

第Ⅲ章 地震保険料率の算出方法

第1節 地震保険料率の要件と算出

1.1 地震保険料率の要件

地震保険料率については、料団法第8条に規定されている「料率三原則」(料率算出団体の算出する料率は、合理的かつ妥当なものでなければならず、不当に差別的なものであってはならない。)に適合している必要がある。料率三原則に関する具体的な要件については、次のとおり、府令第5条に規定されている。

(1)「合理的」とは

料率算出に用いる保険統計その他の基礎資料が、客観性があり、かつ、精度の高い十分な量のものであるとともに、算出方法が保険数理に基づく科学的方法によるものであること。

(2)「妥当」とは

保険契約を申し込もうとする者にとって保険契約の締結が可能な水準であるとともに、基準料率を使用する保険会社の業務の健全性を維持する水準であること。

(3)「不当に差別的でない」とは

料率に係る危険の区分や水準が、実態的な危険の格差ならびに保険の引受けに伴い支出すると見込まれる費用の格差に基づき適切に設定されていること。

その他に、地震保険法第5条第1項に「政府の再保険に係る地震保険契約の保険料率は、収支の償う範囲内においてできる限り低いものでなければならない。」、同条第2項に「政府の再保険事業に係る再保険料率は、長期的に再保険料収入が再保険金を償うように合理的

に定めなければならない。」と規定されている。

1.2 地震保険料率の構成

地震保険料率は、図3.1.1のとおり、他の保険と同様に純保険料率と付加保険料率から構成されている。

純保険料率は、将来発生する地震等により支払われる保険金に充てられるものである。

付加保険料率は、地震保険を運営するための経費部分であり、保険契約の事務処理コスト、保険金支払時の損害調査費、代理店に支払う手数料に充てられるものである。

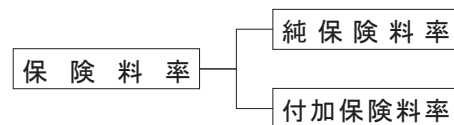


図 3.1.1 保険料率の構成

1.3 地震保険料率の算出

地震保険料率の算出は、純保険料率と付加保険料率に分けて行われる。

1.3.1 純保険料率の算出

純保険料率は将来発生する地震等により支払われる保険金に充当される部分であり、これを算出するにあたっては、将来支払われる保険金総額を予測する必要がある。

第Ⅱ章第1節でも述べたとおり、一般に、損害保険では「大数の法則」を用いて純保険料率の算出が行われている。すなわち、大量のデータを収集し、それらを統計手法により解析することで適正かつ安定した純保険料率が求められる。

例えば、火災保険の対象とする建物火災についてみると、近年は1年間に2万件程度発生している。

世界有数の地震国であるわが国でさえ、震災の発生数は火災などの他の災害に比べると非常に少ない。理科年表に掲載されている「日本付近の主な被害地震年代表」によると、直近100年間をみても、1年間あたりの発生数は1～2回程度である。このため、短期間のデータでは、純保険料率算出方法の基礎である「大数の法則」が十分に機能しない。そこで、1966年の地震保険制度の創設以降、全国を対象に一定の精度と客観性を持つ長期間の震源に関する情報として、理科年表を用いて地震保険の純保険料率を算出していた。

その後、1995年の兵庫県南部地震を契機に国をあげての全国的な活断層等の調査が進み、2005年3月、地震本部が最新の知見を反映した「確率論的地震動予測地図」を公表するに至った。

確率論的地震動予測地図は、多くの研究者の議論を経て全国統一の基準でまとめられたものであり、純保険料率の算出では、2007年10月改定の保険料率の算出以降、確率論的地震動予測地図の作成に使われている震源モデル(図3.1.2を参照)を用いている。

純保険料率の算出では、地震が発生した場合の損害を予測する必要がある。損害の大きさは、地震の規模、発生場所、発生の季節・時刻、さらに建物状況、都市構造や不燃化率など様々な要因が影響することが考えら

れる。そこで、上記の確率論的地震動予測地図の作成に用いられた地震が現在発生した場合に、地震保険で支払われる保険金がどのくらいになるかを個々の地震の被害予測シミュレーションにより予測する。それらから1年間あたりの予想支払保険金を求めることで、純保険料率を算出している。

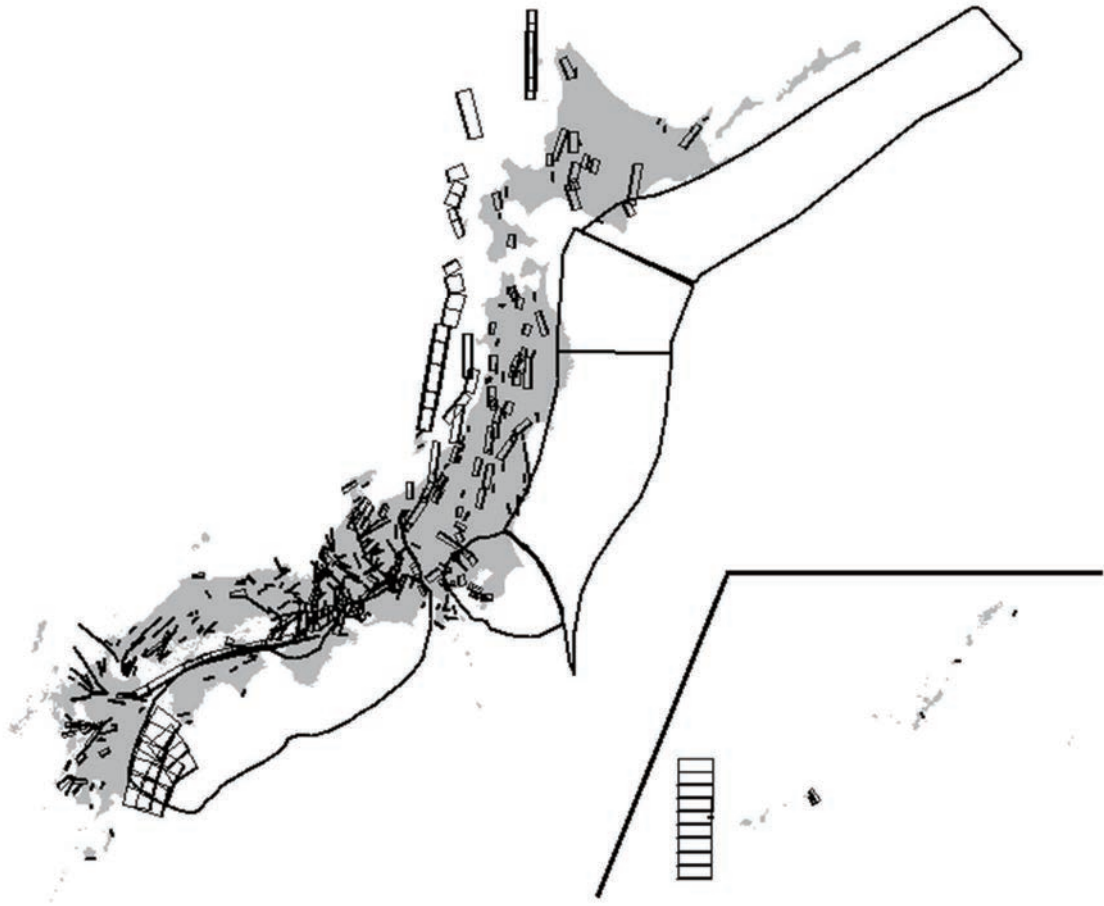


図 3.1.2 震源断層の例

「確率論的地震動予測地図 2020 年版」の震源モデルの一部を抜粋して作成
 (活断層で発生する地震、地震本部において長期評価がされている海溝型地震の例)

1.3.2 付加保険料率の算出

地震保険の付加保険料は図 3.1.3 のとおり、社費と代理店手数料から構成されており、社費は営業費と損害調査費から構成されている。これらの算出方法は次のとおりである。

営業費(契約の事務処理等のために要する諸費用)は、民間保険会社に対する実態調査に基づいて算出している。

損害調査費(事故が発生したときの損害調査のために要する諸費用)は、純保険料率の算出方法に準拠して算出している。具体的には、純保険料率の算出に用いた地震が現在発生した場合の被害予測シミュレーションを行い、各地震の予想支払件数を求め、これに要する費用を積算して算出している。

代理店手数料(契約の募集を行う代理店に対して支払う手数料)は、代理店に対する実態調査に基づいて算出している。

なお、地震保険は火災保険とあわせて契約する方式を採用することで、火災保険と重複する事務処理を省いて経費を抑えている。また、民間保険会社が販売する一般的な保険には、付加保険料率の中に利潤が織り込まれているが、地震保険は、政府と民間保険会社が共同で運営する公共性の高い保険であるため、利潤を織り込んでいない。

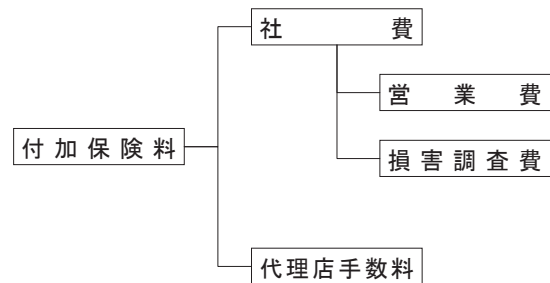


図 3.1.3 付加保険料の構成

<参考文献>

消防庁 (2022), 消防白書 (令和 3 年版) .
 国立天文台編(2021), 理科年表 2022, 丸善.
 地震調査研究推進本部(2021), 全国地震動予測地図 2020 年版.

第2節 地震保険料率算出のための地震被害予測

2.1 地震被害の要因と形態

2.1.1 地震被害予測

地震が発生した場合にどのような被害がどのくらいの大きさになるかを定量的に把握することは「地震被害予測(地震被害想定)」と呼ばれ、わが国では、政府や多くの自治体が防災対策の一環として行っている。特に、1995年の兵庫県南部地震をきっかけとして、それ以降、都道府県、政令指定都市をはじめとする多くの自治体で地震被害予測が行われるようになり、それらの結果は地域の防災対策に活かされるとともに、地域住民にも随時公表されている。近年の例では、政府においては、2021年に中央防災会議日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震対策検討ワーキンググループが、日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震が発生した際の被害想定を公表した。また、自治体においては、2022年に東京都が

首都直下地震等による東京の被害想定を公表した。

地震被害の大きさに影響を与える要因としては、地震の規模、発生場所、発生の季節や時刻、建物構造、都市の不燃化率、海岸からの距離や標高などが挙げられる。地震被害予測の際、一般的には、図 3.2.1 に示すように、地震発生時の揺れ・液状化や津波の予測、それに伴う建物・施設の損壊や火災等による物的被害・人的被害の発生といった諸事象を体系化し、上記のような種々の要因をパラメータとして、順を追って被害を定量的に評価していく方法がとられる。

地震保険の純保険料率算出における被害予測も、政府や自治体で行っている地震被害予測手法と基本的考え方は同じである。

次に、地震被害に深く関係する要因と地震被害の形態について整理する。

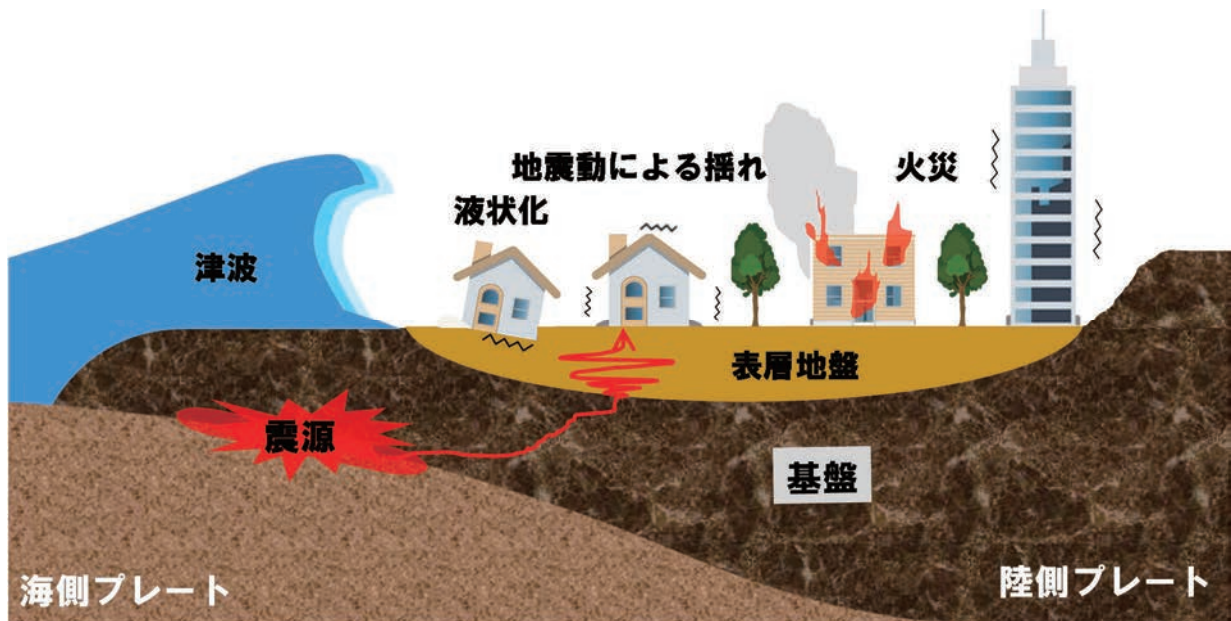


図 3.2.1 地震被害予測のイメージ

2.1.2 地震被害の要因

ここでは、地震の規模と発生場所、揺れの増幅や液状化の発生に影響を与える地盤の違い、建物の損壊に影響を与える建物の構造や建築年代、出火に影響を与える地震発生の季節・時刻や建物用途、延焼に関する市街地構造、津波による流失に影響を与える海岸からの距離や標高などの各要因について触れる。

(1) 地震の規模(マグニチュード)

地震の規模を表す指標として、マグニチュード(M)が用いられており、地震の発生場所によるものの、わが国では一般にM5クラス以下であると、被害を生じることが少ないが、M6クラス以上になると被害を伴うことが多い。マグニチュードが1違うとそのエネルギーは約32倍異なり、M8.0の巨大地震は、M6.0の地震の1,000倍に相当する。震源からの距離がほとんど変わらない場合でも、地震のマグニチュードが大きくなるにつれて、被害も大きくなる。

地震の規模別の発生回数は、一般にマグニチュードが小さいほど多く、マグニチュードが大きいほど少なくなる傾向がある。わが国で発生した過去の地震データによれば、概ねM6クラスの地震が1年に10回程度、M7クラスの地震が年1回程度発生し、M8クラス以上の地震は10年に1回程度発生している。

(2) 発生する場所

地震による被害はその規模の大きさにより異なるとともに、発生する場所にも深く関係する。大地震が発生しても周辺に住民や建物などが少なければ、被害は小さいが、大都市付近で地震が発生した場合、M6クラスの

地震でも大きな被害が発生することがある。兵庫県南部地震のようにM7クラスの地震が大都市の近郊で発生した場合、その被害は非常に大きなものとなる。

第1章第1節でも述べたとおり、わが国は地震の多いプレート境界地域に沿って国土が形成されている。特に首都圏を含む南関東地方は複雑にプレートが接している場所であり、過去にも大正関東地震をはじめとして何度も大地震が発生している。南関東地方は人口や建物などが集中しているだけでなく、わが国の政治・経済の中心でもあり、この地域を巨大地震が襲った場合、その被害は甚大なものとなる。

また、海域を震源とする地震が発生した場合には津波を伴うことがある。東北地方太平洋沖地震では、大津波が発生し、太平洋沿岸部で甚大な被害が発生した。



東北地方太平洋沖地震の津波被害

(3) 震源断層の形状

地震は断層のある 1 点(震源)の破壊から始まり、断層に沿って徐々に破壊が進み最終的には広範囲のズレを生じる、という過程をたどる。この地震を起こした断層を震源断層といい、マグニチュードが大きい地震は震源断層も大きいとされている。

地震による被害はこの震源断層からの距離と密接に関係するが、例えば、地震本部で想定している南海トラフ沿いの地震が発生した場合、その震源断層は最大約 700kmにもわたり、被害も広範囲におよぶため、震源の形状を適切に評価する必要がある。

(4) 地盤の種類

図 3.2.1 に示したように地盤は、大まかに表層地盤とその下の基盤に分けて考えることができる。通常、表層地盤は軟らかく、基盤は硬い。震源で発生した地震波は、基盤を伝播して観測点直下の表層地盤に到達する。地震波が硬い基盤から軟らかい表層地盤に伝播するとき、地震波は増幅される。この表層地盤の種類によって、地震波の増幅のされ方が大きく異なり、一般に表層地盤が軟弱であるほど増幅されやすくなる。震源からの距離がほとんど変わらないのに、硬い地盤に比べて軟らかい地盤で地表での揺れが大きくなるのは、こうしたことが影響している。

また、液状化の発生も地盤の種類に大きく関係する。地盤の液状化による災害は、地震動によって地盤内に含まれている水分と土質粒子とが混じり合って流動化するために、構造物に対する支持力が失われて発生する災害である。このため、建物全体が傾斜したり、沈下、移動あるいは転倒などが生じる。液状化は、地下水位

が高い、軟弱地盤で発生するため、その地点での微地形(平野内にみられる小規模な自然堤防、旧河道などの微細な地形)と密接な関係があることが判明している。特に埋立地などの人工地盤では液状化が発生しやすく、建物被害を受けやすい。東北地方太平洋沖地震では、人工地盤等で大規模な液状化が発生し、多くの建物が被害を受けた。



東北地方太平洋沖地震の液状化被害

(5) 建物の構造・建築年代

地震による建物被害が建物構造により異なってくることは、これまでの調査研究によって明らかにされている。

建物構造別の被害の一般的な傾向としては、鉄筋コンクリート造や鉄骨造等の非木造建物の被害に比べて、木造建物の被害の方が大きい。ただし、木造建物の中でも、地震に対する十分な設計や施工がなされた耐震性の高い建物もある。

また、建物の建築年代と被害との関係も地震被害の調査などにより明らかになっている。1950 年の建築基準法制定以降、耐震基準は何度か見直され、その度に建物の耐震性は高くなってきている。特に 1981 年の新

耐震設計法導入以降の建物がそれ以前のものに比べて地震による建物被害が少ないことは、1995年の兵庫県南部地震や2016年の熊本地震の被害データなどからも明らかにされている。



東北地方太平洋沖地震の損壊被害

(6) 発生する季節・時刻

地震被害の形態の中で、地震火災については、地震の発生する季節・時刻により、被害の大きさが顕著に異なる。ストーブなど暖房器具が多く使用されている冬に地震が発生した場合、夏などに比べ出火件数は多くなり、また、食事の用意など火気器具が多く使用されている夕方に地震が発生した場合、明け方などに比べ出火件数が増えることが予想される。さらに、延焼危険については風速などの気象条件も深くかかわってくる重要な要因である。

(7) 建物の用途

建物の用途は地震時の出火に影響を与える要因として考えられる。例えば、建物の用途別に出火を考えた場合、火気の使用頻度が高い料理飲食店からの出火

率は、火気の使用頻度の低い事務所より高いことが予想される。そのため、繁華街などで出火は多くなる。

(8) 市街地の構造や密集度

市街地の構造や密集度は、地域の延焼性向に大きく影響する。兵庫県南部地震においても、大規模な延焼の被害が生じた地域は、古い木造家屋が密集して立ち並んでいた地域であった。一昔前のような大火が発生しにくくなったとはいえ、区画整理などによる道路幅員の拡大や老朽化した木造家屋の建て替えが進んでいない地域は、一般に火災に対して脆弱であり、大規模な地震火災の危険性は依然として存在している。

(9) 海岸からの距離や標高

津波が押し寄せた沿岸地域では、海岸からの距離が近く、また標高が低いほど、津波が陸上に遡上した際に浸水しやすく、被害を受けやすい。このほかにも、河川や湾岸の地形等の条件によって、津波の陸上への遡上範囲は変わってくる。

2.1.3 地震被害の形態

地震被害は、地震の規模や発生場所などによりその大きさが異なるとともに、その形態も多様なものとなって現れる。例えば、次のようなものが挙げられる。

- ・建物(建築物)や、橋・ダムなどの土木構造物の変形や破壊
- ・地形の崩壊、移動(土砂崩れ、崖崩れ、地すべり)
- ・地盤の液状化による沈下
- ・津波の発生による流失
- ・火災による焼失

- ・危険物、有毒物の拡散
- ・ライフラインの断絶
- ・道路、交通網の麻痺
- ・パニックの発生

これらのうち、地震保険契約者が被ると思われる物理的な被害形態の中で、ウェイトが大きいと考えられるものとして次の3点が挙げられる。

- ① 地震動や地盤の液状化による建物の損壊
- ② 地震火災による建物の焼失
- ③ 津波による建物の流失

地震保険では、震災での危険要因として、この3点に絞り込んで被害予測を行っている。

2.2 地震保険における地震被害予測

地震保険は、火災保険など他の災害を補償する保険に比べ、保険事故の事例が少なく、過去の被害データのみに基づいて純保険料率を算出することはできない。そこで、純保険料率の算出においては、将来発生が予想される地震が発生した場合のシミュレーションを行って被害を予測している。このシミュレーションは、地域間の公平性の観点から、全国を同じ手法で評価可能で、かつ、全国均質なデータを用いて行うことが重要となる。そこで、全国統一の基準で評価した確率論的地震動予測地図の震源モデルや地震動予測手法をベースとして、地震被害予測を行っている。その予測手法の概略を図3.2.2に従い述べる。

まず、確率論的地震動予測地図の作成に用いられた地震が現在発生したとして、予想される被害地域における地震動の大きさを、地盤特性を考慮して予測する。次に、地震動や地盤の液状化による損壊の被害率を、被害地域の建物状況(建物の建築年代別分布、建物構造分布など)を反映して予測する。また、地震動から被害地域の出火件数を求め、延焼を考慮して地震火災による被害率(焼失率)を予測する。さらに、海域で発生した地震の場合には、津波による被害率(流失率)も予測する。これらの被害率に、被害地域の現在の地震保険契約状況を加味して予想支払保険金の計算を行い、これらから1年あたりの予想支払保険金を求める。これを地震保険の契約保険金額で除すことにより、純保険料率が求められる。

以下に、地震保険の純保険料率算出における被害予測シミュレーションを具体的に解説する。

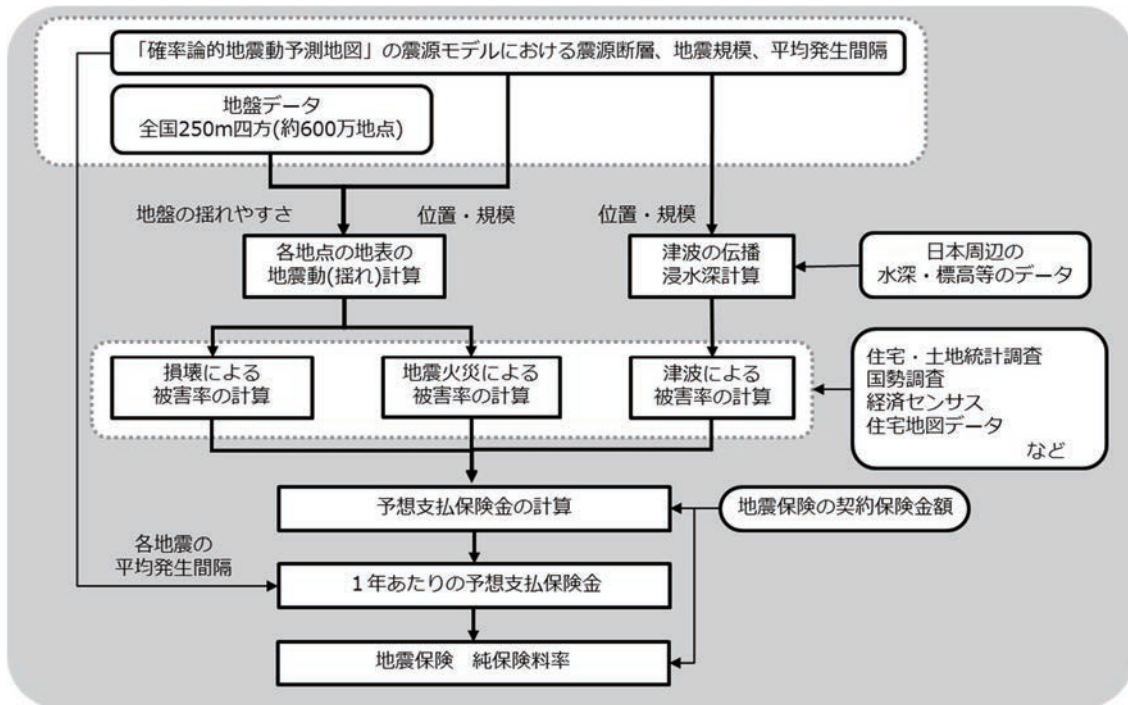


図 3.2.2 地震保険における純保険料率算出のフロー

2.2.1 想定する地震

「どこで」、「どのくらいの大きさ」の地震が「いつ」発生するかを正確に予知することは、最新の科学の知見をもってしても困難とされている。一方、規模の大きなプレート境界付近で発生する地震や活断層で発生する地震は、同じ場所で繰り返し発生することが知られており、長期的には、その大きさや発生間隔をある程度予測することが可能であると考えられている。地震本部が公表している確率論的地震動予測地図の震源モデルは、こうした地震発生 of 長期的予測について、多くの研究者の議論を経て全国統一の基準でまとめられたものといえる。地震保険では、この震源モデルを用いて純保険料率の算出を行っている。

2.2.2 地震動の予測

(1) 距離減衰式

地震のマグニチュードが大きいほど、地震動は大きくなる。また、地震動は、震源に近いほど大きく、遠いほど小さくなる。これらの関係を式で表したものは「距離減衰式」と呼ばれ、縦軸を地震動の大きさ、横軸を震源からの距離とすると、図 3.2.3 のようになる。これを用いると、任意の地点での地震動の大きさが求められる。

地震保険では、マグニチュードや地震のタイプ(陸のプレート内で発生する地震、プレート境界で発生する地震、沈み込むプレート内で発生する地震)等が反映された距離減衰式を用い、地震動の予測を行っている。

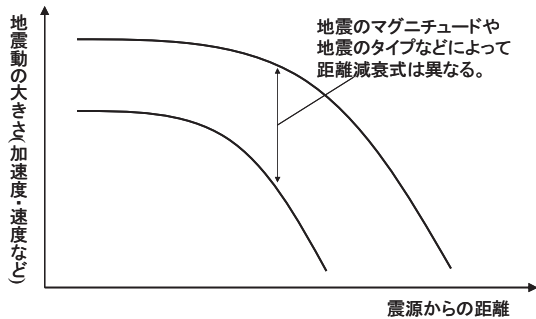


図 3.2.3 距離減衰式のイメージ

(2) 地震動と地盤特性

距離減衰式で求められた地震動は、表層地盤の揺れやすさが考慮されていない。表層地盤が堅固であれば周囲よりも揺れは小さいものとなり、軟弱であればその逆となる。表層地盤の揺れやすさはその地点の地形分類との相関が高いと言われている。例えば山地や丘陵地などでは堅固で揺れにくい傾向があり、それらの地形では震源からの距離が等しくても低地や埋立地などと比較して揺れは小さくなる傾向がある。シミュレーションにおいては、地形等に注目して、表層地盤の揺れやすさを評価し、距離減衰式で求めた地震動に反映して、各地点の揺れの大きさを求めている。

2.2.3 損壊被害の予測

(1) 地震動による直接的な被害の予測

地震時の揺れにより生じる建物の倒壊や損傷などの被害は、地震動によって直接的に建物・家財が破壊される現象であり、その被害率と地震動の強さとの間には高い相関が見られる。そこで、地震保険の純保険料率算出にあたっては、地震動の強さと建物の被害率との関係式(被害関数)に前記2.2.2で求めた地震動を適用して、被害率を計算している。

なお、2.1.2(5)で述べたように、地震による建物被害は、建物の構造のほか、既往の研究により建築年代によっても差があることが知られているため、被害関数は建物の構造や建築年代ごとに区分している。

(2) 地盤の液状化による被害の予測

都市化の進展に伴い宅地が不足し、軟弱地盤や人工地盤などでも住宅建設が進んでいる。そのため、地震が発生した場合、これらの地域では、液状化による被害も発生する恐れがある。

2.1.2(4)で述べたとおり、液状化の発生のしやすさは、その地点の微地形と密接な関係がある。そこで、この関係に着目して研究・発表された論文の手法に従い、確率論的地震動予測地図の作成に使われている全国の微地形データを用いて、液状化による被害率を算出している。

2.2.4 焼失被害の予測

地震時に発生する多種多様な災害形態の中で最も危惧されるものの一つに地震火災がある。わが国の災害史をみても、被害が大きな地震は火災を伴っていることが多い。わが国は木造建物が多いため過去度々大火に見舞われており、顕著な火災を伴った主な地震の例を、表 3.2.1 に示す。

地震保険では、地震火災を「出火」と「延焼」の2つの過程に分けて予測を行っている。

(1) 出火

一般の住宅に影響の大きい出火要因である火気器具・電熱器具、電気機器・配線、漏洩ガスからの出火について、東京都が用いている手法に基づいて出火率を求めている。

東京都の手法では、火気器具等の転倒、落下や屋内配線の短絡等から出火に至るケースを想定し、実験や兵庫県南部地震の際の事例等から出火率が求められている。この手法に基づき、前記 2.2.2 で求めた地震動の強さに応じた出火率を算出し、延焼拡大に至る建物 1 棟あたりの出火率を算出している。

(2) 延焼

日本全国の個々の建物の形状が判別できる地図データを用いて隣棟間の距離を計算する。その距離に基づいて、建物構造を考慮しつつ延焼の可否の判断を行うとともに、出火率を適用して、地震火災による被害率(焼失率)を算出している。このモデルでは、道路幅員が狭く建物の密集度が高いほど、また、木造建物の割合が多いほど、焼失率は高くなる。

表 3.2.1 わが国で顕著な火災を伴った地震の例(明治時代以降)

地震	発生年月日	被害状況
大正関東地震 M7.9	1923年9月1日 11時58分	全体で死・不明105,000余り、住家全潰109,000余り、半潰102,000余り、焼失212,000余り(全半潰後の焼失を含む)
北但馬地震 M6.8	1925年5月23日 11時09分	死428、家屋全潰1,295、焼失2,180
北丹後地震 M7.3	1927年3月7日 18時27分	全体で死2,925、家屋全潰12,584(住家5,106、非住家7,478) 京都で全焼3,647
昭和南海地震 M8.0	1946年12月21日 4時19分	死1,330、家屋全壊11,591、半壊23,487、流失1,451、 焼失2,598
福井地震 M7.1	1948年6月28日 16時13分	死3,769、家屋全壊36,184、半壊11,816、焼失3,851
兵庫県南部地震 M7.3	1995年1月17日 5時46分	死・不明6,437、住家全壊104,906、半壊144,274、 全半焼7,132

地震・発生年月日は「日本被害地震総覧 599-2012」(2013)、被害状況は「理科年表」(2021)に基づく。
ただし、被害状況の下線部については「日本被害地震総覧 599-2012」(2013)を基に作成

2.2.5 流失被害の予測

海域で発生する地震は津波を伴い、被害をもたらすことがある。わが国における大きな津波被害を伴った地震の例を、表 3.2.2 に示す。表 3.2.2 をみて分かるように、大きな津波を伴う地震の多くはマグニチュードが大きく、概ね M8 クラス以上の地震である。

津波の発生は、地震によって海底に急激な変動が生じることが原因である。純保険料率算出では、まず津波を引き起こすと想定される地震について、断層運動に

伴う海底の隆起や沈降の分布を計算し、それが海水面の変動と一致するとして津波の初期水位を与える。これを基に、陸上への遡上も含めた津波の伝播を、わが国周辺の海域の水深データおよび陸域の標高データ等を用いて計算し、各地点の浸水深(図 3.2.4 を参照)を計算する。津波による被害率(流失率)は、東北地方太平洋沖地震における浸水深と被害実績の関係に基づいて算出している。

表 3.2.2 わが国で津波被害を伴った地震の例(明治時代以降)

地震	発生日	被害地域および被害内容
明治三陸地震 M8.2	1896年6月15日	津波が北海道から牡鹿半島に襲撃し、死者総数21,959、家屋流失全半潰8,000~9,000
昭和三陸地震 M8.1	1933年3月3日	津波が太平洋岸を襲い、三陸沿岸で被害は甚大。死・不明3,064、家屋流失4,034、倒潰1,817、浸水4,018
昭和東南海地震 M7.9	1944年12月7日	静岡・愛知・三重などで合わせて死・不明1,223、住家全壊17,599、半壊36,520、流失3,129
昭和南海地震 M8.0	1946年12月21日	津波が静岡から九州まで襲った。死1,330、家屋全壊11,591、半壊23,487、流失1,451、焼失2,598
チリ地震津波 Mw9.5	1960年5月23日	北海道南岸・三陸沿岸・志摩半島付近で被害が大きかった。死・不明142、家屋全壊1,500余り、半壊2,000余り
日本海中部地震 M7.7	1983年5月26日	被害は秋田で最も多く、島根など遠方の府県にも発生した。日本全体で死104、建物全壊934、半壊2,115、流失52
北海道南西沖地震 M7.8	1993年7月12日	津波による被害が大きく、死・不明230、住家全壊601、浸水455
東北地方太平洋沖地震 M9.0	2011年3月11日	被害の多くは巨大津波によるもの 死者不明22,303、住家全壊122,005、浸水11,275

地震・発生日・被害地域および被害内容は「理科年表」(2021)に基づく。ただし、被害状況の下線部について、北海道南西沖地震は「日本被害地震総覧 599-2012」(2013)、東北地方太平洋沖地震は「消防白書」(2022)を基に作成

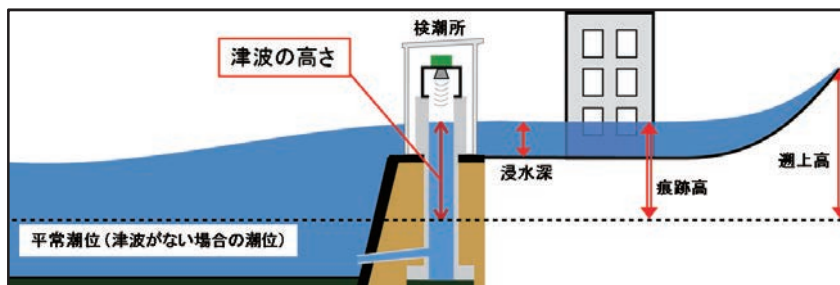


図 3.2.4 津波の高さと浸水深 (気象庁ウェブサイトから転載)

<参考文献>

- 消防科学総合センター(1998), 地域防災データ総覧, 地震災害・火山災害編(改訂新版).
- 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子(2013), 日本被害地震総覧 599—2012, 東京大学出版会.
- 中央防災会議(2021), 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震の被害想定について
- 東京都(2022), 首都直下地震等による東京の被害想定報告書.
- 損害保険料率算出機構(2005), 市街地特性を考慮した地震火災の延焼危険評価手法の開発, 地震保険研究, 6.
- 首藤伸夫(1988), 津波災害の変遷と対策上の問題点, 海岸工学講演会論文集, 35, 237-241.
- 山本明夫ほか(2009), 微地形区分データを用いた広域の液状化危険度と液状化による建物被害率の予測に関する研究, 地域安全学会論文集 No.11, 275-285.
- 国立天文台編(2021), 理科年表 2022, 丸善.
- 消防庁(2022), 消防白書(令和3年版).
- 気象庁 ウェブサイト
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/knownow/faq/faq26.html>