

# 「都市防災学の体系化—試論」

慶應義塾大学総合政策学部

教授 梶 秀樹

## 1. 都市防災学の定義

都市防災学とは、「都市災害」を防ぐための方策に関する学問体系。

都市災害とは、かつては自然災害と区別するものとして、都市大火や危険物の爆発など、人工的な誘因により都市内で起こる大災害の総称とされていた。しかし近年は、その誘因が人工的か自然力によるかを問わず、結果としての被害の形態が、都市という居住形態の特殊性のゆえに、通常の災害被害とは全く異なった様相を呈するとき、これを都市災害と呼ぶようになった。

都市という居住形態の本質は、そのままでは人間の居住に適さない自然空間を、科学技術によって改変し、居住可能な空間としていることにある。当然、改変の及びうる範囲にのみ居住することとなり、高密度集合体となって、それも都市居住を特徴づける。

「都市災害」とは、こうした都市居住の本質に根ざし、『居住空間を支えていた技術なりその集積としての人工的構築物なりが、何らかの原因により破壊されたとき、居住空間としての機能が失われることによって被害として顕在化する場合、ならびに、その高密度化のゆえに被害が拡大する場合に総称される災害概念』と定義できる。

したがって、都市災害には多様な誘因による多様な被害の形が含まれるが、自然災害を誘因とする場合、その被害は技術の失敗であるよりは、技術の未熟に起因し、都市の社会・経済的構造と深く関わるため、被害を完全に防ぐことは不可能で、できるだけ少なくする減災努力が対策の主力を占めることになり、通常の工学的防災技術とは異なった、むしろ社会工学的な社会管理技術を中心とした学問体系が必要となる。

## 2. 都市災害の特徴と必要な対策

- ・ストック被害とフロー被害（機能被害）
- ・機能被害の継続性（時間的側面）と波及性（空間的側面）
- ・非構造的都市防災対策
  - （1）法や規制などのルールの整備と組織体制の確立
  - （2）防備体制の充実
  - （3）人材の育成
  - （4）災害管理技術の向上
  - （5）防災情報システムの整備

## 3. 「都市防災学」の構成

- |                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| 1. 都市災害と都市防災学                 | 5. 群衆避難論        |
| 2. 防災都市計画の歴史と法制度              | 6. 防災情報システム     |
| 3. 都市防災の目的関数<br>—災害リスクマネジメント— | 7. 地域防災力（市民・企業） |
| 4. 地震と都市火災                    | 8. 復旧と復興        |
|                               | 9. 国際防災協力       |

## 1. 都市災害と都市防災学

1995年1月の阪神・淡路大震災は、都市化と情報化による高度機能集積の進む現代の大都市を直撃した地震として、目に見える直接的な被害とともに新たな形の被害を顕在化した。ライフラインの途絶が長期にわたり市民生活を苦しめ、同時に都市全体の機能を麻痺させること、道路や交通機関の遮断が迅速な復旧・復興を大きく阻害すること、埋め立てや宅地造成地が地震に対して脆弱きわまりのないこと、地震後の火災が被害を拡大すること、情報伝達の失敗が早期の復旧・復興を遅らせ被害を決定的に拡大させる危険のあることなどである。

こうした新しい地震災害の様相を「都市型災害」もしくは「都市災害」と呼んで、従来の対策を見直すきっかけとなったのは、1978年の宮城県沖地震からであった。しかし、その厳密な定義は必ずしも確立されてこなかった。「都市災害＝ライフライン災害」と考える短絡的な定義から、複雑な被害波及の因果関係の全体が都市災害であるという考え方まで多岐に亘っている。そこで本章では都市災害の定義と、都市防災学の扱うべき領域について解説する。

－神が田園を創り、人が都市を造った（・・・）－

### 1.1 都市災害

わが国は、地震、火山、台風、集中豪雨、雪害などの自然災害だけでなく、土砂災害などの地形による災害や大規模な都市火災など、世界に類を見ないほど、およそあらゆる種類の災害に関し高い危険性を持っている。

地震の危険性については、日本列島が、太平洋プレート、フィリピンプレート、北アメリカプレート、ユーラシアプレートという4つのプレートの交差する真上に乗っていることから（図1.1）、海溝型地震、内陸型地震を含め、有史以来（西暦416年以降）、今日まで433件の主な被害地震（M5.0以上又は死者発生のも）が発生している（『理科年表』2005）。

火山については、144の活火山があり、近年も、伊豆大島三原山（1986）、伊東沖海底噴火（1989）、雲仙普賢岳（1992）、三宅島（2000）、有珠山（2000）などが相次いで噴火している（『理科年表』2005）。

台風については、南太平洋地域で年間約30件の台風が発生するが、その内平均4～5件が日本に上陸して甚大な被害を与えている。また、土砂災害は未対策の土石流危険渓流が約4万7000渓流、急傾斜地崩壊危険箇所が約4万5600箇所（いずれも人家5戸以上）、地すべり危険箇所が約1万箇所、未整備山腹崩壊危険地区が約10万4000箇所ある（中央防災会議 2002）。

大規模な都市火災は、消防力の向上により少なくなったとはいえ、全国で毎年約6万件の火災が発生し、大略2000人の焼死者があつて、近年高齢化とともに増加傾向にある。また、阪神・淡路地震のような地震後の大火の危険も高い（『消防白書』2005）。

このように災害に対して脆弱な地形の上にあつて、日本には行政区分上都市とされる地域が平成17年時点で670都市あり、その面積は全国土面積の約28%を占め、人口は全国人口の72%に相当する約9000万人が居住している。したがつて、もし災害が均等に起こるとすれば、その3分の1が都市地域で発生し、被害者の3分の2は都市人口ということになる。

しかし、こうした行政区分上の都市で発生する災害を都市災害という訳ではない。都市災害とは、被害の発生する仕組みが、都市以外で起こる災害被害一般と際立った違いを見せるが故に、特別な対策を必要とするものとして区別されるのである。

都市は、その生活の便利さとともに自然災害に限らず多くの危険に晒されている。交通事故や火災、ガス爆発、停電など、その原因・態様等は様々である。そして一度そうした事故や災害が発生すると、被害は大きく広がり多数の死傷者等の発生や、広範囲にわたる生活の困窮や都市機能の麻痺が生ずる。

こうした都市という居住形式が農村社会と本質的に異なるのは、都市はそのままでは人間の居住に適さない自然空間を、科学技術によって改変し、居住可能な空間としていることにある。当然、改変の及びうる範囲にのみ居住することとなり、高密度集合体となつて、それも都市居住を特徴づけている。

「都市災害」とは、したがつてこうした都市居住の本質に根ざし、『居住空間

を支えていた技術なりその集積としての人工的構築物なりが、何らかの原因により破壊されたとき、居住空間としての機能が失われることによって被害として顕在化する場合、ならびに、その高密度化のゆえに被害が拡大する場合に総称される災害概念』と定義できる。

そして従来は、ガスや危険物の爆発事故、大規模建築物火災による多数の死傷者の発生、あるいは市街地延焼火災など、都市を構築している技術の脆弱性、あるいは「失敗」による人為的災害を念頭において、都市居住の危険を警告・啓蒙する意味合いが込められたものであった。ところが宮城県沖地震は、その被害や影響の状況が都市特有の形質を呈していたため、その誘因が「技術の失敗」でなく、地震のような自然力であっても、結果としてみて、都市災害とみなされるべきであるという認識の変化をもたらすことになったといえる(注1)。

しかし、その誘因の人為性を問わず、結果の形だけからみて都市災害と見做すことにするとはいっても、前述の定義に見るように、都市を構築している技術と不可分であるが故にその人為性を排除できない。そのため都市災害という言葉には、常に何がしか「人災」の響きがつきまとう。ところが、自然災害を誘因とする被害の場合には、技術の「失敗」というよりは、多くの場合、技術の「未熟」に起因している。それは、事前には想像もできなかったような新しい状況への技術的対応の欠如であったり、技術を使う人間の側にその技術を受け入れるだけの十分な態度が醸成されていないという未熟さであったりする。したがって、自然災害を誘因とする都市災害への対応は、技術そのものの向上もさることながら、技術と社会、技術と人間の関係に対する理解にまず目を向けるところから出発しなければならない。

都市災害をこのような視点からとらえることにより災害被害における被害の都市性を次の4つの側面から既定することができる。ただしここでは、地震被害を念頭に置く。

#### (1) 都市化に伴う災害

これは、人口の増加と都市域の拡大に伴う宅地開発の進展、既成市街地の高密度開発などを原因とするもので、具体的には以下のような危険の増大とそれによる被害とが相当する。

##### ① 急傾斜における宅地造成地などの地盤被害

- ② 崖下開発による土砂崩れ災害
- ③ 宅地の細分化による建物空隙の消滅に伴う延焼危険の増大
- ④ 遠距離通勤による帰宅困難と家族の離散から生ずる危険

## **(2) 人工的空間の創出と災害時の危険**

現代都市には、地下街、高層ビル、臨海部の埋立地、など、近代技術に支えられた多くの人工空間が出現している。阪神・淡路大震災では、高速道路や地下鉄に被害があった。空間の高度利用を迫及するのが都市であれば、これら人工的空間における災害も「都市災害」と呼ばれよう。ただし、その被害が人工空間を構築している構造体にのみ限定されたとすれば、都市災害というよりは一般的地震災害の域を出ず、その解決は技術的問題として処理される。これら人工空間の破壊または機能停止により、人々が階段で折り重なって多数の死傷者がでたり、生き埋めや閉じ込め者の救出の遅れが死者の発生に繋がったり、流通が途絶して大きな経済的被害となった場合、都市災害と呼びうる。こうした被害が、技術と人間との関係に依存する事象であり、その関係の理解から階段の形状や救出手段など、従来とは異なった技術が要求されるからである。

## **(3) 都市的構築物による被害と危険**

効率の追求は都市活動におけるもうひとつの特徴であり、その結果、さまざまな都市特有の構築物を生み出している。これらを都市的構築物と呼ぶことにすると、地震によりこれらの構築物が破損し、多量の死傷者の発生に結びついたとき、その被害は、「都市災害」と呼ぶにふさわしい。ブロック塀や高層ビルのガラス壁、看板、広告塔などが代表的なもので、宮城県沖地震のブロック塀による死傷者はまさにこうした例であった。

## **(4) 都市機能麻痺による波及被害**

都市は電気、ガス、水道、電話といったライフラインや、道路、鉄道その他の公共サービスによって支えられている。地震によるこうしたサービスの途絶は、都市全体の機能麻痺を引き起こし、都市における正常な居住を不可能にする。建物や設備に何らの被害がなくとも、エレベーターや水道の止まった高層アパートは、もはや居住空間とはならないだろうし、電気、電話の途絶は企業の生産活動を停止させ、中・長期の経済被害を招来しよう。典型的都市災害の形といえる。

## 1. 2 都市災害の特徴と被害の区分

都市災害が、このように都市居住を支えている技術の破壊により、居住もしくは経済活動空間としての機能が失われることによって被害が発生、あるいは、拡大する様相を表わす概念だとすれば、その被害の特徴は、その機能が失われている時間とそれが及ぶ空間的範囲、すなわち、「継続性」と「波及性」によって表わされる。つまり、これはいずれも時間の経過とともに蓄積する、いわばフロー被害といえ、通常の構造物被害が物的なストックの被害であるのと根本的に異なる点である。ということは見方を変えれば被害後の復旧のあり方が被害総量を左右することを意味する。ところが復旧は被害を与件とした人的活動であり、その意味でフロー被害はきわめて人為的であるということになる。

### ・機能被害の継続性

継続性についてさらに詳しく考察すると、その様相は、図 1.2 (a)のごとく示され、この時被害はハッチ部分の総和となる。それが復旧曲線の形状に大きく依存していることは明らかであろう。

この被害は、被害後の社会システムのありように大きく依存する点で、更に複雑な側面をもっている。つまり都市機能というのは、その機能をいかに供給するかだけではなく、社会がいかにその機能を需要するかという点からも考えねばならないからである。図 1.2(b)、(c)はそのことを示したもので、図 1.2(b)では、災害後、当該都市機能に対する需要が減少し、被害が少なくなった様相を、逆に図 1.2(c)では需要が増加し、被害が拡大した様相を示している。前者の例では、ある種の娯楽機能が、後者の例では、病院等の機能が対応する。このことは、予防的災害対応、ならびに応急的災害対応について、被害が拡大するような機能については、対策のプライオリティを高くするといった差をつけることの重要性を示している。災害後の道路復旧やガス・水道の供給は、こうした需要の変化を組み込んで決定されることになる。

以上の議論では物的施設の被害を念頭においていたが、同様の推論は人的な被害についても展開され得る。すなわち、都市は物的技術によってその物的空間が支えられていると同時に、経済や法などの社会的技術によってその人的な繋がりが支えられている。都市に居住し活動する個々人は一人一人役割を持ち、

その社会構造を支えるために機能している。したがって、人の生命・身体に関わる損傷は、同時に彼／彼女が社会機構の維持に果たしていた機能の損傷でもあり、人の機能被害が発生する。この問題については、筆者らは 1973 年の根室半島沖地震（M7.4）において、電話交換手が負傷したため、根室市役所の電話連絡が丸 1 日途絶したという風聞を聴いて、人の機能被害という新しい災害形態として着目したが、より顕在的には 1995 年の阪神・淡路大震災で両親を亡くし「震災孤児」となった 18 歳未満の子供が 88 人（世帯）、母親を亡くし父子家庭となった世帯が 168 世帯、逆に父親を亡くし母子家庭となったのが 113 世帯、合計 369 世帯に上ると報告されており、人的被害の機能的側面として、新たな対策の必要性が浮き彫りとなった（1995 年 3 月 24 日、朝日新聞）。

以上より、都市災害という視点から被害を区分すると以下のようなになる。

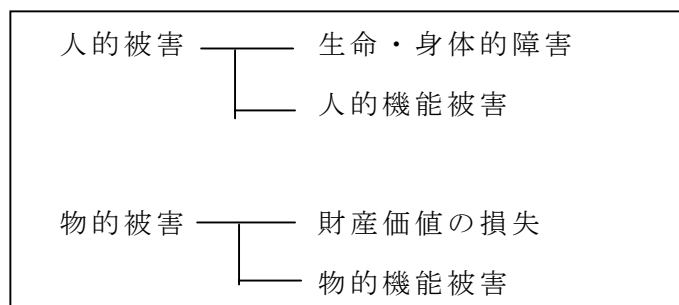


図 1.3 地震被害の区分

#### ・被害の波及性と間接被害

次に被害の波及性については、直接波及と間接波及があり、それぞれ「直接波及被害」「間接波及被害」が定義できる。

直接波及被害とは、被災地の被害が、機能的、空間的ネットワークを通じて、物理的に他の地域または機関に伝達する被害である。地震災害ではないが、昭和 59 年（1984）に起きた世田谷ケーブル火災事故による三菱銀行の全国オンラインネットの停止は（注 2）、この直接波及被害の典型と言える。1995 年の阪神・淡路大震災でも、鉄道路線の運行停止を筆頭に、ライフライン被害を仲介として、さまざまな形で直接波及被害が表出した。こうした被害の直接的な波及を最小限に止めることが、社会システムの防災の要件であり、各種のバックアップ体制、ネットワークの二重化、システムのブロッキングまたはセグメ

ンテーションなどの対策が有効となる。

他方、間接波及被害とは、社会経済システムの中で、情報を通じて伝達する被害といえる。1978年の伊豆大島近海地震において、下田町が蒙った直接的な物的損傷が約8億円であったのに対し、その後1年間観光客が激減したため、同町の観光売り上げは前年に比べ160億円の減少となったと報告されているなどはその例である(大屋 1982)。同様の被害は1985年メキシコ地震時のアカプルコにもみられる(梶 1986)。阪神・淡路大震災では、愛媛県の道後温泉所管組合の1994年度の減収が前年度比で35%に達したのを初め、四国全体では23%(約16億円)と推計されている(四国運輸局 2005)。

以上より「間接波及被害」とは、『当該地域もしくは個人・企業自体は直接的な被害を受けていないか、または活動が継続できる状態にありながら、市場機能の低下により通常の活動が維持できないことによる損失』と定義できる。ただし、その計測は、時間と空間の境界を明確に定めておく必要がある。というのも、例えば前述の下田町の事例では、全国ベースでは観光支出に変化がなく、下田町へ支出予定が他の観光地に移転したものと見られるからである。

間接波及被害は、前述の事例にも見られるように、時に直接被害よりもはるかに大きくなることがあるため、それに対する独自の対策が必要となる。こうした観点から、近年、直接被害だけでなく、「間接被害」の名の被害推定を行うことが一般的になりつつある。例えば、2006年2月に発表された内閣府の「首都直下地震の被害想定」では、最悪のケースで(M7.3の東京湾北部地震)、経済被害が112兆円に上り、その内40%の45兆円が間接被害であると計算される(内閣府 2006)などがそうした例である。

しかし、ここでいう間接被害は、上記で定義したものとは異なったものである。すなわち、ここでの間接被害としては、生産額の低下と交通寸断による機会損失・時間損失を計測しており、生産額の低下は建物・設備の破壊による部分と需要の減少による操業の短縮による部分から算出している。しかし、建物・設備の破壊による生産額低下は明らかに機能被害である。したがって、本書の定義によれば、需要減少による生産額低下と交通寸断による機会損失・時間損失のみが間接波及被害となる。

この他の試算においても、事例によって間接被害の定義が異なり、算定に取



り込まれている要素が限定的であったり、算定の範囲（波及の範囲）が被災地に限られていたり、統一されていない。都市社会においては、被害の波及は極めて広範かつ複雑な形で具現する。そして時には当該都市を越えて、国家さらには世界経済にまで深刻な影響を及ぼす。こうした波及連鎖の全てを記述して波及被害の総額を計測することは不可能といえる。とはいえ、時間と空間を限定すればある程度は可能であろう。その波及連鎖の解析事例については、第3章3節において詳述する。

### 1. 3 都市防災学の扱う領域

こうした新しい形での地震被害に対して、従来の工学的耐震対策だけではとても対処しきれない。ではその被害軽減にはいかなる対策が必要かを考えることによって都市防災学の扱う範囲を示すことができる。

都市の地震防災対策は、まだ戦闘機や核兵器のなかった、わが国で言えば戦国時代の城の守りに似ている。堅固な城を築き、兵力を強化し、兵糧を蓄え、そして敵を知り己を知れば、つまり情報を正しく把握すれば百戦危うからずとは地震対策でも通用する真理である。地震や洪水などの災害に対して、建築物の耐震・耐火を推進し、河川改修や防潮堤の整備を行うのは、堅固な城を築くことに他ならない。

一方、兵力とはこの場合、消防・警察・その他の行政機関、および市民ならびに市内にある企業および高校・大学などが相当する。これらの多様な人材が、いざ災害となった時、それぞれの力を存分に発揮し災害に立ち向かうことが期待されるからである。また、兵糧の蓄積については、家庭内の蓄えや、公的機関の備蓄する食料や水、医薬品や仮設便所や仮設住宅などを事前に備蓄しておくことを意味する。敵を知るのは、言うまでもなく災害情報管理に当たる。

この2つの異なった対策は、**Structural Solution**（構造的対策＝工学的対策）と **Non-Structural Solution**（非構造的対策＝社会工学的対策）と呼んで区別される。そして今日、都市災害に対処するには、構造的対策では限界があり非構造的対策がより重要であることは防災関係者の間で共通の認識となっている（注2）。ここで、非構造的対策の内容を体系的にまとめると、以下の5つの基本的対策から構成される総合技術であると言える。

#### (1) 法や規制などのルールの整備と組織体制の確立

防災関係の各種のルールを整えること、また、対応組織的体制を整え役割を明確化すること、ならびに関係機関と応援協定を締結することなどがその内容となる。

#### (2) 防備体制の充実

災害が発生した場合に備えて、あらかじめ応急対応計画を策定しておくこと、ならびにその実施のために必要な資機材を準備すること、食料・水・医薬品などを備蓄しておくことなどが含まれる。事業所にあつては、許容被害・事業再開目標を定めるなど事業継続計画を策定することが必要である。また、組織間の協力・連携のあり方について検討が必要である。

#### (3) 人材の育成

人材とは、研究部門、行政部門、実施部隊部門のみならず住民、企業従業員、学生、児童、など、あらゆる階層を含む。人材育成とは、そたがって、そうした個々人の防災に関する知識を深め、意識を向上させるとともに、いざ災害となった場合、集団としてどう行動すればよいかを訓練するプログラムの開発と実施を意味する。また、ボランティアの育成と活用も含まれる。

#### (4) 災害管理技術の向上

非構造的対策の技術としては、災害事象の発生する機構について、社会経済的要素を含めて解析する技術が中心となる。また、リスクファイナンスなども含めたリスクマネジメントによる被害移転などの軽減方策が検討されなければならない。また、災害後の復興は次の災害への予防であり、被災の経験を踏まえた土地利用計画、建築規制、開発適地選定、都市基盤整備計画、人口配置計画、交通網整備計画などを復興計画の中で総合的に立案してゆくことになる。

#### (5) 防災情報システムの整備

事前的には、ハザードマップ（Hazard Map、災害危険度地図）やマイクロゾーニング（Micro Zoning、街区単位の地盤調査）などにより災害の危険性を明らかにし、計画立案者に提供すること、また復旧・復興のための支援策や権利関係、人的・物的資源のデータベースを作ること、また、応

急対応としては情報の収集・処理・伝達体制を整備し、早期の警戒発令や発災後の迅速な対応を計ること、安否確認体制をとることなどが含まれる。

図 1.3 に示すごとく、以上の 5 項目は法や規制等のルール・組織体制の整備を基礎として相互に関連をもち、各項目の整備が他の項目の整備に依存している。言い換えれば、都市社会システムは、この 5 つの対策を総合的に実施することによって、一体として強化される。こうした非構造的対策の重要性は現在のところ、途上国における防災対策として強調されているが、わが国でも実情は全く同様といえ、とりわけ情報システムの整備と人材の育成に今後重点をおいてゆく必要がある。

都市社会が地震に対して強いものとなるためには、その構成要素である人間個々人、建物一棟一棟、工作物 1 つ 1 つが耐震性をもつことが基本であるが、それだけでは充分でない。単に能力的、技術的限界があるからではなく、都市社会というものがそれらの要素が相互に影響し合ってシステムとして成立している以上、要素の強化と同時に、相互をつないでいるリンクの強化が不可欠からである。リンクとなっているものは情報であり、制度であり組織である。

このことは、防災の目的は何かという問いにも関係する。伝統的価値基準に照らせば、防災の目的とは、とりもなおさず人命の安全と財産の保全に尽きるであろう。しかし現代社会では、さらに高次の目的、すなわち社会システムの保全、がそれにつけ加えられるべきであろうと考える。もちろん、この 3 者は並列ではあり得ず、人命 > 財産 > 社会システムの順番で重要視されよう。しかし、社会システムの保全が防災の目的のひとつであると認識することによって、従来とは変わった防災のあり方が見えてくることに注意しなければならない。

(注 1) 「都市災害」という言葉は、1970 (昭和 45) 年 4 月 8 日に起こった大阪天六地下鉄工事現場のガス爆発事故以来使われ始めたという説もある。今でも自然災害と対比する意味で使われている場合も多い。例えば広島市の条例では、海上災害、航空機災害、鉄道災害、道路災害、大規模火事災害、危険物等災害、放射性物質災害、ライフライン災害の 8 つの災害を都市災害と規定している。

(注 2) 1984 (昭和 59) 年 11 月、世田谷区の共同溝で工事中に火災が発生し、三菱・大

和両銀行が利用していたデータ通信設備サービス専用線 72 回線、テレックスなどの専用回線 4000 回線が不通となった。このため三菱銀行の全国オンラインネットと大和銀行の首都圏ネットが停止し、キャッシュカードによる入出金ができなくなった。わが国最大の大規模通信回線事故となった。

(注 3) 1990 年を最初の年とする 20 世紀最後の 10 年間を、世界が協力して自然災害の軽減に努めようという国連決議が行われ、「国際防災の十年 (IDNDR)」の運動が実施された。そこで共通の認識となったのが、構造的対策には限界があり、それ以上に非構造的対策が重要であるということであったが(詳しくは第 9 章参照)、これは必ずしも新しいことではない。戦国時代最強と言われた軍団を率いた武田信玄は「人は城、人は石垣」として城を作らなかった。非構造的対策の重要性を熟知していたのである。

#### 参考引用文献

- ・ 阿部勝征 (1990) 『地震は必ず来る』 読売新聞社
- ・ 大屋鐘吾 (1982) 「四章 伊豆大島近海地震の被害の特徴－間接被害推定の試み」(日本科学者会議編『現代の災害』)
- ・ 梶秀樹 (1986) 「災害の社会経済的インパクト－メキシコ地震を事例として」 予防時報 No.145
- ・ 梶秀樹 (1995) 「都市防災システム－地震防災への社会工学的接近」(下鶴大輔・伯野元彦編『学振新書 21－自然災害と防災』日本学術振興会)
- ・ 国立天文台編 (2005) 『理科年表机上版 平成 17 年』丸善
- ・ 四国運輸局調べ (2005)
- ・ 中央防災会議 (2002)  
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/taisaku/houkoku/siryou2-2-7.pdf>
- ・ 内閣府 (2006) 「首都直下地震の被害想定」(直接被害公表 2004 年 12 月、経済被害公表 2005 年 2 月)、[http://www.bousai.go.jp/syuto\\_higaisoutei/pdf](http://www.bousai.go.jp/syuto_higaisoutei/pdf)

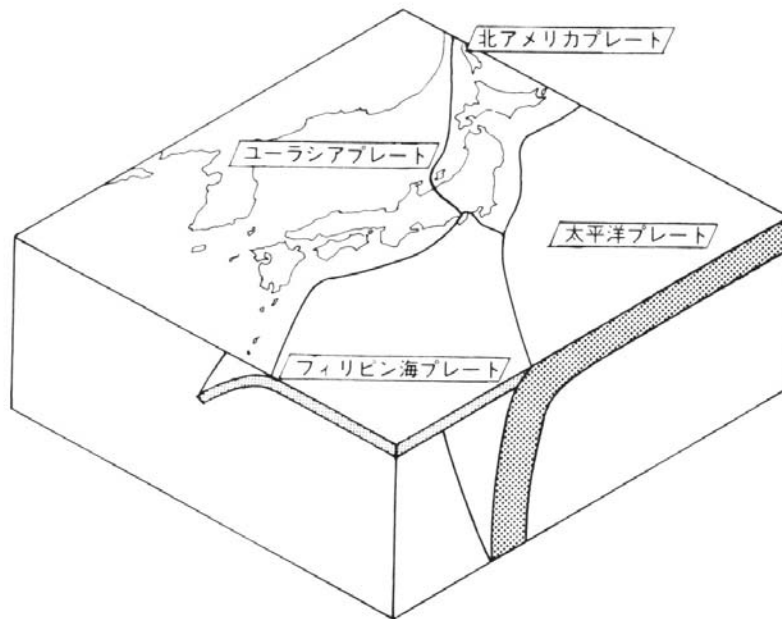


図 1.1 日本列島の周りのプレート（出典：安部 1990、P.43）

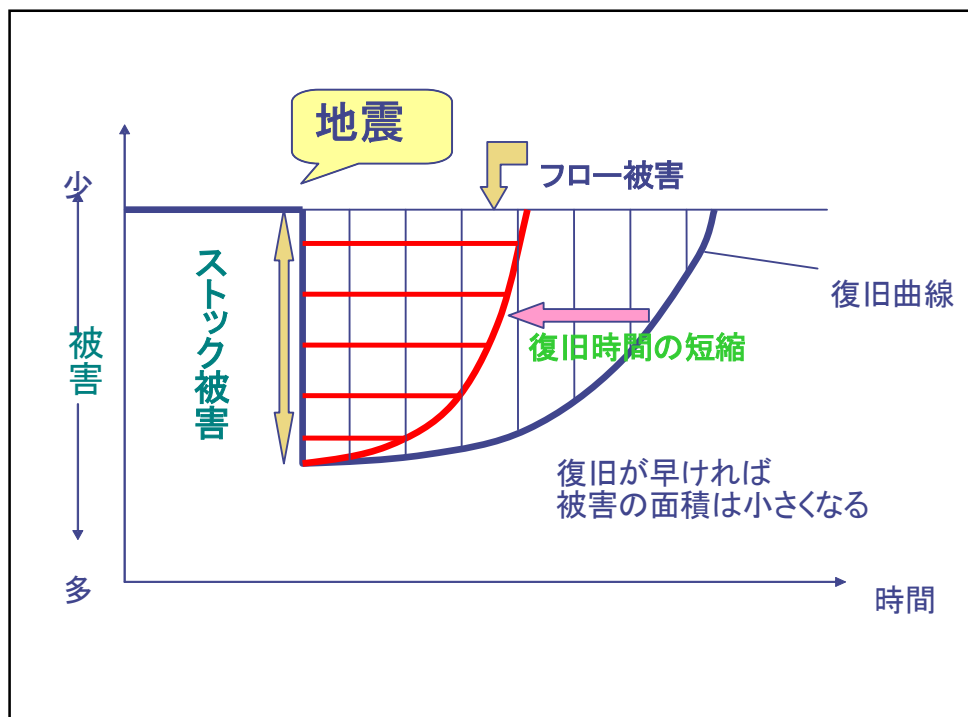


図 1.2 (a) フロー被害と復旧曲線

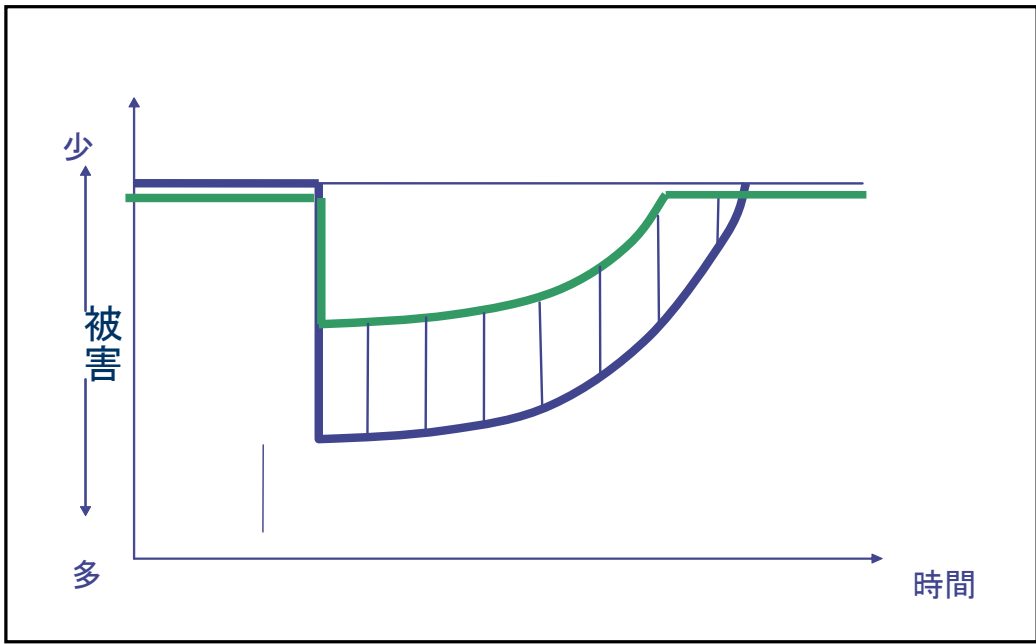


図 1.2 ( b ) 需要の減少によるフロー被害の縮小

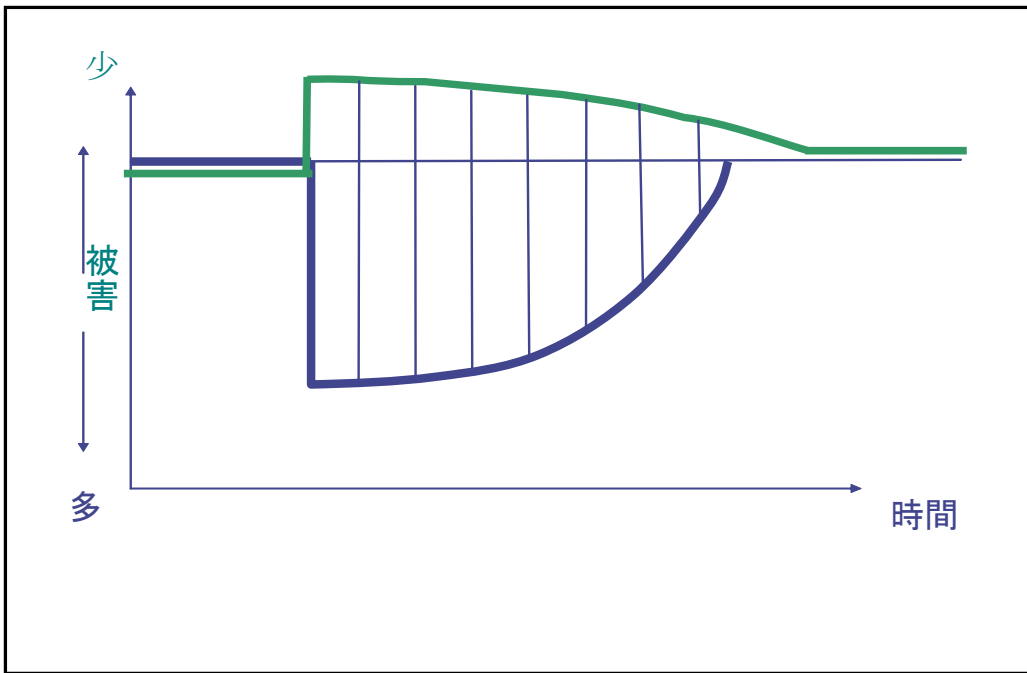


図 1.2 ( c ) 需要の増加によるフロー被害と拡大

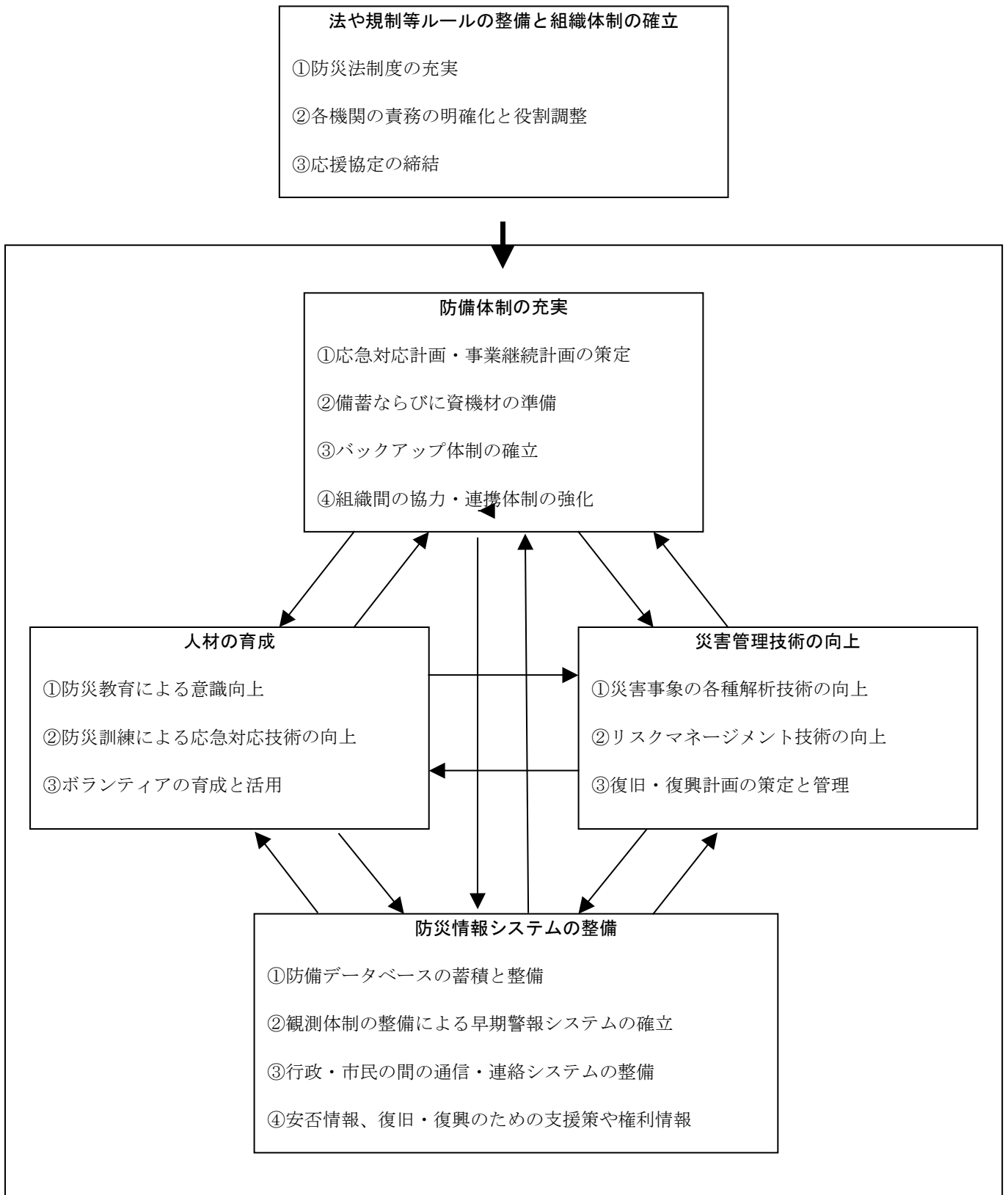


図 1.3 非構造的対策の枠組み