。

- 実施可能性（技術的、財政的、政治的）
- 受け入れ可能性（関連する機関や中心となる人々からの支援の見込み）

各課題の総合評価は、次のような得点制によって行った。

各要素のランクに対する点数

| ランク | 得点 |
|-----|----|
| A   | 3  |
| B   | 2  |
| C   | 1  |

合計点による総合評価

| 合計点 | 総合評価 |
|-----|------|
| 9   | 高    |
| 6~8 | 中    |
| 3~5 | 低    |

上記のランク付け、および総合評価は、あくまで調査団の判断にもとづいて行ったものであり、ネパールの各機関、各グループ、個々人は、それぞれの置かれた状況などによって、異なった見解を持つであろう。したがって、それぞれが自らの立場でランクを付け、評価を行い、それぞれの実施計画を立てることが推奨される。さらに、そ

それぞれの立場の機関、グループ、個人は、お互いの実施計画に関して、協議を行い、他の機関の計画を考慮しつつ、地震に対して安全なカトマンズ、もしくはネパールを創っていくために行動を起こすことが強く求められる。

地震災害を完全に防ぐことは不可能であり、また、考えられる課題のすべてを完全に実施することも極めて困難である。したがって、事業実施計画は、前述の“実施期間”、“優先度”および“実現性”にもとづいて、それぞれの課題の防災をレベルを上げるために集中して課題に取り組む時期の目安を、巻末の表 10.3.1 と表 10.3.2 に示した。

#### 10.4 優先事業の提案

多くの課題の内、重要度の高い課題をいくつか含む 4 つの優先事業を提案する。

##### (1) 地震情報の早期取得伝達システムの構築

以下の課題を含む。

- 地震情報システム (MG-1.1)
- 震度分布情報システム (MG-1.2)
- 地震情報伝達システム (MG-1.3)
- メディアの機能強化のためのセミナーと訓練 (MG-3.1)
- 報道自由の確保 (MG-3.3)
- 初期対応のための危機管理計画とマニュアルの整備 (MG-5.4)
- 国家 5 カ年計画における地震防災の強調 (SM-5)
- 強震観測ネットワークの整備 (ED-6.2)

期間：2 年

事業費：601 百万円

##### (2) カトマンズ市の防災体制の確立

以下の課題を含む。

- 市 / 区の防災会議の設立 (SM-2.3)
- 市の地震防災計画の策定 (SM-4.4)
- 市の緊急対応施設の計画および建設 (MG-5.3)
- 市の緊急対応計画およびマニュアルの整備 (MG-5.4)
- 市民、学校、市職員の自主防災救援体制育成 (SM-6.1, 6.2, 6.3)
- 防災都市空間配置計画 (SE-1.1)

期間：2 年

事業費：1,512 百万円



### (3) 建築物の耐震性改善

以下の課題を含む。

- 建設、計画における改善策の策定 (SE-3.1)
- 建設基準の作成と運用促進 (SE-3.2)
- 建設の技術、概念、改善に関する教育 (SE-3.3, SM-6.4)
- 重要建築物の点検と改善のための設計 (SE-3.4)

期間：2年

事業費：730百万円

### (4) 地震防災のための包括的なデータベースの構築

以下の課題を含む。

- 交通輸送施設のデータベース作成 (PL-5.1)
- 電力施設のデータベース作成 (PL-6.1)
- 上下水道施設のデータベース作成 (SE-5.1)
- 地図基準の整備 (ED-2.1)
- 建物インベントリー、センサスの実施 (ED-4.1)
- ライフライン施設の GIS データベースの作成 (ED-4.2)
- 橋梁台帳の作成 (ED-4.3)
- 歴史地震記録の収集、整理、解析 (ED-6.1)

期間：2年

事業費：1,550百万円

## 11. 参考文献

### 第 1 章

Bilham, V. K. Gaur and P. Molnar (2001): Himalayan Seismic Hazard, Science, Vol. 293.

National Society for Earthquake Technology-Nepal(NSET-Nepal) and GeoHazards International (GHI) (1999): Earthquake Scenario, Product of the Kathmandu Valley Earthquake Risk Management Project.

Disaster Health Working Group Secretariat (2001): Emergency Preparedness & Disaster Response Plan for the Health Sector in Nepal, Part 1: Hazard Analysis and Response Guideline & Summary, Second Draft, Kathmandu, Nepal.

UNDP, UN Disaster Management Secretariat, (1997): Comprehensive Database (Basic Information) on Natural Disaster Management Capabilities in Nepal, Kathmandu, Nepal, Geological Society.

### 第 3 章

R. Bilham, V. K. Gaur and P. Molnar (2001): Himalayan Seismic Hazard, Science, Vol. 293.

Task Force for Revision of the Preliminary Draft of National Action Plan on Disaster Management (1995): Draft of National Action Plan on Disaster Management.

HMG(1994): National Action Plan on Disaster Management and presenting the Plan at the IDNDR World Conference in Yokohama,

Chhetri, M B. Poudyal(2000): Disaster Management policies, Operational aspects, Problems and measures.

International Institute for Strategic Studies (2000): Military Balance/ 1999-2000".

Chhetri, M B. Poudyal(1998): Disaster Management Policies, Problems and Measures: The case of Nepal, Kathmandu.

HMG(1995): The Country Report of Nepal on Disaster Reduction

Nepal Police (1997): Major Disaster Management Operational Procedures, ,

Nicholas Russell, Madhu Rarman Acharya, and Shree Ram Pant: Nepal Country Study.

Nepal's National Committee for the International Decade of Natural Disaster Reduction (IDNDR) (1996), National Action Plan on Disaster Management in

Nepal.

NSET-Nepal and GHI-USA(1999): The Kathmandu Valley Earthquake Risk Management Action Plan, A Product of the Kathmandu Valley Earthquake Risk Management Project.

KMC/W.B (2000): City Development Strategy, 2001.

KVTDC(2000); Development Plan 2020.

BISTA, D. B. (1994): Fatalism and Development, Orient Longman Ltd.

Guthi Corporation (1999): Guthi Corporation Inventory.

#### **第 4 章**

UNDP (1996): Disaster Relief Implementation Manual, Logistics Support.

#### **第 5 章**

ADB(1999): Urban Water Supply Reforms in the Kathmandu Valley, Groundwater Monitoring Program, Interim Report, ADB TA Number 2998-NEP.

JICA(1990): Groundwater Management Project in the Kathmandu Valley, Final Report, Main Report.

#### **第 6 章**

Mary B. Anderson (1990): Analyzing the Costs and Benefits of Natural Disaster Responses in the Context of Development, The World Bank Environment Department/ Environment Working Paper No.29.

KMC/W.B(2000): City Development Strategy, 2001.

KVTDC(2000): Development Plan 2020.

JICA(2001): The Feasibility Study on the Construction of Kathmandu-Naubise Alternate Road in the Kingdom of Nepal.

JICA(1993): The Study on Kathmandu Valley Urban Road Development.

JICA(1993): The Study on Kathmandu Valley Urban Road Development.

PIP(1997): Priority Investment Plan.

JICA(2001): The Feasibility Study on the Construction of Kathmandu-Naubise Alternate Road in the Kingdom of Nepal.

Binnie & Partners(1988): Pre Feasibility Study on Melamchi Project.

SMEC(1992): Feasibility Study on Melamchi Project.

BPC(1996): Bankable Feasibility Study on Melamchi Project.

## 第 7 章

Ambraseys, N. and R. Bilham (2000): A note on the Kangra Ms=7.8 earthquake of 4 April 1905, *Current Science*, 79.

Auden, J. B. (1939): The Bihar-Nepal earthquake of 1934, Section D – NEPAL, *Geol. Surv. India Mem* 73.

Bilham, R. (1995): Location and magnitude of the 1833 Nepal earthquake and its relation to the rupture zones of contiguous great Himalayan earthquakes, *Current Science*, 69.

Bilham, R., P. Bodin, and M. Jackson (1995): Entertaining a great earthquake in western Nepal: Historic inactivity and geodetic test for the development of strain, *J. Nepal Geol. Soc.*, 11, Special Issue.

DMG (1998): Engineering and environmental geology map of the Kathmandu Valley.

Pandey, M. R. and P. Molnar (1988): The distribution of intensity of the Bihar-Nepal earthquake 15 January 1934 and bounds on the extent of the rupture zone, *J. Nepal Geol. Soc.*, 5.

Pandey M. R., R. P. Tandukar, J. P. Avouac, J. Vergne and Th. Heritier (1999): Seismotectonics of the Nepal Himalaya from a local seismic network, *J. Asian Earth Sci.*, 17.

Rana, Maj. Gen. Braham Sunsher J. B. (1935): The great earthquake of Nepal (in Nepalese).

UNDP/UNCHS (1994): Seismic Hazard Mapping and Risk Assessment.

Utsu, T. (1990): Table of world hazardous earthquakes.

Yagi K., H. Maemo, K. Saijo, Y. Ootsuki and Y. Nakata (2000): The activity of active faults in Lesser Himalaya Kathmandu Valley and surrounding area, *Chikyu Monthly*, Special Issue 31 (in Japanese).

JICA (1980): Natural Gas Resources in Kathmandu Valley.

JICA (1980): Basic Design Study Report on The Project for Reconstruction of Bridges in Kathmandu, The Kingdom of Nepal.

JICA (1990): Groundwater Management Project in the Kathmandu Valley.

JICA (1994): The Project for the Construction of New Bagmati Bridge at Thapathali.

Department of Mines and Geology (1998): Engineering and Environmental

Geological Map of Kathmandu Valley.

Boore D., W. Joyner and T. E. Fumal (1997): Equation for estimating horizontal response spectra and peak acceleration from western north American earthquakes: A summary of recent work, *Seism. Res. Lett.* 68.

Fujiwara T., T. Sato, T. Kubo and H. Murakami (1990): Main causes of building damage done by the 1988 Nepal-India earthquake, *Proceedings of 9th Symposium on Earthquake Engineering.*

Imazu M. and K. Fukutake (1986): Dynamic shear modulus and damping of gravel materials, *Proceedings of the 21th Japan National Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering.* (in Japanese)

Iwasaki T., F. Tatsuoka and Y. Takagi (1977): About the shear deformation coefficient of sand and strain dependency of dumping, *Proceedings of the 12th Japan National Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering* (in Japanese).

Jain S., A. D. Roshan, J. N. Arlekar and P. C. Basu (2000): Empirical attenuation relationships for the Himalayan earthquakes based on India strong motion data, *Proceedings of 6th International Conference on Seismic Zonation.*

Trifunac M. D. and A. G. Brady (1975): On the Correlation of seismic intensity scales with the peaks of recorded strong ground motion, *B.S.S.A.*, 65, 1975.

ISSMFE (1993): Manual for zonation on seismic geotechnical hazards, Technical committee for earthquake geotechnical engineering, TC4, International society of soil mechanics and foundation engineering.

Iwasaki, T., K. Tokida, F. Tatsuoka, S. Watanabe, S. Yasuda and H. Sato (1982): Microzonation for soil liquefaction potential using simplified methods, *Proc., 3rd Int. Conf. on Microzonation.*

*Japanese Design Specification of Highway Bridge* (1996).

JICA (1990): Groundwater management project in the Kathmandu Valley.

Cochran, W.G., (1997): *Sampling techniques*, Wiley series in probability and mathematical statistic, New York, Second edition, ISBN:047116240X.

Rao, S.P.S., Sedransk, J., W.G. Cochran's (1984): *Impact on Statistics*, Wiley series in probability and mathematical statistics. *Probability and mathematical statistics*, pp. 321-330, ISBN:0471099120.

*The Development of Alternative Building Materials and Technologies for Nepal* (1994): His Majesty's Government of Nepal Ministry of Housing and Physical

Planning, UNDP/UNCHS (Habitat) Subproject NEP/88/054/21.03, Appendix C - Seismic Vulnerability Analyses, BECA, TAEC, SILT, URR.

Arya, A. (2000): Non-Engineered Construction in Developing countries - An Approach toward earthquake Risk Prediction, Proceedings of the 12WCEE2000, No. 2824, pp.1-22, 2000.

Murakami, H., O., Fujiwara, T., Sato, T., Kubo, T. (1990): Pattern of Casualty Occurrence Due to the 1988 Earthquake in the Nepal-India Border Region, 9SEE-90, Roorkee, Vol.1, pp3-25 – 32.

Dikshit, A.M. (1991): Geological Effects and Intensity Distribution of the Udayapur (Nepal) earthquake of August 20, 1988, Journal of NGS(Nepal Geological Society) ,Vol. 7, pp.1-17, DMG, Kathmandu, Special Issue.

Trifunac, M. D. and A.G.Brady (1975): On the Correlation of seismic intensity scales with the peaks of recorded strong ground motion, Bull. Seism. Soc. Am., Vol.65, No.1, 139.

Coburn, A.W. and R.J.S. Spence (1992): Earthquake Protection, John Wiley.

Niranjan Thapa (1988): The Earthquake of August 1988 AD (in Nepalese).

Pandey, M. R. and P. Molnar (1988): The distribution of intensity of the Bihar-Nepal earthquake 15 January 1934 and bounds on the extent of the rupture zone, J. Nepal Geol. Soc., 5.

Disaster Prevention Council of the Tokyo Metropolitan Area (1978): Report on the Earthquake Damage Estimation of Central Area in Tokyo.

Applied Technical Council (ATC) (1985): Earthquake Evaluation Data for California (ATC-13).

Dikshit, A. M. (1991): Geological effects and intensity distribution of the Udayapur (Nepal) earthquake of August 20, 1988, Journal of N. G. S., 7.

Kubo, K. and T. Katayama (1975): Chap.7 Damage Estimation of Underground Water Supply Pipeline, Investigation Study Report on the Earthquake Disaster Prevention of Kawasaki City (in Japanese).

Kubo, K. and T. Katayama (1981): Chap.2 Study on the Supply Reliability of the Water Supply Network in Kawasaki City during Earthquake, Investigation Report on the Earthquake Disaster Prevention of Kawasaki City (in Japanese).

Saitama Prefecture (1998): Report on Sesimic Microzoning Study in Saitama Prefecture (in Japanese).

Kanagawa Prefecture (1986): Investigation Study Report on Earthquake Damage

Estimation, Fire Outbreak and Hazardous Materials (in Japanese).

## **環境法リスト**

### **1. Environmental Protection**

- Environmental Protection Act (EPA), 1996
- Environmental Protection Regulations, 1998

### **2. Legislation on Urban Growth and Development**

- Town Development Act, 1988
- Kathmandu Valley Development Authority Act, 1988
- Municipality Act, 1991
- District Development Committee Act, 1991
- Village Development Act, 1991
- Motor Vehicle and Transportation Management Act, 1993
- Public Roads Act, 1974
- Solid Waste Management and Resource Mobilization Act, 1987
- Industrial Enterprise Act, 1992
- Labour Act, 1992
- Local Self Government Act, 1999

### **3. Legislation on Cultural heritage Conservation**

- Ancient Monument Protection Act, 1956
- Pashupati Area Development Trust Act, 1987
- Trusteeship (Guthi) corporation Act, 1976

### **4. Legislation on Natural Resources Use and Conservation**

- Private Forest (Nationalization) Act, 1956
- Forest Act, 1961
- Forest Protection (Special Arrangement) Act, 1967
- Forest Act, 1993
- National Parks and Wildlife Preservation Act, 1972
- Soil and Watershed Conservation Act, 1982
- Water Resource Act, 1992
- Aquatic Animal Protection Act, 1961
- King Mahendra Trust for Nature Conservation Act, 1982
- Nepal Drinking Water Supply Corporation Act, 1989
- Nepal Mines Act, 1966
- Mines and Mineral Act, 1985

- National Petroleum Act, 1983

### **5. Legislation on Public Health**

- Food Act, 1966
- Pesticide Control Act, 1991
- Breast Milk Substitute (Sales and Distribution Control) Act, 1992

### **6. Legislation on Land Use**

- Land Act, 1964
- Land (Survey and Measurement) Act, 1961
- Land Revenue Act, 1977
- Land Acquisition Act, 1977
- Local Administration Act, 1971

### **7. Tax Laws**

- Periodic Tax collection Act, 1955
- Road Tax Act, 1961
- Motor Vehicles Tax Act, 1974
- Water Tax Act, 1966
- Household Tax Act, 1962
- Property Tax Act, 1990



## 調査を終えるにあたって

調査の成果は、本来、調査報告書に記載されるべきものであろう。しかし、現実には英文の報告書に載せるには不都合な内容もある。また、カウンターパートにではなく JICA に報告すべき事も存在する。そこで、「和文要約」の場を借りてこの要点を記載することとする。

### 1. ネパール国の欠陥を暴く危うさ

地震防災に限らずあらゆる課題は、その社会の持つ積極的側面を評価し、これを強化・増進することで実施することが効果的である。それと同時に、地震防災案件では、構造物のみならず、社会・経済体制の欠陥を明らかにすることも必要である。なぜならば、地震は、普段は見過ごされがちな、その国の持つ社会経済体制の欠陥を白日の下にさらし、これらを通して災害を大きくし、復興を遅らせるからである。したがって、これらの欠陥を明示した上で、我が国を始めとする防災先進国の経験に照らして、改善策を提言する必要がある。しかし、「外国人に、多くの、しかもかなり本質的な欠陥を指摘されるのは不快」という、わかってはいても釈然としない感情は十分に理解できる。したがって調査団は報告書に記載する前に関係者との十分な討議を心がけ、「前進のための指摘」であることを理解してもらおうよう努めた。なお、大地震という非常時に顕現化する欠陥・弱点、それに対する建言として記載したためか、思いの外、反発は少なかった。また外圧によって改善したいとする心情も観察できた。

### 2. カウンターパートの問題

本調査のカウンターパートは内務省である。内務省は日本で言えば警察庁ないし国家公安委員会であり、災害直後の治安維持、民心安定には関与するが、事前防災や復興の当事者ではない。内務省が地震防災の総合調整・監理官庁たり得ないことは最早、UNDP、USAID 等の国際機関、NGO のコンセンサスでもあった。したがってカウンターパートというよりは一つの窓口といったほうがふさわしい。

災害発生にいち早く対応でき、またきめ細かな住民救援を実施できるのは近隣コミュニティーであり自治体である。もちろん中央官庁は資金や人材を擁しているから、これらを強気に支えなければならないが、第1の当事者はあくまでコミュニティーや自治体である。しかしカウンターパートは内務省という中央省庁であり、また数多いコミュニティーや自治体に一々対応するのは困難であるから、本調査団は当初、中央省庁の行政指導に期待するところが大きかった。

しかし本件に係わる事前調査団が S/W を交わして以降、2つの大きな状況変化があった。一つはマオイスト問題の深刻化であり、他方は皇太子による国王等虐殺とそれに伴うネパール人、特に官僚の自信喪失、模様見姿勢の蔓延である。この結果、中央省庁、特に内務省を含む政策官庁の機能低下が見られる。一方で最近の地方分権法成立以来、自治体は独自の徴税権をはじめとする権限を手に入れ、勢いがついている。また所帯が小さく、欠陥

もあるとはいえ幹部はポリティカル・アポインティーであり、能動的姿勢が印象的である。これらの事情により、本案件はカウンターパートが内務省であるにも係わらず、国レベルでは地震防災を内務省の専権事項とすべきでないとし、また国よりも自治体の早期行動を促している。なお内務省は、他の省等の協力が得られないことに悩んでおり、むしろ本調査が他の省等の責任に言及していることを歓迎するむきもある。

### 3．地震防災施策をめぐる2つの流れと本調査団の提案

カトマンズ盆地において大きな地震災害はいつしか必ず発生する。しかもある程度の切迫性を有していることも明らかである。しかし、それが明日か50年先か、具体的なことになると誰にもわからない。したがって、先進諸国はいざしらず、開発途上国、しかも最貧国に属するネパールにおいて、地震防災だけを目的とする大々的な投資は実際には困難と言わねばならない。一方で、一旦大地震が発生すれば、最大規模の死傷者を出し、これまでの社会的、経済的蓄積の多くを失うことは勿論、ネパールの中枢破壊による、ネパール全土におよぶ社会経済混乱の惹起も明らかである。

「地震防災対策に多大の投資を行うことは出来ないが、持続的発展を著しく阻害する地震災害に備えることも必要」、これが地震対策の悩ましいところである。

地震防災は、災害を起こさせないという「防災」と、災害が発生した場合に被害の拡がりを最小限に抑えるための「減災」の双方の観点が必要である。しかし、これらを等分に行うことは難しく、比重をどう置くかで地震防災施策に2つの流れがある。日本は都市への高度の集積が進んでいるから「防災」に力点を置き、施設の耐震化・防火に他国の真似できない多大の資金を投入している。一方、アメリカを始めとする多くの先進諸国は、「投資対便益比」を重視し、災害の発生をある程度避けられないと見なした上で、「危機管理・補償体制の整備」に相対的重点がある。

ネパールにおいては当然、日本の流儀をそのまま適用できない。政府が地震に強い都市作りに高いプライオリティーを与えたとしても、その進捗には50年、100年の時間が必要であり、大地震の発生に間に合わない可能性が高い。長期課題として地震に強い都市作りを目指すのは当然であるが、現在の都市の現状を与件とし、災害の拡がりを最小限に抑え、災害への対処がかえって国民の連帯感を高め、復興に手を携えて取り組む状況を担保することが肝要である。したがって、本調査では長期課題としての地震に強い都市作りとともに、危機管理体制に係わる調査・提言に力を入れた。下記は緊急に取り組むべきとして提言した4つの課題であるが(1)、(2)は危機管理に関するものである。一方、長期の課題についても一歩一歩進めていかねばならない。最貧国であるからといってこれを放棄することは許されない。我が日本も、貧しい時代から地震防災の努力を嘗々と継続してきたのである。このため、ネパールによる主体的施策のきっかけを与えるものとして、(3)、(4)を提言した。(1)~(4)のいずれもパッケージとして提案しており、柔軟に分解、縮小することも可能である。また要素の組み合わせ方で技術協力、プロジェクト方式技術協力、無償・有償協力のいずれも可能と思われる。

- (1) 地震情報の早期取得伝達システムの構築
- (2) カトマンズ市の防災体制の確立
- (3) 建築物の耐震性改善
- (4) 地震防災のための包括的なデータベースの構築

#### 4. 調査過程の成果

本件のような政策立案案件の場合、挙げるべき成果は、報告書作成のみならず、調査の過程においても関係機関、関係者を本来の目標に向かって動員することであろう。主要な成果は下記の通りと考えられる。

##### 1) 対：国家計画委員会(National Planning Commission)

ネパールの最上位の国家計画は、国家開発5ヶ年計画である。現行の第9次計画は水災害には触れてはいるものの扱いは極めて軽く、予算査定力になっているとは言い難い。本調査は幸いに次期第10次計画の準備期と一致し、国家計画委員会の大臣をはじめ担当者に地震防災の重要性を訴えてきた。その結果、従来、言及の無かった地震防災が、独立の節として取り上げられる可能性が高まってきた。この場合、本調査報告は、第10次計画本編のための裏資料になろう。

##### 2) 対：カトマンズ市

Inception Report において防災は住民と直接する自治体が主体となるべきこと、これを実現するための提言作成のため、自治体と協議・調整することを謳っており、内務省も合意しているところである。調査団は改めて内務省の合意を得た上で、カトマンズ市に対し地域防災計画作成の基盤整備の指導・働きかけを強力に行った。カトマンズ市長は調査団の働きかけに敏速に応じ、公聴会を開催し、また市防災会議設立のための準備に入った。また、ラリトプール市をはじめとする他市も、カトマンズ市に続いて地震防災に積極的に取り組む姿勢を見せている。ただし、暗中模索の状態であり、JICAの継続的な援助が必須である。

##### 3) 技術移転/啓発

本調査の過程で科学的地震災害予測のための資料収集、コミュニティー・建築物・通信体制等の実態調査や資料の分析をネパール側と協同して行った。これにより、IT等のテクノロジーの移転が図られた。建築の現場では建築局やNGOの技術者に施工法や設計のポイントを指導し、強いインパクトを与えた。都市計画等についても防災観点を組み込むアイデアを提供し、大きな影響を与えた。

関係省庁は、調査団の働きかけを通じて、地震防災への当事者意識が進んだものと信じる。地方開発庁を例にとれば、全く当事者意識がなかったのが、セミナーで基調報

告に応じるまでになった。また本案件は純粋な技術案件ではないことから、各省庁と調整を行ったが、同行した内務省カウンターパートはこれらを通じて日本の調整の進め方を知り、大いに参考となったはずである。

防災は市民一人一人の意識向上が重要である。このため、数多くの住民（コアメンバー）と会合を持ち、防災の進め方につき討論・協議を行った。この過程で調査団側、ネパール側参加者の双方が大いに収穫を得た。

セミナーは3期に分けて行い、国際機関を含む多くのセクターから多くの参加者を得た。特に最後のセミナーでは建築、自治体行政、メディアの各セミナーを対象とする3つのサブセミナーを合わせて行い、調査成果の周知に務めた。セミナーや住民会合では、防災に係わる図上演習（DIG）を繰り返し行ったが、この手法の評価が高く、カトマンズ市の防災担当者は市民に対し主体的に独自の啓発訓練を行うに至っている。メディアを通じて、市民啓発と本調査のプレゼンスの強調に努めたが、英字紙に限っても本調査が優に10回以上取り上げられた。ラジオ・テレビでの紹介も多かった。セミナー等の反応も加味すると、この1年の間に地震防災の意識は確実に高まったことは明らかである。しかし防災意識は努力によって維持されるものである。今後のネパール側の自助努力に期待するところ大であるが、国際援助団体の支援が必須と思われる。

## 5．技術協力スキームでの本調査の利点

最近、カトマンズ盆地地震防災に関する調査、提言がUNDPやNGO等よりなされているが、科学的地震災害予測に基づき、マルチセクトラルなアプローチで長期、短期の課題を明らかにし、またそのための道筋を示唆した点で本調査は質量共に他を圧倒したものと信ずる。それは下記によるところが大きい。

ネパール側要請に基づき実施した調査であったため、大胆にインサイダーとして官公庁中枢業務に切り込むことができた

JICAのこれまでの実績が認められており、官公庁中枢業務に立ち入ることが認められた。専門家派遣とは異なり、所属機関に属することなく独立性を保つことができた

官公庁の調整、説得には、一定数の団員がそれぞれ別の顔を見せながら、入れ替わり立ち替わり臨むことが効果的な場合が多い。本件のような技術協力スキームであったから可能となったのであり、専門家派遣スキームでは困難であったろう。

## 6．防災案件の意義

終わりに僭越ではあるが、本調査の過程で実感した、地震防災案件の、ネパール発展における地震防災を越えた意義を述べてみたい。

ネパール発展の最大の問題は、Resources(資金と人材)の不足といわれる。しかし実は、蓄積を着実にかつ効果的に大きくしていくという、持続的発展のメカニズムの不足、具体的にいえば、国民、特に公的部門が共通の目標を持って、互いに緊密に協力・連携・補完しあうという体制の不備こそが真の原因であると思われる。Resourcesの不足は日本とて同

様であったのである。

「共通の敵」の存在は時に社会を一体化させる。地震という自然現象も人間にとってはまさに共通の敵であって、カースト、民族、貧者と富者等でバラバラに分断されたネパール社会をまとめ得るものである。現在、各種の開発プロジェクトが国際援助を受けつつ進んでいるが、これらを縦系とするなら、地震防災は横系に例え得よう。このような横系の役割を果たしうるものは他に「環境」くらいであろうか。「持続的発展のメカニズム」に他国が係わりとうすれば、実際には利害の調整、説得等、下手をすれば内政干渉と受け取られかねない行為を伴わざるを得ない。しかし大地震という非平常時のための対策として、我が国の経験を示しながら提言していくことは、果たしてネパール側が採用するか否かは別として、本調査の経験から見て、建設的立場からの働きかけとして受け入れられやすいのである。

本調査に当たって国際援助機関の関心の大きいことが印象的であった。それはネパールにおいて各機関が防災に深く関わっている事による。防災はネパールの持続的発展の最大阻害要因であるという認識とともに、比較的少ない経費で動員できる NGO も対応可能な分野であり、防災教育等に限定すれば、必ずしも資金の永続的支出を義務づけられない、等の事情があると考えられる。各国際援助機関は本調査に対し、警戒感とないまぜになった期待感を持っていたように思われる。その原因の一つは、日本こそは地震防災先進国であるという認識である。もう一つは、地震防災という国家課題に、NGO への資金援助を中心とする協力では限界があるという認識のもと、JICA のような強力な援助機関が地震防災施策のレベルを次の段階まで進めて欲しいという期待があったものと思われる。

勿論、国際援助機関は防災以外の社会開発プロジェクトも実施、計画している。先にも述べたように、ネパールにおいては独立の地震防災対策に、多大の投資を行うことは困難であるが、一般の社会開発プロジェクトの推進にあたって、先進諸国においてと同様、防災（カトマンズ盆地では地震災害が中心）にも十分に配慮しなければならないことは明らかである。本報告書はこの面でも各援助機関にも活用されることを期待したい。