

京都大学防災研究所	フェロー会員	河田恵昭
京都大学防災研究所	正会員	林 春男
京都大学防災研究所	正会員	田中 聡
建設省	正会員	○古市秀徳

1. はじめに

人的被害の定量的な評価は、被害地震の発生以前を対象とするリスクマネジメントの段階において、被害想定の中核をなし、また発生直後における応急対応の成否を大きく左右する。ところが、従来の地域防災計画においては、「冬の夕方」に代表される単一の時刻でしか被害想定がなされていない（最近の被害想定では、早朝について考慮しているものもあるが、不十分である）。これでは、任意の季節や時刻（ラッシュアワー、真夏など）に、どのような形態、規模の人的被害が発生しうのかなを具体的、定量的に判断するのは困難である。

そこで本研究では、マルチシナリオ型の人的被害想定を行ううえで不可欠であると考えられる、時系列の変化に対応した人的被害の予測について、「人間のいとなみ」を考慮した定量化手法を提案し、これを実際の被害想定に適用、得られた結果についてさまざまな考察を行った。

2. 時系列的变化を考慮した人的被害予測

2. 1 概要

地震による物理的被害の規模は時間帯によって変化しない。しかし、「人間のいとなみ」は、時刻や季節、地域環境などによって大きく異なるため、これらの要因は人的被害の発生規模・傾向に大きな影響を与えることになる。そこで、現状において人的被害の定量化が可能である被災原因別に、季節および時間帯の変化に対応する定量化の手法を提案した。さらに、具体的な計算例として、大阪府の人的被害想定に適用し、季節・時間帯別における被害の傾向について考察した。

2. 2 被災原因別の予測手法の提案と計算

ここでは被害想定で定量化がなされている、①建物②火災③鉄道④高速道路⑤斜面災害⑥ブロック塀・落下物に起因する人的被害について、時間帯ごとの「人間のいとなみ」（例：在室率、睡眠率）を考

慮し、冬の 18 時を 1 としたときの任意の季節・時間帯における「時間補正係数」を算出、大阪府の被害想定に適用して原因別・時間帯別の人的被害の定量化を行った。採用した「人間のいとなみ」の要素を表 1 に、時間補正係数の一例を図 1 に示す。

2. 3 人的被害全体の合計結果とその考察

さらに、前節で得られた結果を合算し、人的被害（総数）の時系列的傾向を考察した結果、以下のことが明らかとなった。

人的被害規模のピークは「冬の夕方」である、とは一概に言えず、「朝のラッシュ時」や「深夜・早朝」も危険な時間帯のひとつである。

冬季・平日の死者数の時系列分布（図 2）をみると、従来の人的被害想定時刻である「冬の夕方」と、鉄道被害による死者が大量に発生する午前 8 時台がピークとなっている。また、冬季の負傷者の分布（図 3）では、夕方にひとつのピークを迎えた後もほとんど減少せず、むしろ深夜・早朝が最も人的被害の規模の大きい時間帯になっている。すなわち、阪神・淡路大震災が発生した「冬の早朝」は決して「安全な時間帯」ではなく、一年を通して「最も危険な時間帯」に地震が発生した、と考えられる。

他の季節についても同様の傾向が見られ、被害想定で用いられる「夕方」だけが特別に危険なのではない、ということが示された。

日中は被害の規模が小さく、安全な時間帯である。

ラッシュ時等の特別な時間帯を除き、概して夜間より日中の方が被害規模は小さい。理由としては、

「屋内率が低く、全体の大半を占める“建物被害による人的被害”が減少する（屋外は安全である）。」

「睡眠率が低く危険回避能力が夜間に比べて高い。」

などが考えられる。日中は新幹線の事故や高層ビルの倒壊などのインパクトの大きな現象による人的被害が発生しうするため、被害規模が大きくなると

考えがちであるが、実際は危険な木造家屋内に存在する人間が少なくなるため、全体の被害規模は小さくなる(ただし、この結果はあくまで定量化予測が可能な被災原因について合算したものであり、その他の被害は含まれない点に留意すべきである)。

時間帯によって被災形態の比率は大きく変化する。

図3を見ると、午後6時～午前8時台まで負傷者数の合計はゆるやかに推移し大きな変化は見られないが、図4に示すように、各被災原因の比率は全く異なっている。これは、時間帯によって人的被害の発生する原因・場所が大きく異なることを示しており、地震発生時には、それぞれの時間帯のパターンに依じて的確な応急対応をとることが、人的被害軽減のための重要な戦略となろう。

2. 4 まとめ

以上のように、ピーク時における「時間補正係数」を用いて時間帯別の人的被害の規模を予測、グラフ化した結果、簡単な計算により、任意の季節や時間帯による人的被害の規模や傾向の変化を明解に示すことが可能となった。これらの結果は、地震発生前における減災対策や、発生直後の人的被害状況の把握などに有効であると考えられる。今後の課題として、「時間補正係数」における「人間のいとなみ」のパラメータの選び方をより吟味し、仮定による部分を少なくしていくとともに、気象条件などの時間変動する物理的条件もとりこみながら、より高精度で汎用性の高いものへと改良していくことが重要である。

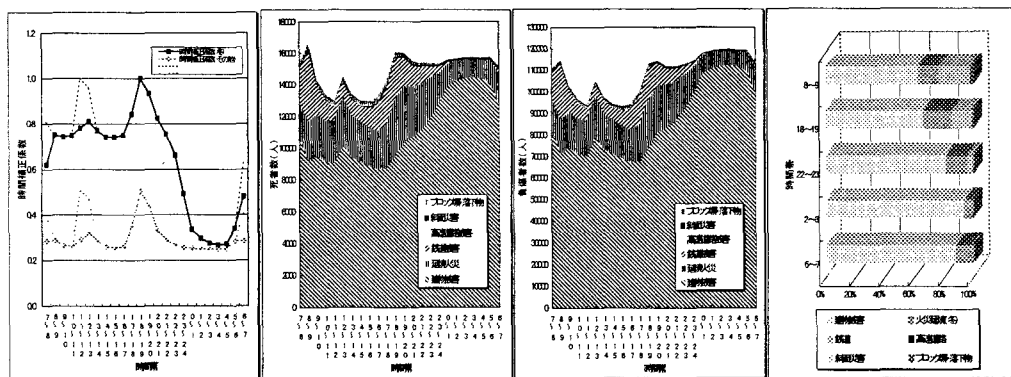


図1 時間補正係数
(延焼火災)

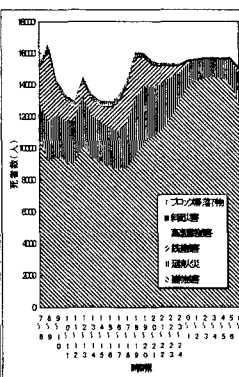


図2 時間帯別死者数の合計
(冬季・平日)

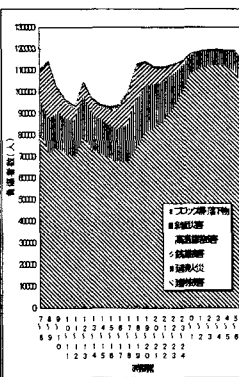


図3 時間帯別負傷数の合計
(冬季・平日)

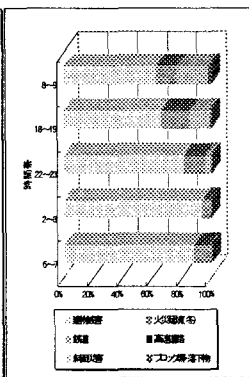


図4 被災原因別負傷者比率
(冬季・平日)

3. さいごに

今回提案した手法を用いれば、簡単な計算で任意の時間帯における人的被害の被災シナリオが把握でき、地震発生前や発生直後における減災対応への支援となりうる。また、時系列の変化に加えて、地震外力など物理的条件の変化と人的被害(ピーク値)との関係を同様に表すことができれば、シンプルかつ部分的修正が容易な「リアルタイム地震防災システム」の構築が可能となろう。

最後に、本研究を遂行するにあたり、熱心に指導して頂いた京都大学防災研究所河田恵昭教授、林春男教授、田中 聡助手、論文作成に協力して下さいました研究室の皆様へ厚く感謝する次第であります。

<参考文献>

- NHK放送文化研究所:データブック・国民生活時間調査1995, pp.772-775, 日本放送出版協会, 1996
- 神戸市消防局編:阪神・淡路大震災における火災状況
- 大阪府:大阪府地震被害想定調査 報告書, 1997,3

表1 時間補正係数(関数)の算定方法

被災原因	「人間のいとなみ」		時間補正係数				ピーク
	要素	特性	000	600	1200	1800	
建物被害	「燃焼率」	人的被害の規模に比例する	1.45	1.35	1.06	1.00	300
	「燃焼率」	燃焼の開始時刻から算出される係数					
延焼火災	「燃焼率」	燃焼の開始時刻から算出される係数	0.40	0.56	0.88	1.00	1900
	「燃焼率」	燃焼の開始時刻から算出される係数					
鉄道被害	「乗客数」	人的被害の規模に比例する	0.03	0.05	0.24	1.00	800
	「乗客数」	乗客の乗車時刻から算出される係数					
高層建築物被害	「乗客数」	人的被害の規模に比例する	0.26	0.46	0.83	1.00	1800
	「乗客数」	乗客の乗車時刻から算出される係数					
自動車被害	「乗客数」	人的被害の規模に比例する	1.71	1.80	0.57	1.00	300
	「乗客数」	乗客の乗車時刻から算出される係数					
公園・緑地・落下	「乗客数」	人的被害の規模に比例する	0.14	0.29	0.63	1.00	1700