

## 復旧・復興戦略策定のための地域対応力を考慮した地震災害定量化に関する基礎的研究 (その2: 被害定量化)

正会員 ○林孝幸\*1 同 池田政人\*2  
同 倉田和己\*3 同 福和伸夫\*4  
同 護雅史\*5 同 飛田潤\*6

地震被害想定 震度暴露人口 地域対応力  
復旧・復興戦略 人的被害 目標耐震化率

### 1.はじめに

本報では、その1に引き続き、市町村などの自治体が適切な復旧・復興戦略を策定するために地域対応力を考慮した地震災害の定量化について基礎的な検討を実施する。本報では、その1の試算に引き続き、対象地震の選定方法を検討する。次に、選定した地震に対する人的被害を定量化し、負傷者に対して十分な対応力（ここでは空病床数）が存在するか検討する。

### 2.評価手法

#### 2.1 評価対象地震の選定

その1では多くの地震に対して震度暴露人口を算出したが、暴露量だけでなくその発生確率を考慮する必要性があることを示した。そこで、ここでは震度暴露人口にその地震発生確率（今後30年間における発生確率）を乗じたものを期待震度暴露人口と定義し、この上位の地震を選定することが、その地域で検討すべき想定地震であると考える。表1に日本全土を対象とした場合の期待震度暴露人口（震度6弱以上）の上位10地震を示す。この10地震について人的被害の定量化と対応力との比較を進めることとする。

表1 期待暴露人口(震度6弱以上)上位10地震

順位	期待暴露人口(人)	地震名
1	4,816,175	東南海・想定東海
2	4,585,611	想定東海
3	3,464,682	東南海
4	3,201,540	南海
5	2,194,260	南海トラフ3連動
6	2,141,575	南海・東南海
7	310,697	上町断層帯
8	287,675	三陸沖北部のプレート間大地震
9	228,344	糸魚川-静岡構造線断層帯 北部・中部
10	169,928	奈良盆地東縁断層帯

#### 2.2 建物被害率の評価

人的被害の計算に先立ち、まず評価地域の住宅の被害率を算定する。建物被害率は、兵庫県南部地震(1995)における地震動強度と被害率の関係から回帰された被害率曲線として山口・山崎(2000)<sup>1)</sup>の手法を用いる。なお、後述する人的被害量算出のために、「全半壊以上」の被害率曲線を採用した。例として木造の被害率曲線を図1に示す。なお、地震動強度指標は地表面最大速度(PGV)を採用する。

各地域の建物数は、総務省統計局の実施する住宅・土地統計調査を用いる。同調査では、市区町村ごとのデータが公開されているが、評価においては、市区町村内の地域メッシュによる分布が必要なため、国勢調査の市区町村と三次メッシュ(1kmメッシュ)の世帯数割合を用いて、各メッシュの住宅戸数を按分して算出する。算出にあたっては耐震性能の観点から、構造（木造、RC/SRC造、S造、その他）と年代（-1970, 1971-1980, 1981-）で12の区分を採用し、各構造・年代別に住宅戸数を算出する。なお、「その他」の構造に対しては木造の損傷率曲線を割り当てるものとする。

評価地域の被害建物棟数は、PGVに対応する建物被害率から乗じる。また、建物被害率はメッシュごとに各構造・年代の被害棟数をメッシュの全体棟数で乗じたものとする。

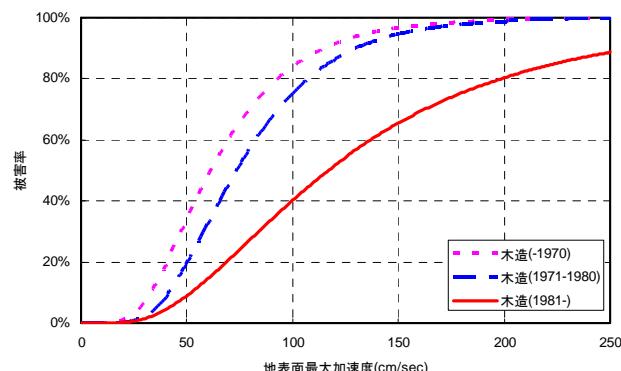


図1 被害率曲線（木造）

#### 2.3 人的被害の評価

人的被害として、死者数・負傷者数、負傷者のうち重傷者数、を評価する。これらの人的被害量については、大阪府地震被害想定<sup>2)</sup>に基づき兵庫県南部地震時の市区別の建物被害率と死者・負傷者の割合から設定された予測式を採用する。なお下式のxは建物被害率(%)を表す。

$$\begin{aligned} \text{死者率} &= \sum \text{町丁目の屋内人口} \times \text{死者率} \\ \text{負傷者数} &= \text{市町村の屋内人口} \times \text{負傷者率} \\ \text{重傷者数} &= \text{市町村の負傷者数} \times \text{重傷者比率} \end{aligned}$$

$$\text{死者率}(\%) = \begin{cases} 0.000287x^2 - 0.00780x + 0.0506 & (x \geq 25\%) \\ 0.00156x - 0.00389 & (2.5\% \leq x < 25\%) \\ 0 & (0\% \leq x < 2.5\%) \end{cases}$$

$$\text{負傷者率}(\%) = \begin{cases} 1 & (x \geq 37.5\%) \\ 7 - 0.16x & (25\% \leq x < 37.5\%) \\ 0.12x & (0\% \leq x < 25\%) \end{cases}$$

$$\text{重傷者率}(\%) = \begin{cases} 5 & (x \geq 20\%) \\ 15 - 0.5x & (10\% \leq x < 20\%) \\ 10 & (0\% \leq x < 10\%) \end{cases}$$

上式でΣ町丁目および市町村の屋内人口は、ここでは1km メッシュの人口として取り扱うこととする。そのため建物被害率も1km メッシュで算出した。また、屋内人口は、夜間に全ての人口が住宅内に留まると仮定して、国勢調査地域メッシュ統計をそのまま用いた。最終的に死傷者数は県ごとに集計した。

### 2.3 対応力との比較

対応力として厚生労働省が公開している病院報告（平成20年）に記載されている一般病床数を用いる。空病床数は公開されていないため、同報告より県別の年間病床利用率を用いて、空病床数を設定した。同報告によれば全国の平時の空病床率は約23%程度となっている。この空病床数と負傷者数を県ごとに比較し対応力を確認する。また参考として各県の外科医師数を同報告から参照した。

### 3. 対応力の評価結果

2.1節の10地震について全国を対象として人的被害を定量化した。死者・重傷者数を図2に、負傷者の全体数（重傷者を含む）を図3に示す。死者・重傷者、負傷者は、共に南海トラフ3連動型が最大の被害となる。次に、この南海トラフ3連動型地震における対応力との比較を表2に示す。同表より重傷者数に対しては各県で病床を用意できることがわかる。しかし、負傷者全員となると病床を用意することは困難である。ただし、負傷者全てが病床を必要としないこと、また、各自治体で対応が不可能でも対応に余裕のある県などの援助も見込めること、を考えると全体である程度対応が可能と考えられる。一方、被害の多い愛知県、三重県などで重傷者一人に対する外科医師数は0.1人となっており、対策が必要であることがわかる。このような比較を様々な地震に対して実施することで人的被害軽減と早期復旧の観点から事前対策を検討することができると考えられる。

### 4.まとめ

本報では、人的被害（死者・負傷者）を定量化し対応力と比較することで、復旧・復興戦略の策定の方向性について考察した。今後は目標耐震化率をパラメータとして

人的被害の低減効果を把握し、目標耐震化率の有効性を検討する。また、将来的な資産（人口・建物棟数）による検討を通じて、市町村の復旧・復興戦略を検討する。

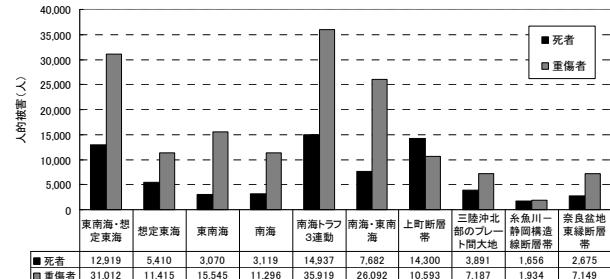


図2 選定した地震に対する人的被害（死者・重傷者）

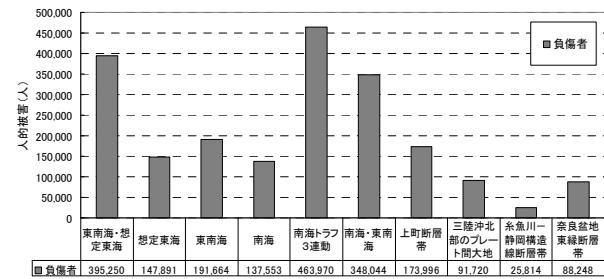


図3 選定した地震に対する人的被害（負傷者数）

表2 人的被害と対応力との比較（南海トラフ3連動）

都道府県	人的被害(人)			対応力			判定		
	死者	負傷者数 重傷者以外	重傷者	空病床数	外科医師数	重傷者	全負傷者	一人当たり医師数 負傷者	重傷者
福島	0	1	0	4,720	269	○	○	0.0	1,965.7
茨城	0	421	47	5,441	284	○	○	1.6	6.1
栃木	0	167	19	3,106	223	○	○	0.8	12.0
群馬	0	727	81	3,522	278	○	○	2.9	3.4
埼玉	22	11,675	1,297	9,769	579	○	○	22.4	0.4
千葉	1	4,015	446	8,961	666	○	○	6.7	1.5
東京	58	25,927	2,881	18,675	1,419	○	○	20.3	0.5
神奈川	171	29,165	3,150	11,385	728	○	○	44.4	0.2
新潟	0	23	3	2,624	216	○	○	0.1	84.0
富山	0	62	7	2,030	144	○	○	0.5	20.8
石川	0	58	6	2,060	144	○	○	0.4	22.3
福井	0	279	31	1,350	114	○	○	2.7	3.7
山梨	168	11,012	911	1,601	115	○	○	103.7	0.1
長野	22	3,124	338	3,425	316	○	○	11.0	0.9
岐阜	85	9,436	884	2,567	277	○	○	37.3	0.3
静岡	8,366	49,869	2,808	5,600	463	○	○	113.8	0.2
愛知	2,033	99,399	7,074	9,033	820	○	○	129.8	0.1
三重	1,058	23,328	1,595	2,825	215	○	○	115.9	0.1
滋賀	35	4,622	513	2,429	161	○	○	31.9	0.3
京都	47	6,292	677	5,557	485	○	○	14.4	0.7
大阪	575	60,105	6,044	14,723	1,169	○	○	56.6	0.2
兵庫	45	8,282	915	8,468	925	○	○	9.9	1.0
奈良	100	10,468	775	2,194	151	○	○	74.5	0.2
和歌山	342	11,020	786	2,043	127	○	○	93.0	0.2
鳥取	0	19	2	985	95	○	○	0.2	44.6
島根	0	16	2	1,426	103	○	○	0.2	56.6
岡山	30	4,851	539	4,393	328	○	○	16.4	0.6
広島	1	1,985	221	3,906	603	○	○	3.7	2.7
山口	1	547	61	1,562	289	○	○	2.1	4.8
徳島	378	11,763	762	1,449	172	○	○	72.8	0.2
香川	106	9,959	782	2,066	181	○	○	59.3	0.2
愛媛	252	14,617	1,141	3,085	263	○	○	59.9	0.2
高知	1,013	10,614	659	1,753	146	○	○	77.2	0.2
福岡	0	244	27	10,024	901	○	○	0.3	33.3
佐賀	0	22	2	1,513	136	○	○	0.2	56.0
長崎	0	5	1	2,736	343	○	○	0.0	657.0
熊本	0	173	19	3,421	289	○	○	0.7	15.0
大分	25	2,968	325	2,360	197	○	○	16.7	0.6
宮崎	2	768	85	2,303	214	○	○	4.0	2.5
鹿児島	0	22	2	3,920	273	○	○	0.1	109.7
合計	14,936.7	428,050.8	35,918.9	181,013	14,821	○	○		

### 参考文献

- 1) 山口直也, 山崎文雄他: 兵庫県南部地震における西宮市の建物被害分析, 第24回地震工学研究発表会講演論文集 1997.
- 2) 大阪府: 大阪府地震被害想定調査報告書, 1997.3.
- \*1 東京海上日動リスクコンサルティング(株) 修士(工学)
- \*2 名古屋大学大学院環境学研究科 大学院生
- \*3 株式会社ファルコン 修士(工学)
- \*4 名古屋大学大学院環境学研究科 教授・工博
- \*5 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授・博士(工学)
- \*6 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授・工博
- \*1 Tokio Marine & Nichido Risk Consulting Co., Ltd, M. Eng.
- \*2 Grad. Student, Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ.
- \*3 Falcon Corporation, M. Eng.
- \*4 Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.
- \*5 Assoc. Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.
- \*6 Assoc. Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.