

広域地震災害の被害想定のための日本全土における建物単体データの開発

小川芳樹・秋山祐樹・仙谷裕明・柴崎亮介

Developing a Building Data for the Evaluation of Catastrophic Earthquake Damage throughout Japan

Yoshiki OGAWA, Yuki AKIYAMA,

Hiroaki SENGOKU and Ryosuke SHIBASAKI

Abstract: To reduce the damage of earthquake, it is necessary to develop the methods of evaluation and to compare the damages caused by a widespread disaster throughout Japan in quantitative and high resolutions way with any different map-scale such as resident scale (building unit). This paper, therefore, proposes the method of estimating each building's structural type, the fire-resistance performance, building age and resident information derived from data on each building by using Residential map, the Housing and Land Survey (Ministry of Internal Affairs and Communication), the digital telephone directory with longitude and latitude called "Telepoint Data", and the residential maps and so on. In addition, we apply the National Seismic Hazard Maps to the building data to estimate probability of collapse and fire. Last, we estimate the ratio of the evacuees from the estimated resident information throughout Japan.

Keywords: 広域災害 (wide-area disaster), 耐火性能 (fire performance), 建物構造 (building structure), 築年数 (building age), 建物単位 (building unit)

1. はじめに

近年, 例えば加藤ほか (2006) などは, 地震の被害想定に関する研究を多く行っている. しかしながら既往研究の問題点として, まずその評価結果の空間解像度が高くなく住民スケールでの評価ができない点などが挙げられる. 加えて, 既往の被害想定においては, 建物構造や築年数などはメッシュ単位の集計データを利用しているため, 実際のメッシュ内のデータ分布からは偏りがあ

り高い精度での評価ができない問題がある. また, 多くの既往研究が一部地域を対象としたケーススタディのみである. このような背景から本研究では, 日本全土の約 6000 万棟の建物 1 棟 1 棟の建物の耐火性能, 建物構造, 築年数を推定する手法を開発する. 次に, これらの個別建物データと地震動データ (確率的地震動地図 (防災科学研究所)) を組み合わせることで地震による火災と倒壊のリスクを算出する. さらに Akiyama et al.(2013) が開発した建物単位の推定居住者分布データを用いて, 地震時における人的リスクを定量的に評価する. これらの個別建物データは, ほぼ全国をカバーしているため, それらを組合せて,

小川芳樹 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1

東京大学生産技術研究所 Cw-503 号室

Phone: 03-5452-6417

E-mail: ogawa@csis.u-tokyo.ac.jp

人的被害の算出を行い、地域間の相対的なリスク評価が可能なデータベースを作成する。本研究において1棟1棟で高精度に推定することで、任意の集計単位に対応でき、自治体単位のみならず、市民が主体の地域コミュニティ単位でのリスク評価が可能となる。

2. 手法の概略

本研究では、図-1に示すようなデータを利用し、建物1棟1棟に大規模地震による倒壊・火災の被害推定に必要な情報を与えていく。

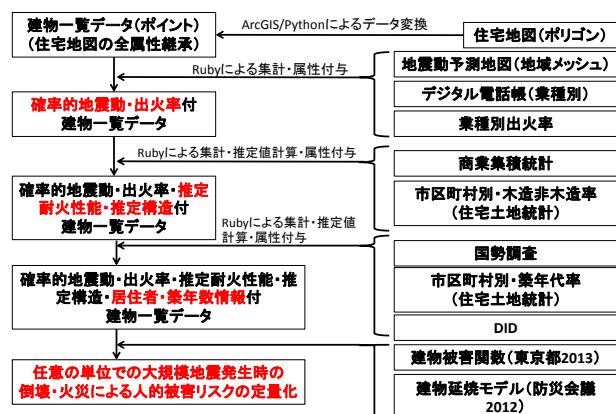


図-1 本研究のデータ整備の流れ

2.1 地震動・出火率の割り当て

本研究では、将来的に発生する地震の確率的地震動の情報は、「確率論的地震動予測地図」(地震調査研究推進本部)を用いる。これは第5次メッシュ(250m 四方)単位で集計されたデータであり、メッシュ毎に30年間超過確率3%、6%及び、50年間超過確率2%、5%、10%、39%の地震動が得られる。

出火率は、東京消防庁が公開している業種別・地震動別の出火確率(東京都第16期火災予防審議会答申)を用いる。本研究ではテレポイントデータを建物ポイントデータに空間結合することで、建物ごとにそこに入居する店舗・事業所の業種を明らかにし、業種と地震動の大きさに応じて出火率の推定を行う。

2.2 耐火性能の推定

建物単位での耐火性能の推定をする。なお本手法は加藤ほか(2006)を発展したものであり、住宅地図、商業集積統計、住宅土地統計調査を用いる。商業集積統計を用いるのは、商業地域の多くが建築基準法により防火地域や準防火地域に指定されていることから、こうした地域に耐火造および準耐火造の建物が多くなっているためである。本研究の推定手法を表-1に示す。2階建以下の耐火性能の割り当てについては、地域による耐火造・準耐火造の多寡を考慮するために非木造率 Q を用いて地域係数 k を定義する。地域係数 k は式(1)で定義される。

$$k = \frac{(\sum n_{ij})Q_i}{\sum n_{ij}(r_{ij} + s_{ij})} \quad (1)$$

n_{ij} は面積区分別の建物棟数(i は戸建・非戸建の種別)、 r_{ij} は j での耐火造率(j は面積区分)、 s_{ij} は j での準耐火造率である。地域係数 k は、商業集積内外か、戸建・非戸建・不明別に6つのパターンで各々において算出される(表-2)。即値のGISデータ(世田谷区)からパラメータを調整し、その耐火性能比率に応じてランダムに割り当てをしていく。その結果を図-2に示す。また東京都世田谷区の3地域(世田谷区豪徳寺・三軒茶屋・北沢)の8,419棟の1棟1棟を対象に耐火性能が正しく推定されているかどうかの検証を行った結果、総合信頼性が76.98%であった。また第5次地域メッシュでそれぞれ集計した場合、決定係数 $=0.8$ 以上の強い相関が得られた。

表-1 耐火性能の推定手法

階数	商業集積内外判定	建物用途	耐火造率(%)	準耐火造率(%)	防火造率(%)
5)	—	—	100	0	0
4	集積内	—	97	3	0
4	集積外	—	98	2	0
3	集積内	戸建	30	60	10
3	集積内	戸建事業所	50	45	5
3	集積内	共同ビル	68	30	2
3	集積内	目標物	0	0	100
3	集積内	その他	40	20	40
3	集積外	戸建	15	60	25
3	集積外	戸建事業所	40	45	15
3	集積外	共同ビル	67	30	2
3	集積外	目標物	0	0	100
3	集積外	その他	60	10	30
1,2	集積内	戸建	それぞれの場合に対して地域係数 k を算出し構造比率により配分。		
1,2	集積内	共同ビル			
1,2	集積内	不明			
1,2	集積外	戸建			
1,2	集積外	共同ビル			
1,2	集積外	不明			

表- 2 構造種別面積別の耐火性能比

商業集積	建物用途	建物面積 [m ²]	耐火造	準耐火造
商業集積内	戸建	0-75	r ₁₁ =2.0	s ₁₁ =8.0
		75-100	r ₁₂ =2.0	s ₁₂ =1.0
		100-200	r ₁₃ =3.0	s ₁₃ =1.0
		200-	r ₁₄ =3.0	s ₁₄ =3.0
	非戸建	0-75	r ₂₁ =4.0	s ₂₁ =3.0
		75-100	r ₂₂ =4.0	s ₂₂ =5.0
		100-200	r ₂₃ =6.0	s ₂₃ =6.0
		200-	r ₂₄ =12.0	s ₂₄ =6.0
	不明	0-75	r ₃₁ =3.0	s ₃₁ =5.5
		75-100	r ₃₂ =3.0	s ₃₂ =3.0
		100-200	r ₃₃ =4.5	s ₃₃ =3.5
		200-	r ₃₄ =7.5	s ₃₄ =4.5
商業集積外	戸建	0-75	r ₁₁ =2.0	s ₁₁ =4.0
		75-100	r ₁₂ =2.0	s ₁₂ =10.0
		100-200	r ₁₃ =3.0	s ₁₃ =1.0
		200-	r ₁₄ =3.0	s ₁₄ =2.0
	非戸建	0-75	r ₂₁ =4.0	s ₂₁ =10.0
		75-100	r ₂₂ =4.0	s ₂₂ =10.0
		100-200	r ₂₃ =6.0	s ₂₃ =13.0
		200-	r ₂₄ =12.0	s ₂₄ =12.0
	不明	0-75	r ₃₁ =3.0	s ₃₁ =10.0
		75-100	r ₃₂ =3.0	s ₃₂ =7.0
		100-200	r ₃₃ =4.5	s ₃₃ =7.0
		200-	r ₃₄ =7.5	s ₃₄ =7.0



図- 2 本手法による耐火性能推定の結果

建物構造（木造・非木造）についても耐火性能の推定と同様に構造を割り当てる（図- 3）。また不動産情報データ（株式会社アットホーム）を用いて構造付きのデータ、300489 棟を対象に信頼性の検証を行った結果、総合信頼性が 76.18%であった。また第 5 次地域メッシュでそれぞれ集計した場合、決定係数=0.8 以上の強い相関が得られた。

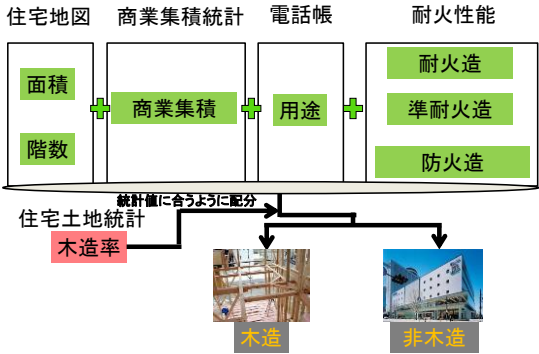


図- 3 建物構造の推定手法

2.3 居住者情報と築年数の推定

居住者情報の推定についての詳細は Akiyama et al. (2013) を参照されたい。建物倒壊リスクを評価する際には、建物構造に加え、築年代が倒壊リスクに大きな影響を与えることから築年数の推定を行う。そこで本研究では統計データからマイクロシミュレーションを行い、建物ポイントデータに築年代の情報を追加する。手法は、マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いる。同手法により建物 1 棟 1 棟の築年代（～1970 年，1971～1980 年，1981～1990 年，1991～2000 年，2001 年～現在までの 5 区分）を推定する。また、住宅土地統計データ（2008），国土数値情報から得られる DID 地区（人口集中地区）ポリゴンデータ，建物世帯年齢及び、住宅地図から得られる建物階数を用いて、築年代の推定を行う。住宅土地統計データの建物用途×建物構造×世帯主年齢×築年代のクロス表と，建物用途×建物構造×建物階数×築年代のクロス表から条件付き確率を算出し，DID の重み付け（表- 3）をすることでシミュレーションを行う。その結果を図- 4 に示す。検証については，不動産情報データを用いて行った結果，総合信頼性が 47.71%であった。信頼性向上と手法改善は，今後の課題としたい。

表- 3 年代別 DID による重み付けの大きさ

DID 地区	都市化された時期	重み付け
1970 年	～1970 年	0.18
1980 年	1971～1980 年	0.85
1990 年	1981～1990 年	1.70
2000 年	1991～2000 年	1.78
2005 年	2001～現在	1.40

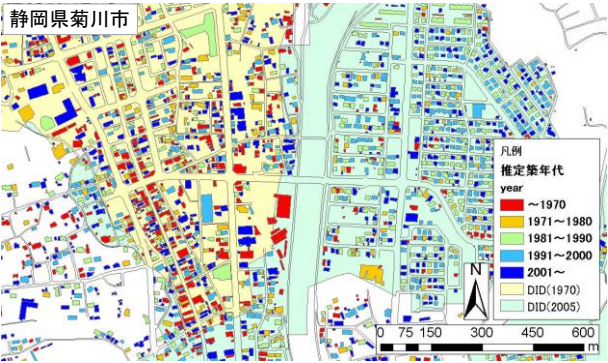


図- 4 本手法による築年代推定の結果

3. 適用例

3.1 大規模地震時の倒壊・火災リスク評価

建物の倒壊率については、東京都（2013）の被害関数を用いる。これに中央防災会議（2012）の手法を用いて倒壊による人的リスク評価を行う。火災リスクに関しても2.1で推定した出火率から延焼性を考慮し、中央防災会議（2012）の手法を用いて人的リスク評価を行う。建物毎の大規模地震時の倒壊・火災リスクによる死者率を算出し大規模地震時の被害推定を行った場合の結果を図5示す。図-5は、50年超過確率2%の地震動（冬期夕刻発生）による日本全土、23区周辺、下北沢駅周辺それぞれの被害想定の結果を示す。

4. おわりに

築年数の推定精度向上や時間帯別のシミュレーションを行うことなどが今後の課題である。しかし一番大切なことは、このようなデータを実際に住民との対話を通して、共有方法を模索し活用することであり、その方法をデザインして提案す

る予定ある。

謝辞

本研究は、国土交通省国土政策局平成24年度国土交通省国土政策関係研究支援事業の助成を受けていることをここに記しておく。

参考文献

加藤孝明，程洪，垂力坤玉素甫，山口亮，名取晶子，2006年，「建物単体データを用いた全スケール対応・出火確率統合型の地震火災リスクの評価手法の構築」，地域安全学会論文集，8，pp.279-288。
Akiyama, Y., Takada, H., and Shibasaki, R., 2013, "Development of Micro Population Census through Disaggregation of National Population Census", CUPUM2013 conference papers, 110.
Ogawa, Y., Akiyama, Y. and Shibasaki, R., 2013, "Evaluation of Catastrophic Earthquake Damage throughout Japan using Estimated Micro Data", CUPUM2013 conference papers, 103.

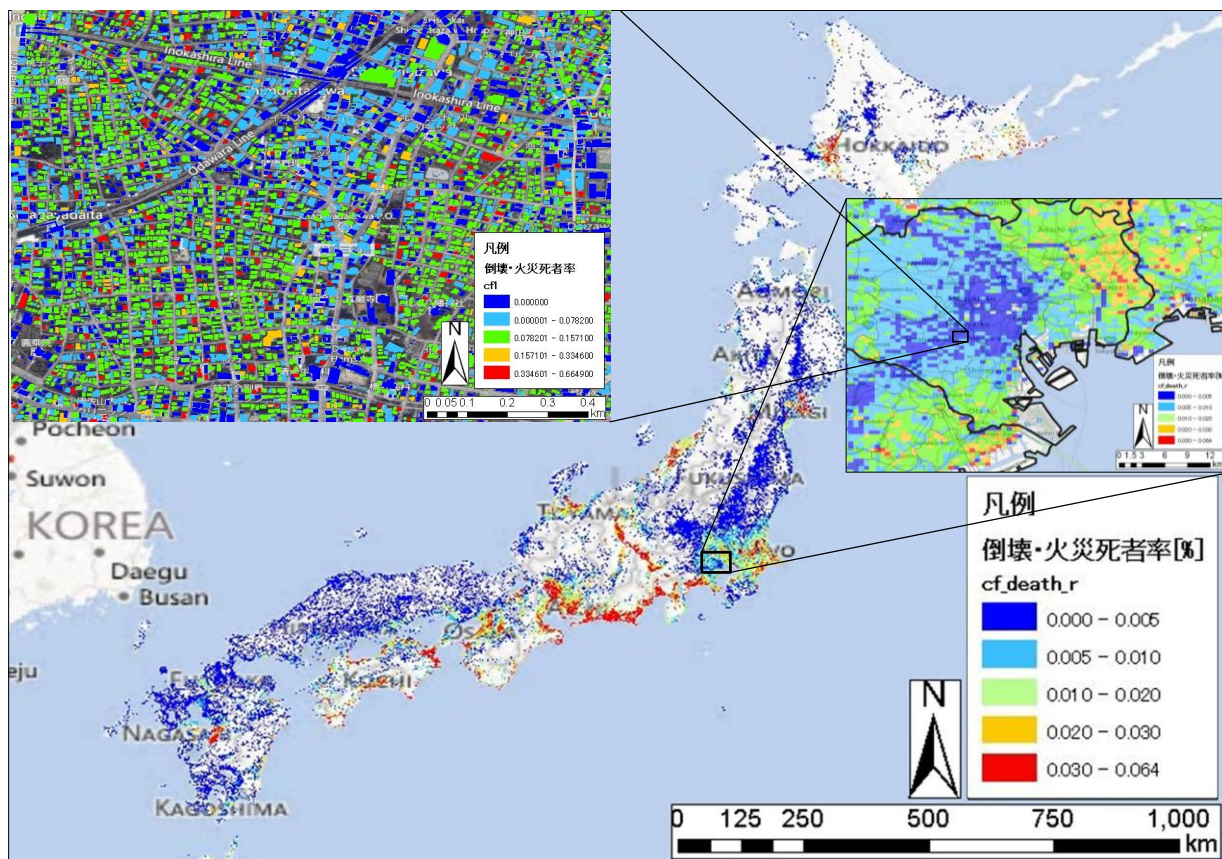


図-5 50年超過確率2%の地震動（冬期夕刻発生）を入力した場合における日本全土・23区周辺・下北沢駅周辺における建物倒壊・火災の死者率（広域については250mメッシュに集計をした）。