

札幌市における地震に伴う死者発生危険度の変遷

An Estimation of Earthquake Death Toll in Wooden houses

-In Case of Sapporo City -

○中嶋唯貴¹, 岡田成幸¹, 気仙誠², 村口紗也³

Tadayoshi Nakashima¹, Shigeyuki Okada¹, Makoto Kisen² and Saya Muraguchi⁴

¹北海道大学大学院工学研究院

Hokkaido University, Faculty of Engineering

²北海道大学大学院工学研究科

Hokkaido University, Graduate School of Engineering

³北海道大学工学部

Hokkaido University, School of Engineering

This paper discusses an effective strategy of seismic strengthening of wooden houses dominant in Sapporo city in aim for reduction of death toll. we applied the equations to city in Sapporo and estimated the temporal change of death reduction to figure out the effect of rebuilding and of changing where people live. As a result, we found out that in a case with a Tokuamu earthquake and in 1960 census data with deaths 9,000 or over. In the case of a Tokuamu earthquake and in 1990 census data inhabitants killed would be around 2,000.

Keywords : death toll, earthquake damage prediction, aged deterioration

1. はじめに

近年各自治体において、被害想定を実施し想定結果を用いた減災戦略策定が行われている。減災戦略は都市の変遷を考慮した地震危険度を用い立案すべきであるが、被害想定は現時点の地震危険度を評価するものであり、都市の変遷を考慮したものは皆無である。そこで、著者らは都市の変遷を考慮した木造住宅倒壊による死者発生危険度の変遷を評価してきている¹⁾。本論においては、減災戦略策定を視野に人口分布推定に旧地形図より算出した建築面積分布を用いることで評価手法の精度向上をはかると共に、1940年代・1960年代・1990年代の札幌市に適用し、推定死者数・死亡率の変遷と人口や耐震性能の時代変遷が推定死者数に与える影響を明らかにする。

2. 評価の流れ

(1) 統計調査

推定死者数の変遷を評価するために、各種統計情報²⁾を用いる。用いるデータは昭和20年、昭和45年、平成7年における国勢調査と昭和23年、昭和43年、平成5年における住宅統計調査報告である。また、人口を250mメッシュに配分するために、1940年代、1960年代、1990年代の旧地形図を用いる。ハザード情報として月寒断層による想定地震³⁾を用いることとする。

(2) 地域マクロ予測式

著者らは、時間経過を評価可能なマクロ死者予測手法を提案している。人口・住宅・地域の住宅強度を用い死者を評価する手法である。下に概要と流れ(図1)を示す。(詳細な算出法は文献⁴⁾参照)

- ①各区の人口又はメッシュの人口を旧地形図から自動抽出した建築面積の比で250mメッシュに配分し、ハザード情報(震度)を加えることで震度曝露人口を生成する。
- ②地震発生時における木造住宅の居住人口を、地域別の木造人口率と地震時在宅率から求め、住宅損傷度を勘案しつつ比例配分することにより木造住宅の損傷度別の人口(木造住宅損傷度曝露人口)を求める。比例配分には、地域データとして住宅の建築年代分布が入手できるので年代別の耐震評点分布(年代別耐震力分布)と木造住宅損傷度関数を用いて地域の損傷度別住宅頻度を求め、住宅形式別の居住人口より比例配分を行う。

③住宅形式別(戸建て率・長屋共同率)の人的損傷度関数を使って、木造損傷度曝露人口を死者数に変換する。

3. 評価手法の札幌市への適用

(1) 建築面積分布の作成

各年代の人口分布を構築するため、旧地形図より画像処理技術を用い建築面積を抽出する手法⁵⁾を札幌市に適用し、250mメッシュでの建築面積分布を作成する。図2に、1940年代と1990年代の建築面積分布を示す。1990年代において、都市が大きく拡大しており、年代により居住エリアに大きな差異が生じている事が分かる。

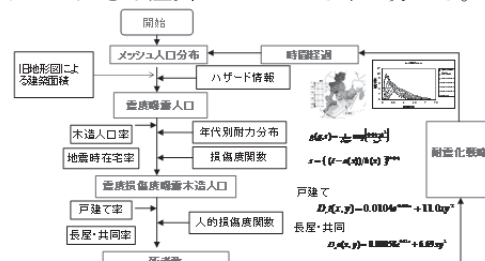


図1 地域マクロ予測

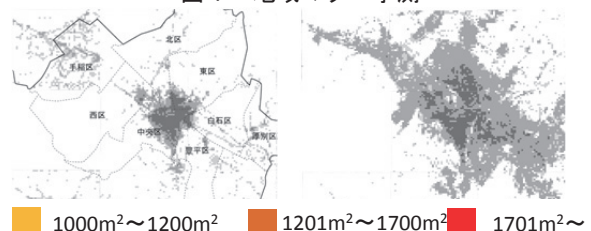


図2 1940年代と1990年代の住宅分布

(2) 震度曝露人口

作成した建築面積分布を用い、昭和 20 年人口(区単位)、昭和 45 年・平成 7 年人口 (1 km メッシュ単位) を建築面積比で各メッシュに配分することで、人口分布(250m メッシュ)を作成する。次に、人口分布を月寒地震の震度分布と重ね合わせることで、震度曝露人口を作成する。震度曝露人口を図 3 に示す。図より、人口は 20 万人から 140 万人へと大幅に増加しており、加えて高震度に居住する人口割合も増大していることから、都市の拡大に伴い地震危険度が上昇していることが分かる。

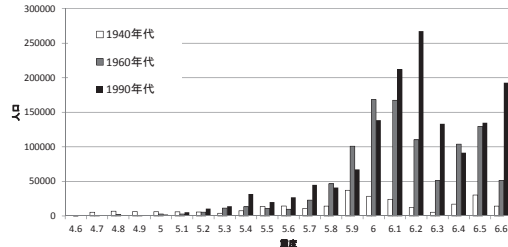


図 3 各年度における震度曝露人口

(3) 地域の木造耐力分布の作成

年代別に被害推定を行うには、当時の木造住居の耐力分布を知る必要がある。そこで、全国の年代別耐力分布と劣化係数を用い札幌市の耐力分布を推定する。住宅土地統計より札幌市における木造住居築年代割合を考慮すると、対象年代別耐力分布を構築した⁴⁾。結果を図 4 に示す。住宅の更新に伴う住宅性能の向上により、年々木造住宅の耐震性能が上昇してきていることが分かる。

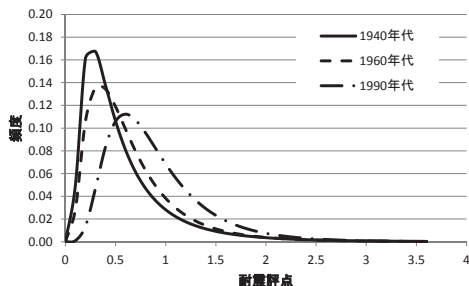


図 4 木造住宅の耐力分布

(4) 推定死者数・死亡率の算出

作成した震度曝露人口・木造住宅の耐力分布を用い、月寒断層による死者数・死亡率推定を行う。推定には、中嶋・岡田の手法⁴⁾を用いた。各年代の推定死者数・死亡率と耐震性能向上の影響を検討すべく検討年代すべてで耐震性能が 1940 年代と同水準であると仮定し算出した推定死者数、死亡率を図 5 に示す。図より、1940 年代に 3000 人程度だった死者数は、1960 年代に 8000 人程度まで増加し、1990 年代には 2000 人程度まで減少している。また、死亡率は年々減少している。次に、耐震性能向上を考慮しない場合、推定死者数・死亡率は増大していることが分かる。これは、札幌市の人口増加と図 3 で示した震度曝露人口の変化により高震度側への居住地拡大の影響によるものである。結果、札幌市において高震度に居住する人口が増大し地震危険度は増加しているものの、近年の住宅の耐震性能が向上しているため、住宅の更新が札幌市の耐震性能を押し上げている結果となり、都市の住宅耐震性能が向上し、死者発生危険度は大きく減少していることが明らかとなった。次に、推定死者数の分布を図 6、図 7 に示す。1960 年代における死者発生エリアは札幌市の中心部に集中しているが、1990 年代になると北西側の東区において死者が分布している。地域によ

ては死者発生危険度が 1960 年代に比べ増加していることが示されており、評価年代により死者発生エリアに差異が生じている。そのため都市の変遷による地震危険度の変化を考慮した防災対策の立案・実施が大変重要となる。

4. おわりに

本論は、旧地形図の住宅情報を用い国勢調査データを補正することで詳細な人口分布を取得した。また、1940 年代、1960 年代、1990 年代における推定死者数の差異を検証した。高震度領域において人口増加がみられるものの耐震性能向上により推定死者は大きく減少していることが判明した。また、危険エリアは時代変遷にともない変化しており、死者の軽減には危険エリアの時系列変化も考慮する必要がある。今後は、戦後から現在までの死者発生危険度の変遷を評価すると共に時代変遷を考慮した減災戦略の策定手法について検討していく。

謝辞

本研究は、(一財)北海道開発協会平成 27 年度研究助成[札幌圏における都市の拡大と地震リスクの変遷に関する研究：代表中嶋唯貴]を受けた。死者推定に際し、国土地理院発行 1:25,000 地形図、地方独立行政法人・北方建築総合研究所作成の想定地震震度分布を利用した。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 中嶋唯貴：近年の住環境の変化とその影響による木造家屋在住者の地震時死者発生リスクの変容 地域安全学会論文集 No.15, 241-247, 2011, 11
- 2) 総務統計局 HP) <http://www.stat.go.jp> (2015 年 10 月 9 日現在).
- 3) 戸松誠・南慎一：北海道における想定地震のグループ化による想定地震決定に関する研究, 日本建築学会北海道支部, 研究報告集 No83, 2010, 7
- 4) 中嶋唯貴・岡田成幸：時間軸上の死者低減率最大化を主目標とした木造住宅耐震化戦略の策定 - 東海・東南海連動型地震を対象とした東海 4 県への適用事例 -, 日本建築学会構造系論文集, 623, 79-86, 2008, 1.
- 5) 気仙誠・岡田成幸・中嶋唯貴：地震防災学的観点からの都市施設の時空間変遷視覚化の試み, 日本建築学会技術報告集 No47, 89-95, 2015, 2

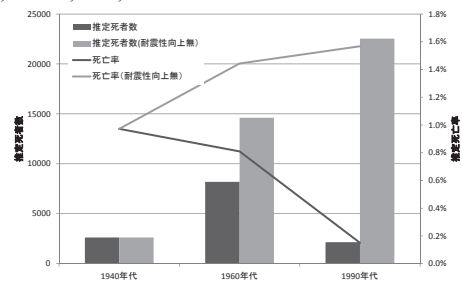


図 5 推定死者数・推定死亡率

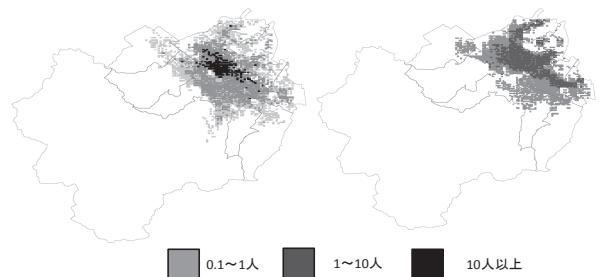


図 6 1960 年代の死者分布 図 7 1990 年代の死者分布