

## ◆ 今後起こりうる大震災とリスクマネジメント

(本レポートの要旨)

- 「千島海溝」、「日本海溝」、「相模トラフ」、「南海トラフ」などを震源域とした規模の大きい海溝型地震が、太平洋側を中心に今後少なからぬ確率で発生することが想定されます。震災リスクは「現実的なリスク」として認識しておく必要があります。
- 東京都心においても震度 6 強、平野部の標高の低い地域や河川の近くなど地盤の悪い地点では震度 7 の揺れも十分想定されます。
- 大震災が企業に及ぼす影響は、人的・物的な直接損害から、事業中断による逸失利益などの間接損害まで多岐に亘ります。リスクマネジメントの観点からは、具体的なシナリオを想定し、直接・間接の被害想定額を予め算定しておくことが望ましいと考えます。
- 具体的なリスク評価（アセスメント）は、あらゆるリスク対応策検討の前提となるものです。物的損害評価で盲点となりやすい液状化リスク評価の考え方や、事業中断に伴う逸失利益算定の考え方など、独自の観点も紹介していますので参考にして頂ければ幸いです。

(はじめに)

新型コロナウイルスの流行により事業継続へのリスク認識が高まっています。一方で、東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）の余震と考えられる地震も散発するなど地震被災リスクも依然高い状況です。

コロナ禍では営業制限や消費者の活動自粛などにより、多くの企業で収益力の低下が顕著となっています。そのような企業が大きな震災に見舞われた場合、復旧費用の捻出も困難となり、事業の再建は更に難しくなります。コロナ禍の今こそ、全社的な震災リスクの認識と備えを十分に行うべきではないでしょうか。

本レポートでは、前半部分で過去の地震の分析や現在の研究結果から日本では依然として地震リスクが高いことを示すとともに、特に都心で想定される揺れの大きさについて分析します。また後半部分では、地震による損害の分類とともに、直接的・間接的な被害想定金額の考え方について考察していきたいと思えます。

## 1. 過去に発生した大地震(1800年以降)

### (1) 日本の地震の概要

日本の国土は地球の陸地面積の0.3%弱であるにもかかわらず、活火山は地球全体の7% (111ヶ所)も存在しています。そのため、これまでマグニチュード (以下「M」)5 以上の世界の地震の1割が日本に集中してきました。M は地震の規模を表す指標で、1 増えると、その発するエネルギーの大きさは約 32 倍、2 増えると 1000 倍になるとされています。一方、震度はその場所での揺れの大きさを表します。地震のMは固有ですが、震度は震源からの距離や地盤の違いなどで変わってきます。

日本で地震に関する記録が比較的良好に残っている 1800 年以降に発生した死者 100 名以上の国内地震を集計したところ、計 30 回となりました (図表 1-1,1-2)。規模で見ると、海域地震は M8 前後、内陸地震は M7 台前半が中心となっていることから、海域地震の場合、内陸地震よりも発生回数(頻度)は少ないものの、発生規模(発生強度)は大きいことがわかります。

- ① 海域地震 (11 回) : 海のプレートと陸のプレートの運動に起因し、その境界に位置する海溝沿いで発生する海溝型地震を中心とする規模が大きな地震です。海溝型地震はゆっくりとした大きな横揺れが長く続く地震で、大規模な津波を伴うことが多く、被害も広範囲にわたるのが特徴です。国内観測史上最大規模は、東北地方太平洋沖地震 (いわゆる東日本大震災、M9.0) です。死者数が最大であったのは、食事の支度時間に地震が発生し、台風による強風で火災が広がった大正関東地震 (いわゆる関東大震災、M7.9) ですが、その規模自体は東日本大震災の 30 分の 1 以下であったことがわかります。
- ② 内陸地震 (19 回) : 陸上の活断層のずれにより発生する地震で、下から突き上げるような揺れにより、震源地周辺で大きな揺れがあるのが特徴です。1949-1994 年には、さほど大きなものは見られませんでした。他の期間では、ほぼ 10 年に 1 度大規模な地震が発生しており、近年では兵庫県南部地震(いわゆる阪神淡路大震災)がこれに該当します。1891 年の濃尾地震 (M8・死者 7 千人超)が規模・死者数ともに最大となっています。内陸地震は震源が人間の居住地に近いことや震源の深度が海域地震に比べ浅いことが多いことから、震源付近に人口が密集している場合には、比較的小さな規模でも大災害を引き起こす場合があります。

なお、これらの記録や国内の地震予測データはすべて国の「地震本部(地震調査研究推進本部)」のデータがもとになっています。地震本部は、阪神・淡路大震災の経験を活かし、地震に関する調査研究の成果を社会に伝え、一元的に地震に係る防災態勢の整備を推進するために作られた政府の特別機関です。地震予知連絡会等と連携し、各機関での地震に関する調査結果の収集・分析を行うとともに、地震に関するデータを公開しています。

図表1-1 海域の大規模地震とその被害

発生	地震名	震源地	M	死者
1833	庄内沖	日本海	7.5	142
1854	安政東海	南海トラフ	8.4	3,000
1854	安政南海	南海トラフ	8.4	数千人
1896	明治三陸	三陸沖	8.3	21,959
1923	大正関東	相模湾	7.9	105,000
1933	三陸	三陸沖	8.1	3,064
1944	東南海	南海トラフ	7.9	1,223
1946	南海	南海トラフ	8.0	1,330
1983	日本海中部	日本海	7.7	104
1993	北海道南西沖	日本海	7.8	230
2011	東北地方太平洋沖	三陸沖	9.0	24,729

出典) 地震本部

図表1-2 内陸の大規模地震とその被害

発生	地震名	震源地	M	死者
1804	象潟(ぎさかた)	秋田	7.0	300
1828	越後	新潟	6.9	1,443
1830	京都周辺	京都	6.5	280
1847	善光寺	長野	7.4	5,867
1854	伊賀上野	三重	7.3	1,500
1855	安政江戸	東京	6.9	4,000
1858	飛越	岐阜	7.1	343
1872	浜田	島根	7.1	550
1891	濃尾	岐阜	8.0	7,273
1894	庄内	山形	7.0	726
1896	陸羽	秋田	7.2	209
1925	北但馬	兵庫	6.8	428
1927	北丹後	京都	7.3	2,925
1930	北伊豆	静岡	7.3	272
1943	鳥取	鳥取	7.2	1,083
1945	三河	愛知	6.8	2,306
1948	福井	福井	7.2	3,769
1995	兵庫県南部	兵庫	7.3	6,437
2016	熊本	熊本	7.3	273

出典) 地震本部

(2) 大震災の発生頻度

前出の集計から国内での死者 100 名以上の地震は、1850 年代、1890 年代、1940 年代にはかなり集中していたことがうかがえます。一方で、1860 年代～1880 年代、1900 年代～1910 年代、1950 年代～1980 年代には大きな地震はさほどなく、大規模な地震の発生には時期の偏りがあったことがわかります (図表 1-3 参照)。一般的な地震の発生頻度としては、M が 1 大きくなると 1/10、2 大きくなると 1/100 に減少することが、過去の観測結果から判明しています<sup>1</sup>。

2000 年以降の日本では、死者 100 名を超えるような地震は東北地方太平洋沖地震 (東日本大震災) と熊本地震ですが、近年も大阪北部地震や北海道胆振東部地震など、大きな被害をもたらした地震が発生しています。大きな地震は地殻内にひずみを生じさせ、そのひずみを解消するために地震が発生するという連鎖のメカニズムを持っており、連続的に発生することも少なくないことを認識しておくことが重要です。

図表1-3 各地震の発生年

発生	内陸	海域
1800	●	
1810		
1820	●	
1830		●
1840	●	
1850	●●●	●●
1860		
1870	●	
1880		
1890	●●●	●
1900		
1910		
1920	●●	●
1930	●	●
1940	●●●	●●
1950		
1960		
1970		
1980		●
1990	●	●
2000		
2010	●	●

<sup>1</sup> 「ゲーテンベルク・リヒター則」という

### (3) 近年の大震災

国内での震度（揺れの大きさ）の観測体制が整備されたのは、戦後になってからのことです。戦後、最大の震度である震度 7 の地震が観測されたのは、5 回あります。なかでも被害の大きかったのは、海域地震の東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）と、人口密集地帯で発生した内陸地震の兵庫県南部地震（阪神淡路大震災）です。更に大きな被害を及ぼすと考えられる首都圏近郊での大型地震は、大正関東地震（関東大震災）以来ほぼ 100 年間発生していません。

図表 1-4 戦後の震度 7 の地震(M 順)

		M	地震名	主な被災地	地震型	死者数	発生時期
震 度 7	1	8.4	東北地方太平洋沖	宮城県	海域	24,729	2011/ 3
	2	7.3	兵庫県南部	兵庫県	内陸	6,437	1995/ 1
	3	7.3/6.5	熊本(本震/前震)	熊本県		273	2016/ 4
	4	6.8	新潟県中越	新潟県		68	2004/10
	5	6.7	北海道胆振東部	北海道		43	2018/ 9

## 2. 今後発生が想定される地震

今後、国内で発生が予想される地震<sup>2</sup>として、地震本部が以下を公表しています（図表 2-1,2-2）。

### (1) 海溝型地震

Ⅲランク、すなわち今後 30 年以内の発生確率が 26%以上として想定されている地震は太平洋側に集中しています。なかでも M8 程度が想定される「根室沖のプレート間巨大地震(千島海溝)」や、M8 以上の「南海トラフ地震」、「相模トラフ地震」はいずれも高い発生確率が予測されています。

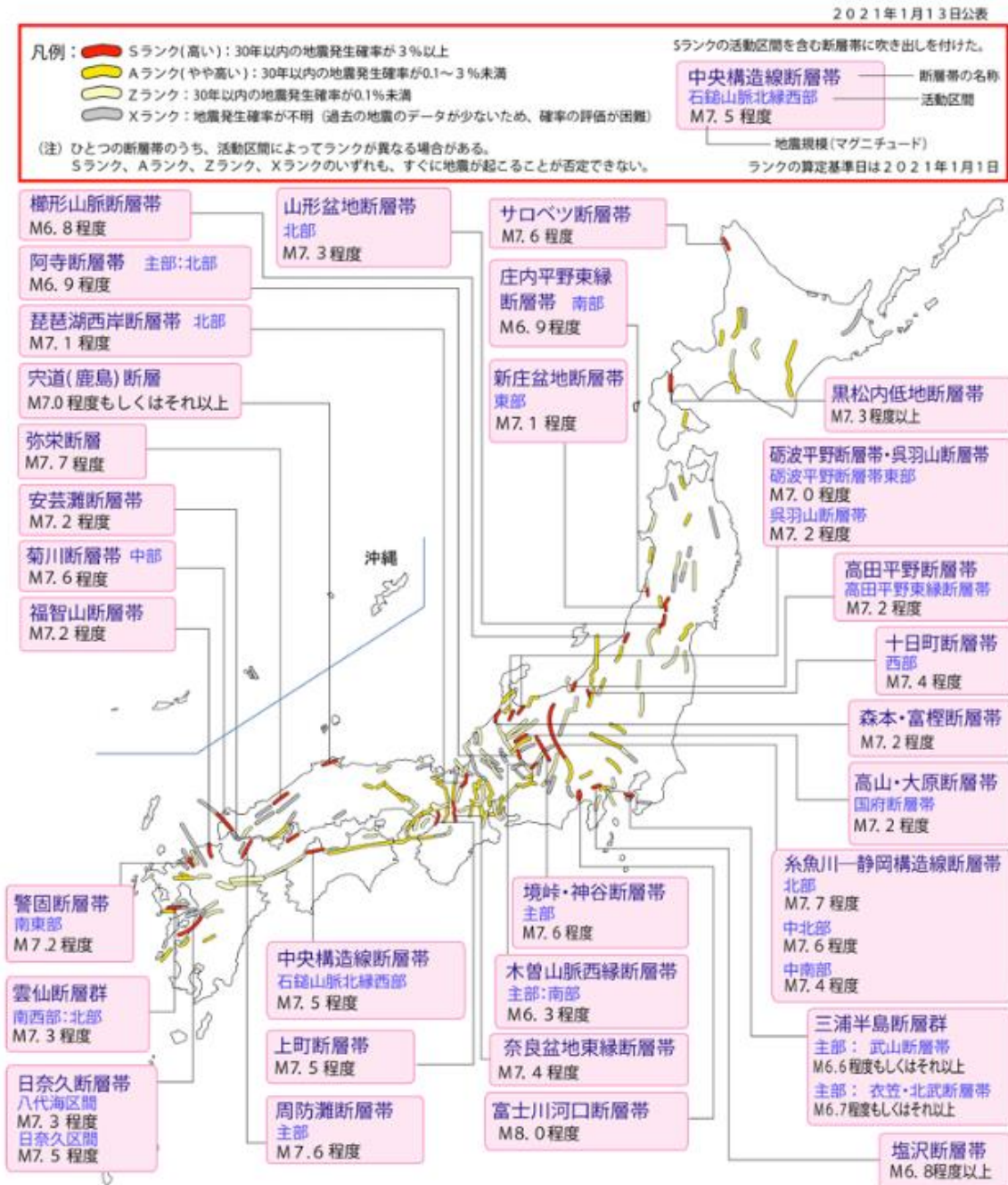
<sup>2</sup> 地震本部「主要活断層の評価結果」「主な海溝型地震の評価結果」より



(2) 活断層型地震

Sランク、すなわち今後30年以内の発生確率が3%以上と見込まれている地震の活断層は全国に31か所存在します。発生確率は海溝型地震よりも低く、最も確率が高いものは、糸魚川-静岡構造線断層帯中北部(M7.4~7.7)で、30年以内の発生確率は13~30%とされています。首都圏では三浦半島断層群(M6.6以上)が最も高い発生確率となっています(同6~11%以上)<sup>3</sup>。

図表 2-2 想定されている活断層型地震



<sup>3</sup> 防災科研地震ハザードステーション「確率の数値を受け止める上での参考情報」より

### (3) 地域別発生確率

主要都市において今後 30 年で震度 6 弱以上の地震が発生する確率が地震本部より図表 2-3 のとおり予想されています。日本人が 30 年以内に交通事故で負傷する確率は 15%、火災で罹災する確率は 1.1%、台風で罹災する確率は 0.3%といわれている<sup>4</sup>ことから考えると、十分に高い確率と言えるのではないのでしょうか。

図表 2-3 今後 30 年で震度 6 弱以上が想定される確率(主要都市)<sup>5</sup>

確率	北海道・東北	関東	中部	近畿	四国・中国	九州
70%以上	根室	水戸・千葉・横浜	静岡	-	徳島・高知	-
60%以上	釧路	-	津	奈良	高松	-
50%以上	-	さいたま・甲府	-	大阪・和歌山	-	大分
20%以上	-	東京	名古屋	神戸	松山・岡山・広島	宮崎・那覇
20%未満	札幌・青森・仙台	前橋	長野	-	-	福岡

※各都市内でも地盤等により想定される震度は異なる

### (4) 都心で想定される震度

震源を房総半島沖とする相模トラフ地震を想定した場合の、J R 総武線、山手線の主要駅周辺震度を銀泉(株)の地震リスク評価システムを使いシミュレーションしてみました(図 2-4,2-5)

結果、各駅の震度は 6.2~6.7<sup>6</sup>となりました。想定される震度が地点によって異なる背景は一概には言えませんが、東京に限っては、地盤の強弱などに関し概ね標高が低いほど震度が大きくなる傾向にあることがうかがえます。低地は河川より土砂が運ばれて形成された沖積平野であるため地盤が緩く、標高が高くなるにつれ比較的硬い台地状の地盤であることが多いと考えられます。標高が 5m 以下の地点では震度が 6.5 を超える(震度 7)場所が多く、これらの多くは埋め立て地であると考えられます。なかでも浅草橋や大崎は震度が大きい一方、東京・神田などは江戸前島と呼ばれる江戸幕府設立以前の古い地盤に存在しているためか、想定される震度は比較的小さくなっています。

これらを背景に、東京都心の揺れは地盤等の条件により二つのカテゴリーに大別できると考えられます。

①揺れの比較的大きな地点：概ね標高 10m 以下の低地帯(浅草橋・錦糸町・大崎~有楽町・上野・田端・恵比寿など)

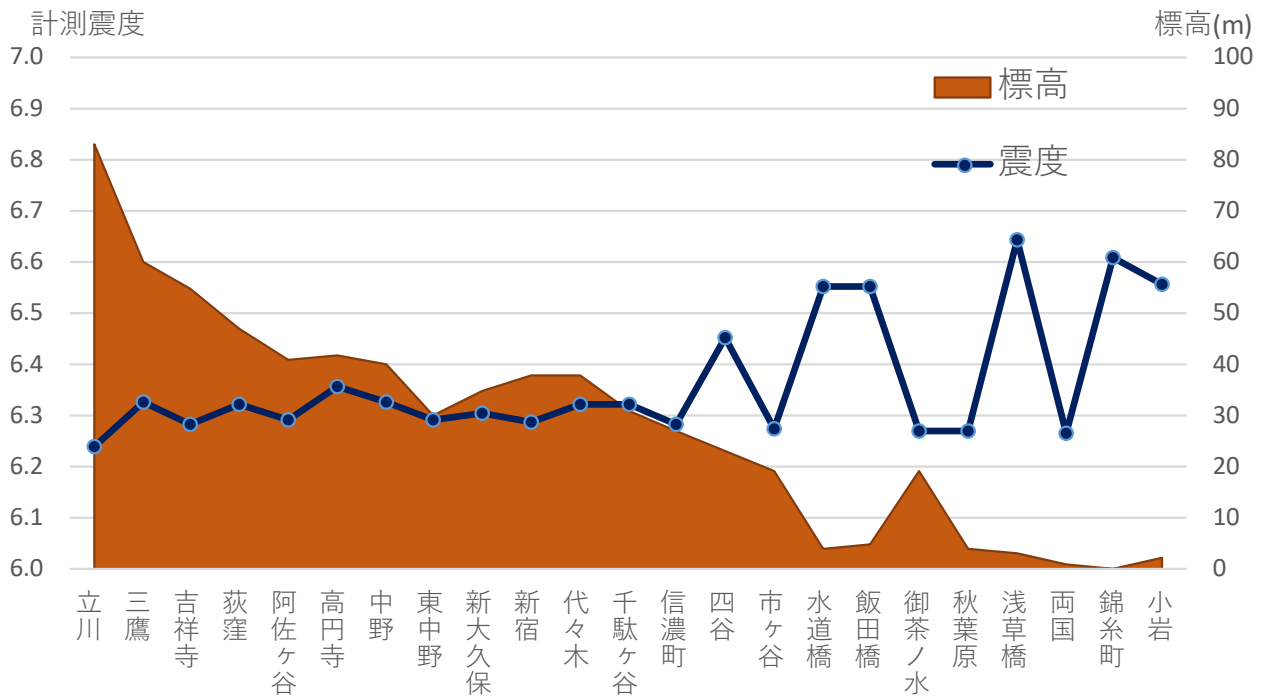
②揺れの比較的小さな地点：標高 20m 以上の台地や、5m 以下でも比較的地盤の強固な低地(両国・御茶ノ水・市ヶ谷・信濃町以西の総武線、上野と田端を除く東京~原宿・目黒・五反田などの山手線)

<sup>4</sup> 防災科研地震ハザードステーション「確率の数値を受け止める上での参考情報」より

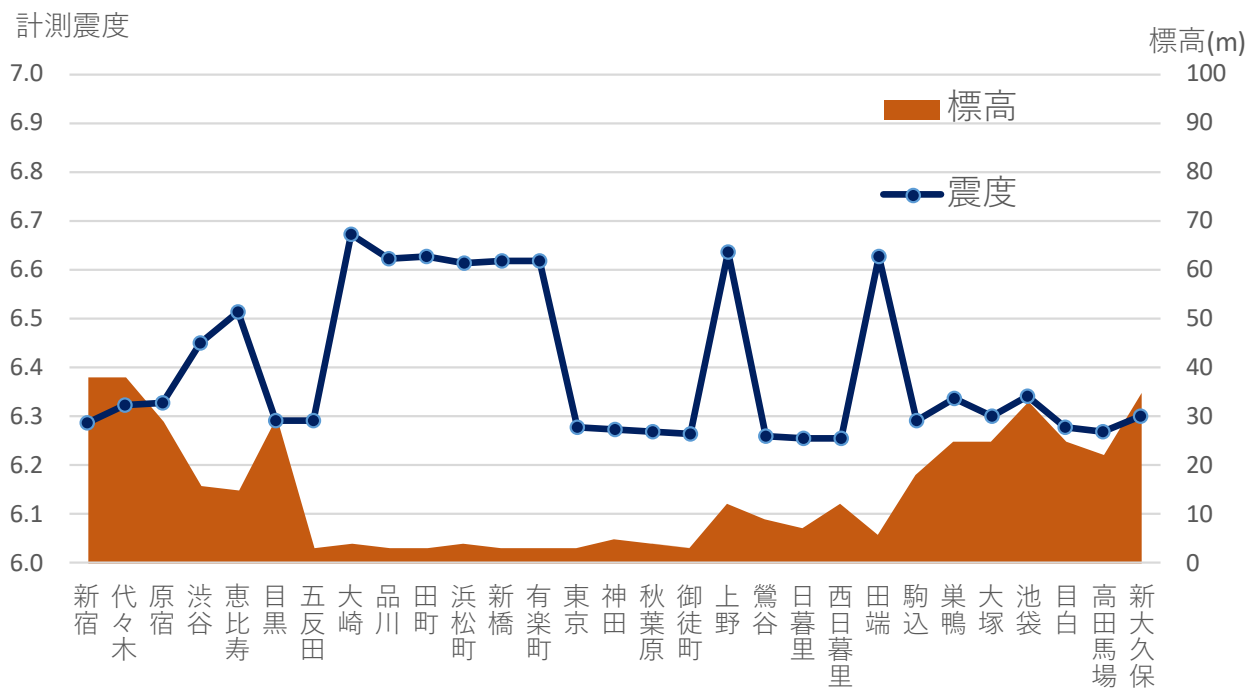
<sup>5</sup> 地震動超過確率(地震本部/防災科学技術研究所 2018 年度資料より)

<sup>6</sup> 一般的な震度では、震度 6 強(計測震度 6.0 以上 6.5 未満)・震度 7 (同 6.5 以上)に相当

図表 2-4 JR 総武線各駅で想定される震度



図表 2-5 JR 山手線各駅で想定される震度





### 3. 地震による損害とその評価

#### (1) 損害分類とリスクアセスメントの必要性

地震によって企業が被る損害には様々なものがありますが、大別すると、「人的・物的損害（直接損害）」と「事業中断による損害（間接損害）」に分かれます。物的損害には、衝撃損害(後述)や、ガス漏れ・ショートなどに伴う火災延焼、津波、土砂崩れやそれに伴う水害、液状化による損害などが含まれます。事業中断による損害には、被災による工場や営業停止に伴う事業の逸失利益が該当します。

特定地域で最大規模（震度 7）の地震が発生した場合、直接損害・間接損害の被害想定額がどの程度か、予め把握しておくことは企業のリスクマネジメントの観点から極めて重要です。適切なリスクアセスメント（評価）を経て初めてリスクへの対応措置検討も可能になるといえます。

#### (2) 物的損害のリスクアセスメント

物的直接損害の場合、地震によって発生する衝撃ほか様々な現象によって生じる直接的な被害想定額を算定することになります。ここでは建物の地震衝撃損害と、液状化による損害額の考え方について示します。

##### ① 地震衝撃損害

震度 7 の地震に襲われた場合、建物にどの程度の被害が発生するのでしょうか。ここでは地震振動のみによる直接的な損害である衝撃損害についてその損害率を推定してみます。

一例として、損害率が最大となる震度 7 の場合について、一定の条件下で建物を受ける損害率のシミュレーションを行ってみました<sup>7</sup>(図表 3-1 および 3-2)。建物の構造と耐震基準、階数によって損害率がどの程度変化するかイメージがつかめるのではないのでしょうか。

図表 3-1 構造と耐震基準による損害率の違い  
(震度 7・2 階建て・工場または倉庫の場合)

構造	新耐震基準	旧耐震基準
鉄骨造	<b>28%</b>	<b>39%</b>
RC 造	<b>33%</b>	<b>42%</b>
木造	<b>63%</b>	<b>74%</b>

シミュレーションの結果、1981 年以降の建築物に適用された建築基準である新耐震基準の場合、鉄骨造では 30%弱の損害に留まりますが、木造の場合には損害率は 60%を超えています。旧耐震基準の建築物の場合の損害率は新耐震より 10%以上増加していました。

<sup>7</sup> 銀泉(株)の地震リスク評価システムを利用

図表 3-2 高さによる損害率の違い  
(震度 7・新耐震基準・工場または倉庫・鉄骨の場合)

高さ	損害率
1F 建て	<b>34%</b>
2F 建て	<b>28%</b>
3F 建て	<b>25%</b>
4F 建て	<b>23%</b>

平屋建てでは、建物価格の 1/3 程度の損害が発生していますが、階数が増すごとに損害率は低下していません。建物の高さが増すにつれ損害率は低下する傾向にあるともいえます。

因みに用途別で見ますと、オフィスビル等の一般物件（新耐震基準・鉄骨）の場合は、工場よりも損害率は低く、3 階建てで 15%、5 階建てでは 12%と、建物の高さが増すにつれ更に損害率は低下しています。

実際の被害想定額の把握には、建物・設備ごとの設計、構造、仕様の詳細を前提とした損害率に、再調達価格・修理単価等に乗じて算定することになります。

## ② 液状化損害

物的損害には火災延焼や津波、土砂崩れ、それに伴う水害等があり、それぞれについて被害想定額を推定することが重要ですが、盲点となるのが液状化リスクです。

液状化の被害想定を把握するためには、まず自治体が公表している地震損害調査報告書の「液状化分布図」を用いて対象地点の PL 値(液状化指数)<sup>8</sup>と、液状化危険度を調査することが有効です。

図表 3-3 ある地点の想定地震による PL 値と液状化危険度(例)

想定地震	地震規模	PL 値 (液状化指数)	液状化危険度
南海トラフ地震	M9.0	15 < PL < 30	かなり高い

PL=0	液状化リスクかなり低い
0 < PL < 5	同危険度が低い
5 < PL < 15	同危険度が高い
15 < PL < 30	同危険度がかなり高い
30 < PL	同危険度が極めて高い

<sup>8</sup> ある地点の液状化の可能性を総合的に判断しようとするもので、各土層の液状化強度（液状化に対する抵抗率）を深さ方向に重みをつけて足し合わせた値のこと

地震で地盤が液状化した際に、地盤が水平方向に移動する現象は「側方流動」といわれ、水道管等の地下埋設物の破損や、基礎杭が破壊されて建物が傾斜・倒壊する等の重大な被害が発生する場合があります。側方流動には傾斜地が液状化を生じて地盤が斜面下方に流動するものと、埋め立て地等の護岸が移動するものの2つのタイプがあり、一般的に臨海部においては後者のケースが危惧されています。

液状化における被害想定額（地盤復旧費用）は、

$$\text{液状化被害の対象範囲（地盤体積m}^3\text{）} \times \text{1 mあたり地盤復旧費用}$$

で算出されます。対象範囲体積は、地点の PL から推定される沈下量（深さm）及び対象面積から計算されます。また単位当たりの地盤修復費用は、公表資料等の施工価格を参考に、攪拌工法や注入工法等の地盤改良工事を想定して仮説をたてて推定します。

### (3) 事業中断のリスクアセスメント

地震による企業の損害は、物的損害による被害（復旧に必要な建替・修繕費等）に加え、自社や取引先の拠点が損害を受け休業を余儀なくされる場合の逸失利益（固定費含む）が大きな課題です。

大震災が発生した場合、自社工場における損害とサプライチェーンの寸断によって生じる輸送停止や製造工程の復旧期間から、営業収入にどの程度の財務インパクトが及ぶかについてシナリオを想定し、その金額を把握しておくことはリスクマネジメント上極めて重要です。その検討は自社だけでなく、自社主力製品製造に重要な部品調達先を含めて以下の手順で行います。

- ① 自社の営業活動に影響を及ぼす調達品の確認  
（特殊性、代替性、外注依存度等）
- ② 調達先の概況把握  
（製造拠点が複数あるか、罹災時にも安定して供給が受けられるか、調達先のBCP等）

#### ③ 自社への影響分析

自社への影響は以下の考え方で算定します。

$$\text{予想収益減少額} = \text{年間対象売上高(生産高)} \times \text{停止割合} \times \text{影響期間(月数)} / 12 \text{ か月}$$

停止割合は、罹災工場で生産される比率、同工場内の最大リスク区分割合、他生産拠点での代替可能比率等が勘案されます。また、調達先罹災の場合の復旧期間や、重要部品等の代替可能比率等の把握も重要となります。

そのうえで、年間逸失利益は以下の考え方で算定されます。

$$\text{逸失利益}^9 = \text{予想収益減少額} \times (\text{固定費率} + \text{営業利益率})$$

このような考え方で、企業は災害による直接的な被害に加え、事業中断による間接的な被害想定額を含めた財務インパクトを評価することができます。

#### 4. 結びにかえて

- (1) 東日本大震災から丸 10 年の節目を迎え、改めて防災・減災に対する意識・気運が高まっています。とはいえ地震の発生リスク自体は避けて通ることはできません。太平洋側海溝型地震を中心とした大きな震災は、いまなお「現実的なリスク」として今一度認識しておく必要があります。
- (2) 企業リスクマネジメントの一環として、大きな震災（震度 6 強～7）が発生した場合、直接・間接の被害想定額は最悪シナリオの場合どの程度となるのか、予め把握しておくことは極めて重要です。その際に物的損害だけでなく、サプライチェーンの寸断を含めた事業中断インパクトも併せ試算することが肝要です。
- (3) 適切なリスク評価（アセスメント）を前提として初めて現実的なリスク対応の検討が可能となります。地震発生は予防することができませんので、リスクの集中・集積を避けるべく、分散した倉庫へ保管する、複数のサプライヤーを確保する等のリスク分散も必要となると考えられます（リスクコントロール）。
- (4) 損失が発生した場合の備えとして、保険に代表されるリスクの移転や、リスクを保有したまま緊急時の資金調達枠を確保するなどの方法の検討も重要です（リスクファイナンス）。
- (5) いずれにせよ、具体的な被害想定インパクトを十分に踏まえた施策を通じ、強靱な災害対応力（レジリエンス）を模索することが今求められていると言えるでしょう。

銀泉リスクソリューションズ株式会社  
高島猛嗣

<sup>9</sup> 保険では利益補償条項特約等で補償される部分。赤字でも事業継続が必要な場合や大幅な追加費用が見込まれる場合は営業継続費用条項等、追加費用に特化した補償が別途必要となる