

関東地方の市町村レベルでの自然災害リスク GNS の評価

東京都市大学 学生会員○石澤幹太 正会員 伊藤和也 正会員 今井龍一
東京都市大学大学院 学生会員 鈴木直人
横浜国立大学 正会員 菊本統
国際圧入学会 フェロー会員 日下部治

1. はじめに

我が国は非常に多くの自然災害に曝されている。2011 年に起こった東日本大震災による地震・津波災害をはじめ、2014 年広島での土砂災害、2015 年豪雨による鬼怒川の決壊による洪水など、多様な災害を受けてきており、その被害は大規模化している。このような災害や被害を防止するために自然災害に対して粘り強い国家の実現のため政府は「国土強靱化」を推進している。従来、災害対策として行われてきた物理的に建築物や地盤の崩壊を防ぐハード対策に加えて、2001 年に土砂災害のおそれのある区域の危険の周知、警戒避難態勢の整備、住宅等の新規立地の抑制、既存住宅の移転促進等のソフト対策を推進する土砂災害防止法¹⁾が制定され、ソフト対策を行う重要性が増してきており、双方を包括的に考慮し、自然災害に対する安全度を定量的に示す指標が求められている。

このような社会背景の中で、自然災害安全性指標 Gross National Safety for natural disasters (GNS) が開発され、都道府県間^{2)~3)}あるいは中京圏の市町村間⁴⁾での GNS 算出が試みられている。本研究は、関東地方の市区町村間を対象に GNS を算出し、それらを形成する脆弱性指数と曝露量指数との関係を算出した。

2. GNS の概要

GNS は以下の式を用いて算出する。

$$Risk = \sum (Hazard \text{ (危険事象)} \times Exposure \text{ (曝露)}) \times \sum Vulnerability \text{ (脆弱性)} \quad (1)$$

式-(1)において、Hazard は自然事象が起こる確率を意味するハザード、Exposure は事象の影響に曝されている人口割合、Vulnerability は社会が持つ脆弱性を表す。GNS を算出する手順は図-1 に示す。以下にそれぞれの構成項目の算出方法を示す。

2.1 脆弱性の算出方法

脆弱性には構造物の耐震化や老朽化した社会基盤の更新により物理的な要因をもって自然災害対策を行うハード対策と災害に備えて日常的な教育や備蓄等、またハザードマップの作成や災害対応マニュアルの整備を行い減災・防災対策を行うソフト対策がある。ハード対策の各指標別の全データを

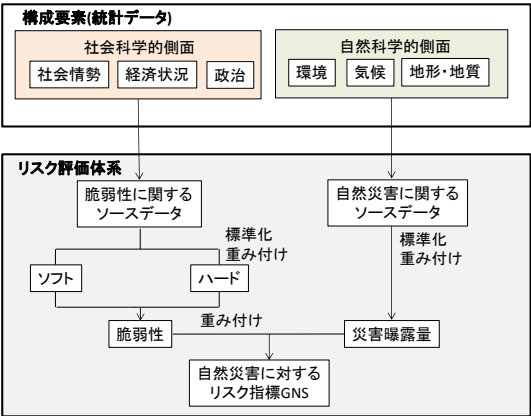


図-1 GNS の算出手順^{2)~4)}

表-1 ハード対策の各指標別全データ^{2)~4)}

住宅・公共施設	耐震化率	戸建て耐震化率
	木造住宅割合	公共施設耐震化率
	腐朽・破損	木造建築数
ライフライン	上水道耐震化率	建物の腐朽・破損率
	老朽管路率	基幹管路耐震化率
	道路密度指数	浄水施設耐震化率
インフラストラクチャー	橋梁修繕率	配水池耐震化率
	防災行政無線通信施設整備率	40年超過管率
	同報系防災行政無線通信施設整備率	道路未延長
情報・通信	Jアラート受信機整備率	橋梁修繕率
		同報系防災行政無線通信施設整備率
		移動系防災行政無線通信施設整備率
		Jアラート受信機整備率
		自動起動Jアラート受信機整備率

表-2 ソフト対策の各指標別データ^{2)~4)}

物資・備蓄	食料備蓄	乾パン備蓄率
		インスタント麺備蓄率
		米備蓄率
		主食缶備蓄率
		副食缶備蓄率
	飲料水備蓄	飲料水備蓄率
医療サービス	毛布備蓄	毛布備蓄率
	スーパー指数	スーパー店舗数
	コンビニ指数	コンビニ店舗数
経済と人口構成	10万人当たり医師数	医師数
	10万人当たり病床数	病床数
	財政力指数	財政力指数
保険	ジニ係数	ジニ係数
	老年人口指数	老年人口指数
	被保護実人員率	被保護実人員
条例・自治	地震保険加入率	地震保険加入率
	土砂災害警戒区域指定率	土砂災害危険箇所
		土砂災害警戒区域
	ハザードマップ公開率	津波ハザードマップ
		洪水ハザードマップ
		土砂災害ハザードマップ
	自主防災組織カバー率	自主防災組織カバー世帯数

表-1 に、ソフト対策の各指標別の全データを表-2 に記載する。

各項目のデータは継続的に更新できるよう定期的に更新されるフリーアクセスデータを用いた。なお、ハード・ソフト対策を算出したデータは総務省統計局が公開している e-Stat⁵⁾のデータを中心として算出されている。この統計データにおいて、市区町村単位で入手できなかったハード対策 (公共施設の耐震化率)、ソフト対策 (食料備蓄・地震保険加入率)は、都県のデータを市区町村にそのまま用いて算出した。

2.2 曝露量の算出方法

GNS は曝露量を構成する項目として①地震(海溝型地震+直下型地震) ②津波 ③高潮 ④土砂災害 ⑤火山の 5 つの自然災害を対象としている。曝露量の算出に用いたデータには、(1) 被害や影響を想定したデータ、(2) これまでの実際の災害発生に関する過去の記録データ、(3)地形条件によるデータの 3 種類がある。過去の記録データを使用しているのは津波、高潮、土砂災害、火山であるが、それぞれ過去の災害発生件数がデータとして存在しており、それら災害発生件数から 0 から 1 の値をとる頻度係数 F_i を計算している。この頻度係数は、GNS の概要で述べたリスク算出関数である式-(1)における自然現象の発生確率であるハザード H に相当するものである。この頻度係数と、標高データから算出された曝露人口 E を掛け合わせるにより、広義の意味での曝露量を算出している。それぞれの都道府県の災害発生件数を N_i 、47 都道府県の発生件数の平均値を $\bar{N}$ とおくと頻度係数は式-(2)により計算される。

$$F_i = 1 - \exp\left(-\frac{N_i}{\bar{N}}\right) \quad (2)$$

この頻度係数を導入することで、標高データのみから算出した人口データに、自然現象が発生しない地域が含まれていても、頻度係数が 0 になることにより曝露量が 0 となるようになっている。

地震・土砂災害・火山災害の曝露量は全ての市区町村に GNS2015 で算出された各都県の値を使用している。津波、高潮の曝露量を算出する際に用いる標高データは QGIS⁶⁾を用いた。QGIS は今回 QGIS 上で e-Stat⁴⁾に記載されている各市区町村の人口のデータと国土数値情報⁷⁾のメッシュデータから算出する標高 5m 未満の地域の分布のデータを重ね合わせて曝露量を算出した。GNS2015 では曝露人口に標高 3m 未満の人口を用いてリスク算出を行っているが、福和らが行った被害調査⁸⁾から、西日本における巨大地震で被害が予想される地域においての 5m 以下の人口が 412 万人と推計され、従来の想定を超える被害の恐れがあり、防災対策の見直しが必要になってくることも踏まえ、本研究では 5m 未満の人口を用いるように設定した。高潮においても津波と同様に 5m 未満人口を用いて曝露量を算出した。

3. 算出結果

3.1 関東地方での市町村別 GNS 分布

関東地方を対象として、GNS の算出を行った。ハード対策、ソフト対策の脆弱性の分布を図-2~3 に示す。図-2 では、鳩山町、蕨市、志木市でハード対策の脆弱性が低く、図-3 では、南牧村、神流町、檜原村でソフト対策の脆弱性が高く評価されている様子が確認できる。図-2、図-3 を合算することにより、図-4 の脆弱性の分布が形成されている。曝露量の分布を図-5 に示す。図-5 では、栃木県、群馬県、埼玉県 of 自治体の曝露が県単位で同じ値をとっている。これは曝露の算出において、市区町村単位でデータを取得できた指標が津波と高潮のみであるためである。また、利根川の流域周辺である茨城県と千葉県の県境において、曝露量が強く評価されている。これは、河川の周辺部では、標高 5m 未満の地域に人が密集しているためである。GNS の分布を図-6 に示す。図-6 より、白子町、江戸川区、荒川区においてリスクが高いことが確認できる。東京都では、下町地域において GNS のリスクが高く評価されている。下町地域の特徴として海拔 0m の地帯が多いことがあり、GNS のリスクに影響を及ぼしていることが考えられる。また、図-5 と図-6 を見ると、曝露量が GNS に大きな影響を及ぼしていることが確認できる。

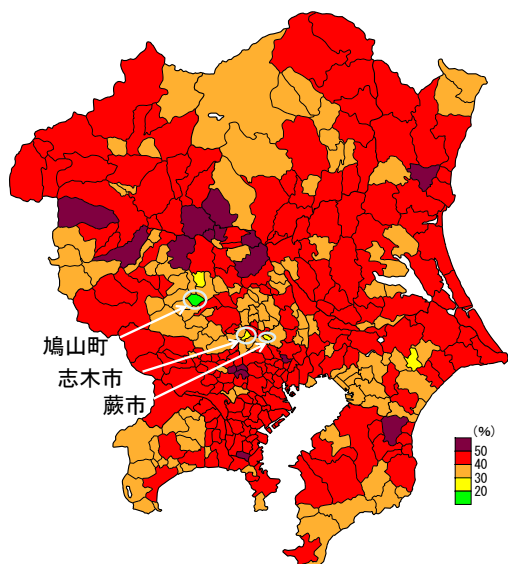


図-2 関東地方のハード対策の脆弱性の分布

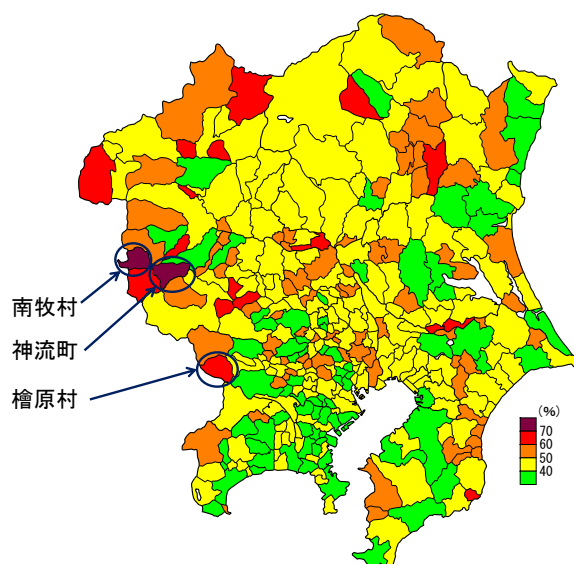


図-3 関東地方のソフト対策の脆弱性の分布

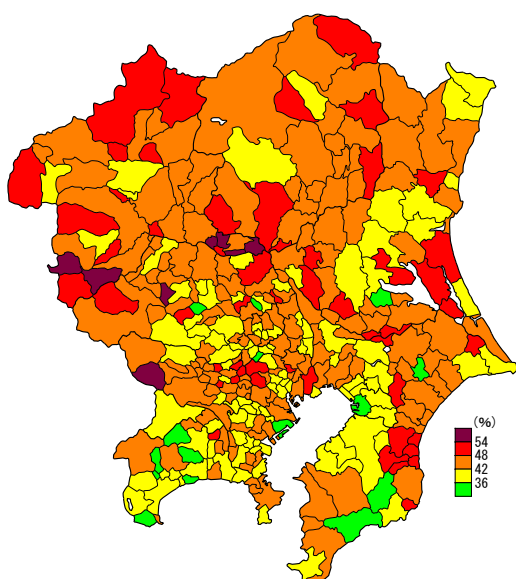


図-4 関東地方の脆弱性の分布

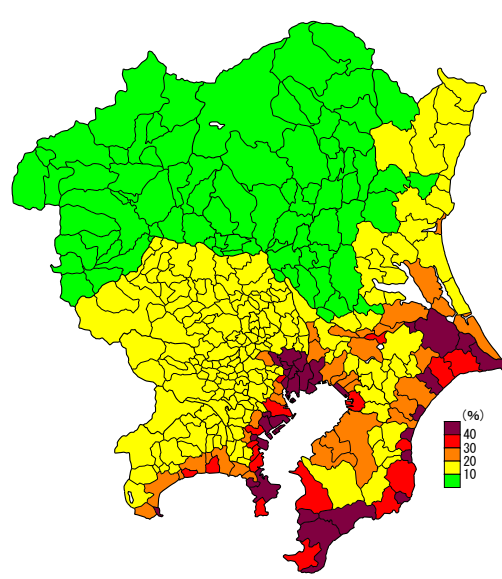


図-5 関東地方の曝露量の分布

3.2. 関東地方の市区町村の曝露と脆弱性の分布

図-7 は、横軸に曝露量、縦軸に脆弱性をとった関東地方の市区町村の散布図で、破線は関東地方の全市区町村の平均値、赤線は GNS リスク値の等高線である。図の右の位置するほど曝露が大きく曝されており、上に位置するほど災害対策が進んでおらず脆弱性が高くなっている。伊藤ら⁹⁾によると、WRI で世界各国を比較すると、発展途上国は脆弱性の値が高く、日本やオランダのような先進国は曝露が高く脆弱性は低いという位置づけにある。図の四角で囲った部分は、標高 5m 未満の人口が 0 人のため、津波・高潮の曝露が 0 を示し、都県単位の曝露のみで算出されているため、曝露が同じ値を示す自治体が複数存在している。次に、同じ GNS のリスク値である茨城県潮来市と横浜市南区と千葉県旭市では、潮来市と比較して旭市は曝露量が高く、脆弱性は低

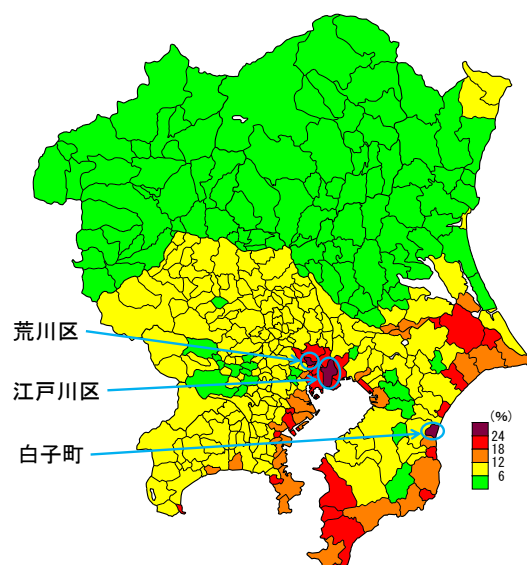


図-6 関東地方の GNS の分布

く評価されている。このことより、異なる都県の市区町村においても同様の指標で災害リスクを評価することが出来る。つまり、地域レベルできめの細かい災害対策を行うためには、市区町村レベルも含めたマルチスケールでのリスク評価を行うことが肝要である。

3.3. 関東地方の市区町村のハード対策とソフト対策の分布

図-8は、横軸にハード対策、縦軸にソフト対策をとった関東地方の市区町村の散布図で、破線は関東地方の全市区町村の平均値、赤線は脆弱性のリスク値の等高線である。図-8より、脆弱性が関東地方の市区町村のハード対策、ソフト対策の平均値のプロット点である(41.4, 46.4)を中心とした40~50の箇所にプロットされていることが確認できる。また、千葉市と入間郡三芳町と川崎市川崎区では、脆弱性が36の付近で値が近くなっていることが確認できる。これを用いることで、脆弱性が等しい場合のGNSに対する曝露量の影響の度合の評価をすることが出来る。

4. おわりに

本研究では関東地方を対象として市区町村レベルで自然災害に対するリスクを評価し、都県のGNSの値の傾向を確認することができた。また、関東地方の各都県のそれぞれの市区町村の曝露量と脆弱性の各指標より、市区町村ごとの自然災害に対する対策の進捗が異なることを明確に出来た。同様に、関東地方の脆弱性の値の大小を確認し、脆弱性が等しい場合のGNSの大小の評価をすることが出来た。

今後は、市区町村別の地震、土砂災害の曝露量の算出法の検討を行う予定である。

謝辞: 本報告は科学研究費補助金(基盤研究B(一般))

「自然災害安全性指標(GNS)構築のための脆弱性評価の確立と防災戦略への反映」(代表者:伊藤和也, 課題番号16H03156)による成果の一部である。

参考文献

- 1)土砂災害防止法の概要 - 国土交通省: <https://www.mlit.go.jp/river/sabo/sinpoupdf/gaiyou.pdf>
- 2)地盤工学会 関東支部 自然災害に対するリスク指標 GNS2015: <http://www.jiban.or.jp/kantou/group/pdf/GNS2015.pdf>
- 3)下野勘智ら: 自然災害に対するリスク指標 World Risk Index の我が国における推移と考察, 第11回地盤工学会関東支部発表会 (Geo-kanto2014), DVD, 2014.10.
- 4)川合彩加ら: マルチスケールで捉えた自然災害のリスク, 土木学会第71回年次学術講演会, pp.195-196, 2016.9
- 5)e-Stat 政府統計の総合窓口 数字で見る日本: <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/eStatTopPortal.do>
- 6)QGIS プロジェクトへようこそ!: <http://www.qgis.org/ja/site/>
- 7)国土数値情報ダウンロードサービス: <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>
- 8)朝日新聞記事「標高5メートル以下の住民、犠牲者多数 岩手は28%」
<http://www.asahi.com/special/10005/TKY201104110485.html>, 2011.4
- 9)伊藤和也ら: 我が国の自然災害に対するリスク指標の変遷と諸外国との比較, 自然災害科学, (掲載決定), pp.8-10, 21-23.

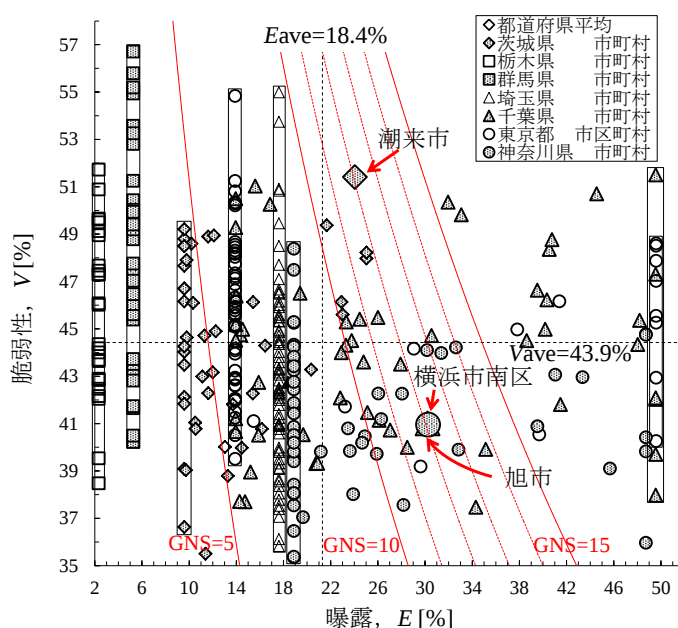


図-7 市区町村の曝露と脆弱性の分布

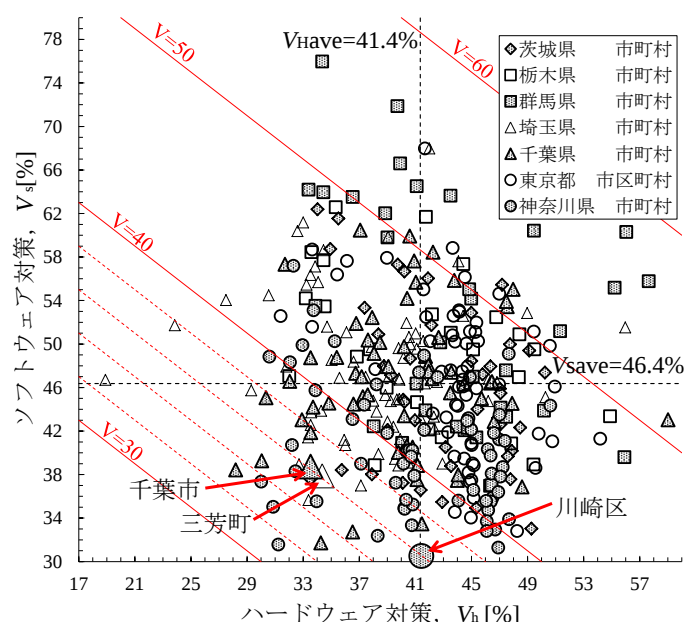


図-8 市区町村のハード対策とソフト対策の分布