

町丁目ごとのスケールに着目した東日本大震災による人的被害の分析

東北大学工学部建築・社会環境工学科 学生会員 ○長谷川 夏来
 東北大学災害科学国際研究所 正会員 サッパシー アナワット
 東北大学災害科学国際研究所 正会員 今村 文彦
 東北大学大学院工学研究科 学生会員 牧野嶋 文泰

1. はじめに

津波による被害は地形や住民の災害経験などの要因により大きく変化し、同じ市町村内でも地域ごとに被害の様相が大きく異なることがある¹⁾。本稿での空間スケールの概念図を図-1に示す。近年の津波被害に関する多くの分析は①県単位であったり、②市町村単位で行われているが¹⁾、こうした広い空間スケールでの分析では、津波による被害の特徴を十分に捉えることができない。また実際に、明治三陸津波、昭和三陸津波など、過去の津波による被害は部落単位で記録されているものが多く²⁾、スケールの問題からそのままでは近年の津波との比較が行えないという課題がある。その中で、東日本大震災の被害については③町丁目単位の詳細な空間スケールで分析することが可能である。

一つのイベントを対象に地域間の比較をすることで、地形特性や地域属性が被害量に与える影響を検討可能なことに加え、今後、同等スケールでの過去の災害との比較から、新たな知見を得ることが可能になると考えられる。本稿では、まず東日本大震災の人的被害を対象に③町丁目単位での分析を行い、同一イベントにおける地域ごとの被害の違いを検討した結果を紹介する。

2. 使用したデータ

2.1 分析対象とする町丁目の選定基準

分析にあたっては、町丁目面積が3km²以下であり、かつ町丁目面積の70%以上が浸水している町丁目のみを分析対象とした。前者は、十分に詳細な空間スケールで分析を行い、地域ごとの被害の特徴を捉えるために設けた。後者は、当時の正確な曝露人口を知ることは不可能なため、対象とする地域の全域が浸水したと見なせる地域のみを選出し、曝露していない人口を分析に含んでしまうことで人的被害量を過小評価することを防ぐために設けた。

2.2 犠牲者率の定義

犠牲者率³⁾は式(1)のように定義した。

$$\text{犠牲者率}(\%) = \frac{\text{死者数} + \text{行方不明者数}}{\text{被災前人口}} \times 100 \quad (1)$$

2.3 津波浸水深の定義

津波浸水深は、実測値から補完して求められた浸水5mメッシュデータ³⁾を用い、町丁目ごとに浸水深の中央値を求め代表値とした。

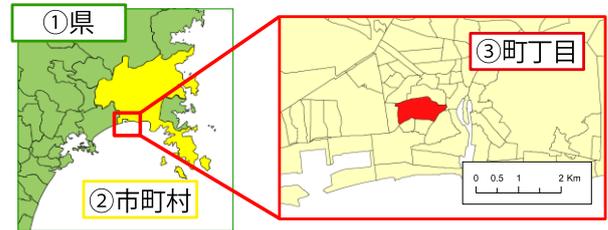


図-1 空間スケールの概念図

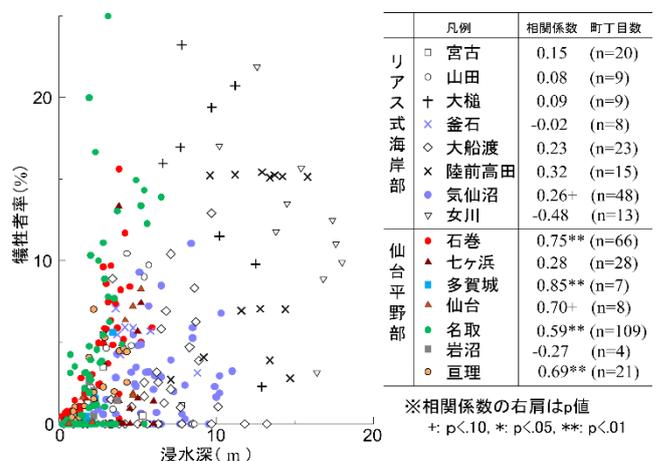


図-2 15の市町村における浸水深と犠牲者率の関係

3. 分析結果

3.1 浸水深と犠牲者率との関係の比較

岩手県及び宮城県沿岸に位置する15市町村について、津波浸水深と犠牲者率の関係をプロットしたものとピアソンの積率相関係数を図-2に示す。この結果から、リアス式海岸部では浸水深と犠牲者率の間に特筆すべき相関はないが、仙台平野部では高い相関が見られる市町村もあると分かった。

津波による人的被害は、様々な要因が複雑に影響し変化する。そのため、単純な外力指標と犠牲者率との間に相関が見られることは稀だと考えられる。そこで以降は、浸水深と犠牲者率の間に最も高い相関が見られた石巻市に着目し、詳細な分析を行う。

3.2 石巻市平野部に着目した詳細分析

(a) 浸水深と犠牲者率の関係

本稿において分析対象とした石巻市内の町丁目と、その被災前の建物分布を住宅を赤色、それ以外の用途の建物（工業施設、店舗など）を青色で図-3に示す。続いて、石巻市における浸水深と犠牲者率の関係をプロットしたものを図-4(a)に示す。概ね浸水深

と犠牲者率の間に相関が見られるが、図中に赤色で示す町丁目は、他と比較して、浸水深に対して犠牲者率が低くなっている。これらは図-3にて赤枠で囲まれた町丁目であり、南浜町を除く4つの町は沿岸部の工業施設が集中し住宅はほとんど存在しない地域である。これらの町丁目において犠牲者率が低くなった理由として、工業施設は流出した建物が少なかったことや、沿岸部の住民は津波の襲来を予測し避難したのに対し、内陸部の住民は内陸部までは津波が来ないと考え、避難が遅れたことが考えられる。これと同様の避難傾向が名取市においても報告されている⁴⁾。

(b) 住宅被害率と犠牲者率の関係

住宅被害 (P_D) と犠牲者率の関係について整理したものを図-4(b)に示す。なお、住宅被害率 (P_D) は羽鳥⁵⁾にならひ算出した。この結果、浸水深のみならず建物被害と犠牲者率の間にも高い相関が見られた。石巻市平野部を対象に生存者からの聞き取りを行い、犠牲者の被災時の行動を調査した既往研究⁶⁾では、石巻市平野部において犠牲者のうち自宅で被災した方は63.2%にのぼると報告されている。このことから、犠牲者の多くが避難をしなかった、または避難の遅れにより建物の中に滞在したまま津波に遭い、建物被害と人的被害が同時に発生したことで、本稿で示したような結果が得られたと考えられる。

3.3 分析結果の考察

本稿で考察をするにあたり、津波による人的被害に影響する要因を次のように整理した。

- (津波による人的被害の要因) =
- 津波特性 (到達時間+浸水深+外力)
 - + 地形特性 (勾配+標高+海岸形状)
 - + 個人属性 (認識+情報収集力+判断力)
 - + 地域属性 (避難施設・経路+情報伝達+防災文化・啓発)

これをもとに今回の結果を考察する。

(a) 三陸海岸での人的被害に影響する要因

三陸海岸は独特の地形(地形特性)、過去の災害経験(地域属性, 個人属性)²⁾のため多くの要因が人的被害量に影響したと考えられ次のように整理できる。

- (三陸海岸などでの要因) =
- 津波特性+地形特性+個人属性+地域属性

このため図-2に示すように、犠牲者率と浸水深に相関が見られなかったと考察できる。

(b) 仙台平野での人的被害に影響する要因

仙台平野では、勾配の少ない平野であること(地形特性)、防災施設整備があまりされていなかったこと(地域属性)から、次のように整理される。

- (仙台平野部などでの要因) = 津波特性+個人属性

(c) 石巻市中心部での人的被害に影響する要因

石巻市中心部では、避難行動があまり行われなかったために、個人属性が人的被害に及ぼす影響が小さかったことが考えられるため、

- (石巻市中心部での要因) = 津波特性

と整理され、その結果、図-2に示すように、津波浸水深と犠牲者率に高い相関が見られたと考察できる。

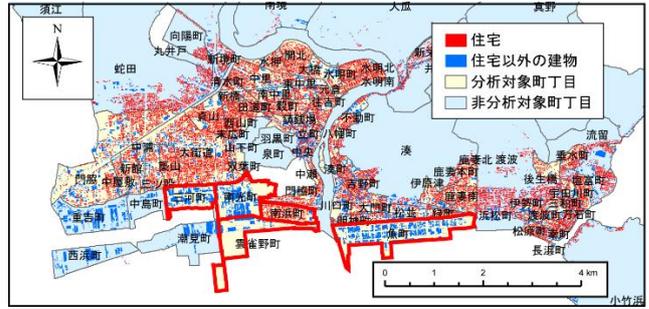


図-3 石巻市での住宅と住宅以外の建物の分布状況

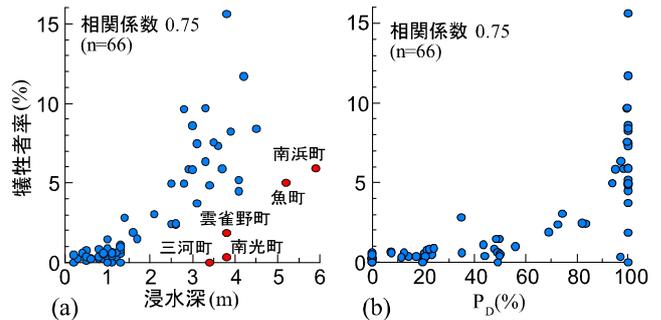


図-4 (a) 石巻市における浸水深と犠牲者率の関係

(b) 石巻市における建物被害率と犠牲者率の関係

4. おわりに

本稿では、東日本大震災の人的被害に関するデータを町丁目ごとの詳細なスケールで分析した。岩手県、宮城県沿岸部の15市町村のうち、多くの地域で津波浸水深と犠牲者率に関係が見られなかったが、石巻市など仙台平野部の一部の市町村においては高い相関があることが分かった。さらに、石巻市に着目し詳細な分析を行った結果、浸水深のみならず建物被害と犠牲者率との間にも高い相関が見られた。

今回、東日本大震災を対象に地域間の比較を行い、条件によっては特定の要因が強く人的被害に影響する地域があると分かった。今後、東日本大震災と過去の津波を同等スケールで比較することで、津波特性、個人属性、地域属性が人的被害に与える影響を検討することが可能になると考えられる。

参考文献

- 1) Yun, N. Y., Hamada, M.: Evacuation Behavior and Fatality Rate of Residents during the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami, Earthquake Spectra, Vol. 31, No. 3, pp. 1237-1265, 2015.
- 2) 山下文男: 津波と防災-三陸津波始末-, 古今書院, 2008
- 3) 国土交通省都市局: 復興支援調査アーカイブ, <http://fukukou.csis.u-tokyo.ac.jp/>, 2015年4月閲覧.
- 4) Murakami, H., Takimoto, K.: Tsunami Evacuation Process and Human Loss Distribution in the 2011 Great East Japan Earthquake- A Case Study of Natori City, Miyagi Prefecture -, Proc. 15th World Conf. on Earthq. Engineering, Paper No. 1587, 2012.
- 5) 羽鳥徳太郎: 津波による家屋の破壊率, 地震研究所彙報, Vol. 59, pp. 433-439, 1984.
- 6) 三上卓: 東日本大震災の津波犠牲者に関する調査分析～山田町・石巻市～, 土木工学論文集, Vol. 70, No.4, I_908-I_915, 2014.