

「地域防災計画」のための調査(2)

今村遼平・足立勝治

5 防災アセスメントの実際

5.1 地震災害

内陸直下型地震では、兵庫県南部地震（1995年1月17日）のように、人口や都市機能が高度に集積した都市圏で発生すると甚大な被害が発生します。いっぽう海洋型といわれる関東地震（1923年9月1日）のように関東圏の広い範囲にわたって被害が発生する規模の大きいものがあります。

ここでは、これらの地震災害について地域の危険性の把握を目的とした、防災アセスメントの手順とその内容について説明します。

5.1.1 地震災害発生メカニズム

日本はこの100年あまりのあいだに、85以上の大地震が起こるほどの地震国です。地震は地殻やマントル内にプレート運動などによるひずみが蓄積され、それが断層運動というかたちで解放されてひきおこされ、波動として地表に伝わります。

地震は発生する場所などにより、次の三つのタイプに分けられています。第一は、沈みこむ海洋プレートと沈みこまれる陸側のプレートの境界でおきる「逆断層型地震」で、海溝付近でおきる巨大地震が代表的なものです（海洋型）。第二は、内陸部でおきる「直下型地震」で、陸側のプレートが海洋プレートの沈みこみによる圧縮をうけ、プレート内部で逆断層型や横ずれ型の地震をおこすもの。第三は、沈みこむプレート内部でおきる地震で、海溝軸付近でのプレートの曲りにともなう「正断層型地震」や60kmより深いところでの「深発地震」などです。このうち海溝付近で発生する第一のタイプは、海底の逆断層型なので、津波が発生しやすい。内部で発生する第二のタイプは、活断層の活動によるもので、1995年兵庫県南部地震（M7.2）にみられるようにマグニチュードの規模はそれほど大き

くなくとも震源が陸部の浅い（20km以内）ところに位置するので大被害をもたらしています。

地震被害は、発震に伴う「地盤振動」「地盤の変位」「地盤の液状化」「津波の発生」等が被害発生の発端となります。地震による災害は、発震にともなう直接的な各種の物的被害（一次被害）とその影響による各種の機能障害などによる間接的被害（二次被害）などに分けられます。その地震被害の関連性を図-1に示します。

5.1.2 調査の流れ

図-2に防災アセスメント調査の流れを示します。調査は大きく基礎アセスメントと詳細アセスメントに分けられ、詳細アセスメントは基礎アセスメントの結果をふまえてさらに詳細に地震被害の危険度を定量的に把握したい場合に行われます。ここでは、基礎アセスメントを中心に調査内容と手法について述べます。

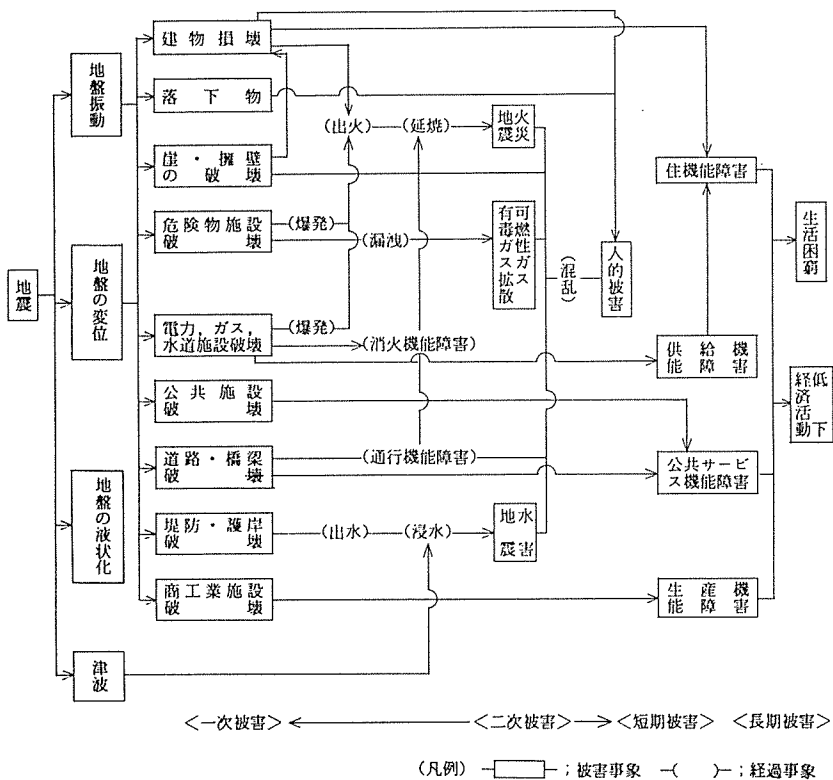
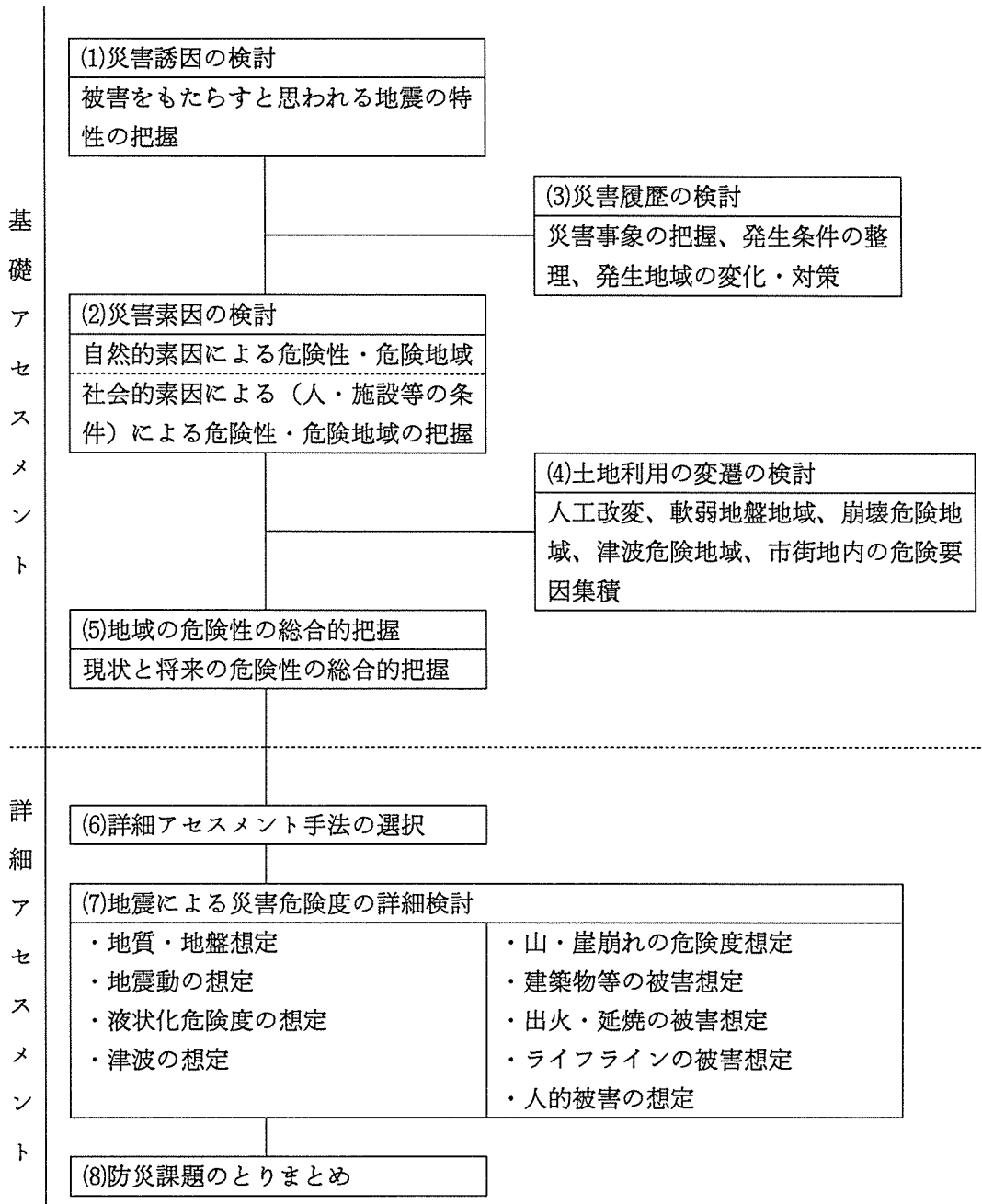


図-1 地震災害関連図（自治省・消防庁、1983）



図－２ 防災アセスメントの調査の流れ（地震災害）
（自治省消防庁、1983を一部改変）

5. 1. 3 災害履歴の調査

災害履歴の調査は、地震によってどのような地形・地質・社会条件のもとで、どの地域にどのようなタイプの災害がおきたのかを具体的に把握し、その地域の地震災害にたいする特徴的傾向を明らかにするものです。地震災害の事象は実験不可能なものも多く、さらに詳細アセスメントの精度が十分でない現状を考えると、きわめて重要な調査です。

調査は既往の文献や各種資料を用いて次の項目について検討します。

〈既往文献、各種資料〉

- ・郷土資料（市町村（誌）や古文書の災害の記載）
- ・当該地域の地震災害関係調査報告書
- ・資料日本災害地震総覧（宇佐美龍夫：東大出版会）
- ・液状化履歴図（若松加須江：東海大出版会）
- ・近年の地震であれば既往災害空中写真
- ・地震災害体験の堀りおこし、住民のアンケート調査

〈調査項目〉

- ・災害事象の忠実な再現

いつ、どこで、どのような形態の災害がおきたのかを整理し、できるだけ図や表にとりまとめます。把握する内容は、①地震災害の発生時刻②地盤や地形の変化（地盤振動・液状化・崩壊など）③津波の有無と規模④災害の形態と全容（倒壊・火災・水害・危険物災害・社会的混乱など）になります。

- ・災害発生条件の整理

どのような自然条件・社会条件のところで、どのような災害が発生したかを整理します。

- ・災害発生地域における変化・対策

災害が発生した地域でどのようにして危険性が増減したのか、あるいは土地利用が変化し、危険性が增大していないかなどを把握します。

調査結果は災害履歴図にとりまとめ、地盤振動・液状化・斜面崩壊・津波等の発生位置や物的・人的被害が発生した箇所および災害後にとられたハード対策の位置・規模等を記載します。

5. 1. 4 災害誘因（地震）の検討

災害誘因としての地震の検討は、被害をもたらすと考えられる地震の特性を明らかにするために実施します。これは、地震災害を検討するさいの大前提となるもので、防災アセスメントの各種分析にも影響してきます。このため、地震災害の広域性からみて、都道府県レベルで実施し、市町村はその成果を利用する方がよいでしょう。

1) 地震の活動調査

対象地域の地震の発生状況を把握するもので、既往資料を中心に検討します。既往資料としては「資料日本被害地震総覧：宇佐美龍夫」「新編日本の活断層：活断層研究会」「地震観測資料：気象庁、気象台」などを用いて、過去の被害地震の「発生年月日」「位置」「規模」「震源の深さ」「前震、余震の有無・継続状況」「海洋型か内陸型か」などを地図と一覧表に整理します。

この資料にもとづき、地域に被害をもたらすと思われる地震の特性を検討します。検討項目は①地震の発生確率（周期）②地震の規模③地震の発生位置などです。①地震の発生確率（周期）に関する統計的手法の主要なものを表－1に示します。これらの手法でえられる結果は、一般的に過去の最後の地震から現在にいたる年数が、発生間隔の最短期間に近づけば再発の可能性が高くなってきたという程度のことしかいえません。次におこる特定の地震についてかならず成り立つという保証はないので注意を要します。②地震の規模を求めるには表－2に示す手法があります。③地震の発生位置の想定には次のような考え方があります。

(1) 既往最大規模の（被害を与えた）地震の発生位置での発生を想定する

(2) 過去に活動した記録があり、現在空白域となっている地域での発生を想定する

従来は(1)の考え方を採用している地方公共団体が多かったが、(2)についてもその重要性が指摘されており、最近ではこの両方を検討する方向になっています。

表－１ 地震の発生確率（周期）に関する手法

手 法	特 徴
震度別の平均再来年数を求める方法 （河角の方法）	河角によって平均再来年数の等置線マップ（全国）が作成されており、これをそのまま利用することも可能である。この方法の考え方は簡単であり、各地域（都道府県レベルが適当か）において地震データが豊富に得られれば精度の高い結果を得ることも可能である。ある震度以上の地震の平均再来年数を知ることにより防災計画の目標、スパンの大まかな検討をつけることができる。
ワイブル分布を用いて平均くり返し時間間隔を求める方法	データの処理に際しては統計学の知識が必要である。また、地方公共団体それぞれにおいてこの手法を利用する必要性は高くなく、既に算定された結果を用いればよい。
極値法（extreme value法）により平均くり返し時間間隔および発生確率を求める方法	同 上
ポアソン分布を用いて発生確率を求める方法	データ処理は比較的容易である。地域（都道府県レベルあるいはより大きいレベル）におけるマクロ的な地震危険度の一つの表示方法として有効である。防災計画の目標、スパンの大まかな見当をつけることができる。既に算定された結果があればそれを用いればよいが、ない場合には専門家に依頼するなどして算出すればよい。
地震頻度と規模との関係からある規模以上の地震の再来期間を求める方法	都道府県レベル（あるいはそれ以上のレベル）において、ある規模以上の地震の再来期間（多くは最大規模地震の再来期間）を求めようとするときに有効な方法である。ただし、この方法はグーテンベルグ・リヒターの式の係数決定に際してのデータ処理に専門的判断を必要とする。

表-2 地震の規模に関する手法

手 法	特 徴
発生地震規模がある範囲に入る確率を求める方法	データの処理においては統計学の知識が必要である。また地方公共団体においてこの手法を利用する必要性はそれ程高いとは思われない。過去の地震資料を整理することにより、この方法を用いなくとも大よその見当をつけることが可能である。
空白域の大きさから地震規模を予測する方法	算定式そのものは簡単であるが、空白域の設定あるいはその活動可能性の判断は専門家に頼るのが望ましい。その為、地方公共団体におけるニーズはそれ程高くないと思われる。
既往最大規模の（被害を与えた）地震を想定する方法	方法というよりも考え方である。大地震は同じ地域、同じ程度の大きさでくり返すという習性を前提にすれば、過去の最大規模地震を用いることはそれなりの根拠をゆうする。相当数の地方公共団体において、この方法がとられている。

2) 活断層調査

活断層調査の目的は、「新編日本の活断層：1992 活断層研究会」などの既往資料から得られる活断層について、それがどのくらいの精度で、どのくらいの大きさの地震を、どこでおこす危険があるかを調べることです。

過去の地震活動の調査は、歴史時代の資料が中心ですが、活断層から予測される地震の発生間隔は歴史時代より長いものが多い（1000年～数1000年）ので、活断層調査はこの点を補うものです。活断層と地震との関係を把握するには専門的知識が要求されるので、有識者や研究機関の協力を得て調査した方がよいでしょう。

活断層の抽出作業は、地形図や空中写真の判読により行われます。ふつう「日本の活断層」に示されたものを地形図（1/5,000～1/25,000）と空中写真で追跡し、推定される地点を地形図上に図示します。そのさいに利用する地形面や地形線の変位基準を表-3に示す。

表－3 主な変位基準（松田、1978）

地 形	地形面	段丘面・扇状地・平野などの平坦地、浸食小起伏面、火山斜面その他の山腹斜面、段丘崖などの急崖
	地形線	稜線、谷、段丘面上の旧流路、カルデラなどの特徴ある地形、2つの地形面の交線（旧汀線、山麓線など）、浜堤など

つぎに地形図や空中写真で追跡された推定断層線を地表踏査します。活断層は新しい地層（第四紀層）分布地に位置するため露頭が少なく、よほど運がよくなければ見つかりません。このため地表踏査で推定した活断層が地質学的にも確かに存在することを証明して、その断層の諸性質を詳しく解明していくには、今のところトレンチ法しかありません。

トレンチ調査では、活断層の存在の確認をまず第一に行います。確認後に詳細なスケッチをし、そのスケッチにもとづき、断層の活動状況を編年します。さらに、活動年を正確につかむため、地層の年代測定として地層に含まれる資料の放射性炭素年代測定や火山灰の測定・分析、考古遺物の鑑定などを行ない、断層の活動史を把握します。トレンチ調査以外では、ボーリング調査や浅海底の音波探査などを実施し、陸域・海域の両方から活断層の延長方向や諸性質の調査が実施されます。

3) 想定地震の決定

地震の活動調査や活断層調査によりえられた地震環境資料から、対象地域におよぼす影響が大きいと想定される「地震規模」と「地震の発生位置」を決定します。

これらは、対象地域の危険度を大きく左右するし、被害や対策の内容・程度を検討するのにも重要であることから、有識者や上位関係機関（都道府県、国土庁、気象庁）および大学などの研究機関の協力を得て行うのが望ましいと考えられます。

（アジア航測㈱）