

拡張版 GNS を用いた東日本大震災前後の岩手・宮城・福島県の自然災害リスクの評価

関西大学大学院社会安全研究科

学生会員 ○梶谷 駿和, 向井 友亮(現, 日本工営株)

関西大学社会安全学部

正会員 小山 倫史

東京都市大学工学部

正会員 伊藤 和也

横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院

正会員 菊本 統

1. はじめに

東日本大震災から 8 年が経過し, 復旧・復興が進むとともに, 防災・減災を取り巻く環境や社会的関心も大きく変化している。そこで, 自然災害リスク指標である GNS (Gross National Safety for natural disasters) ^[1]を用いて, 東日本大震災において津波による被害が甚大であった東北地方太平洋側の 3 県(岩手, 宮城, 福島県)について, 震災前後の自然災害リスクの変化を分析し, 防災・減災対策の効果を検証した。

2. GNS の概要

GNS は自然災害リスクを「曝露量」と「脆弱性」という 2 つの指標の線形和を掛け合わせることで算出する。「曝露量」として, ①地震(海溝型および直下型地震), ②津波, ③高潮, ④土砂災害, ⑤火山, ⑥洪水の 6 つの自然現象について考慮する。「脆弱性」については, 建物の耐震・耐火構造や通信設備の有無など 14 の統計データからライフラインやインフラの充足率を均等な重みで評価することで, ハードウェア対策指標とし, 食糧・毛布といった品目別の備蓄や病床数など 23 の要素から, 備蓄や医療サービスの評価からソフトウェア対策指標とする。

「曝露量」の算出には, ①人口データ, ②災害の発生件数データ, ③地図情報データ(国土数値情報など)の 3 つを用いるが, 過去の被害を GNS 算出に組み込む際, 降雨および地殻運動に起因するものでは発生頻度のスケールが異なることから頻度係数を用いて調整する。頻度係数とは, 各災害の過去の災害発生件数から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 N とおくと 0 から 1 の値をとる頻度係数 F_i は次式により計算され, GNS のリスク算出式 $R = \sum(H \times E) \times \sum(V)$ における自然現象の発生であるハザード H に代入する。

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

この頻度係数と曝露人口の割合 E を掛け合わせたものを曝

露量指数とする。曝露人口については国勢調査をもとに市区町村単位で集計された値を用い, 高潮についてのみ標高 3m 以下の人口としている。洪水および土砂災害の影響範囲には, 国土数値情報ダウンロードサービス^[2]で公開されている「浸水想定区域」および「土砂災害警戒区域」をそれぞれ用いた。

3. 東日本大震災前後の自然災害リスクの評価

東日本大震災前後の自然災害の曝露量を算出するためには, 町字単位で人口の変動を把握する必要がある。そこで, 震災前後の人口データとして国勢調査が実施された 2010 年および 2015 年のものを集計対象の年次とした。図-1 a) ~ c) に, 岩手・宮城・福島県における GNS, 曝露量, 脆弱性の変化量(2015 年と 2010 年の値の差分値)をそれぞれ示す。本図より, 震災の前後で宮城県沿岸に位置する市町村を中心に多くの市町村で自然災害リスクが減少している一方, 岩手, 福島県では自然災害リスクが増加していることが分かる。なお, 曝露量と脆弱性を掛け合わせた GNS 値の変化には, 脆弱性よりも曝露量の変化の方が大きく影響していることがわかる。

図-2a) ~ c) に, 岩手・宮城・福島県について地震の曝露量の変化および 2010 年, 2015 年の「確率論的地震動予測地図」をそれぞれ示す。図-1b), 図-2a) より自然災害の曝露量の変化において, 地震の曝露量の変化が大きく影響してい

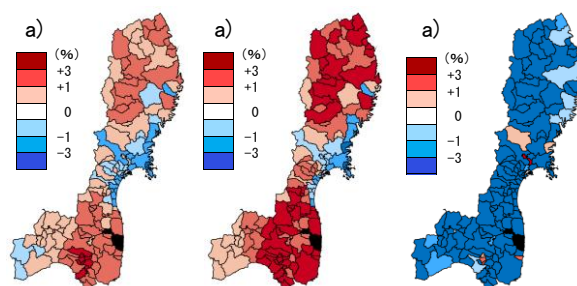


図-1 2010~2015 年における経時変化
a) GNS, b) 曝露量, c) 脆弱性

キーワード GNS (Gross National Safety for natural disasters), GIS, 自然災害, 東北大震災

連絡先 〒569-1098 大阪府高槻市白梅町 7-1, 関西大学高槻ミュージックキャンパス TEL:072-684-4126

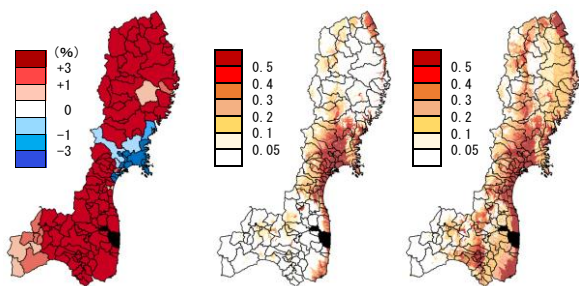


図-2 a) 2010～15年における地震の曝露量の変化および地震動の頻度係数 b) 2010年, c) 2015年

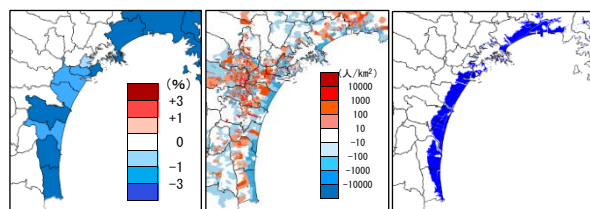


図-3 2010～15年における a) 津波曝露量の変化, b) 人口密度の変化, c) 津波の浸水域

ることがわかる。これは、地震において「確率論的地震動予測地図」における想定に用いられた地震想定モデルが2014年に見直されたことによる。この見直しにより、震源断層をあらかじめ特定することが難しい三陸沖の地震についても、その不確実性を考慮することで、想定される震源の規模やマグニチュードが引き上げられた。その結果、強震動の30年以内の発生確率が上昇することで、岩手・宮城・福島県における地震の曝露量が大きく増加した。ただし、宮城県の一部では、地震想定モデルの見直しにより、宮城県沖地震の想定が変更されたことで強振動の発生確率が減少することで曝露量も減少している。

図-3a)～c)に宮城県の沿岸部における、津波の曝露量の変化、町字ごとの人口密度の変化、東日本大震災における津波の浸水域をそれぞれ示す。また、図4a)～c)に宮城県の沿岸部における、土砂災害の曝露量の変化、町字ごとの人口密度の変化、土砂災害危険区域をそれぞれ示す。図-3より、津波による甚大な被害を受けた市町村では、津波浸水域において人口が大幅に減少したことで、曝露人口の割合が大幅に低下し、曝露量の減少につながった。しかし、人口の移動に伴い、土砂災害危険区域と重なる町字で人口が増加し、土砂災害の曝露量が増加している市町村もある(図-4)。このことから、各災害の影響する範囲における人口の移動は曝露量を大幅に変動させることにつながる。例えば、宮城県の場合、震災直後に人口が大幅に減少したことで、大きく低下した津波の曝露量は2015年時点においても変化しておらず、人口が震災前の状態まで回復していないことを示唆している。また、市町村によっては、津波のリスクが減少したもの

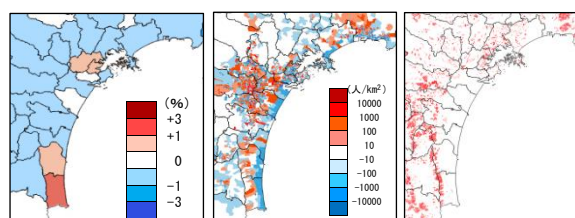


図-4 2010～15年における a) 土砂災害曝露量の変化, b) 人口密度の変化, c) 土砂災害危険区域

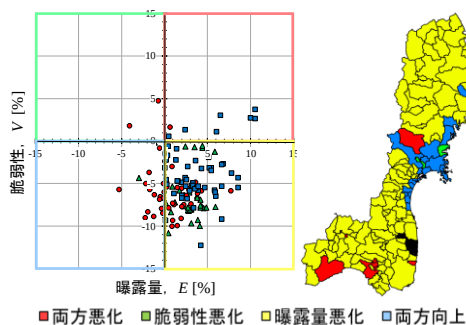


図-5 a) 曝露量と脆弱性の変動傾向, b) 変動傾向別の市町村分布

の、土砂災害の曝露量が増加しており、特定の災害に着目するのではなく、複数の災害を総合的に評価する必要がある。

図-5a), b)に、岩手・宮城・福島県における曝露量と脆弱性の変動傾向を表した散布図と地図を示す。本図より、曝露量の増加以上に脆弱性が減少している市町村が多く確認できるが、図-5a)で示したGNSの低下には至っていない。また、GNSが減少したほとんどの市町村が曝露量と脆弱性の両方で減少を示していることから、災害のリスクを低下させるには、ハード・ソフト対策のみならず、曝露人口のコントロール、すなわち「危険な場所には住まない」ことが重要であることがわかる。

4. まとめ

本研究において、人口分布や自然条件などの地域特性を地図データとして利用することによって、人口の移動に伴う曝露量の変動について年次を追った評価が可能となり、自然災害リスクの動向を捉えることができることを示した。自然災害リスクを経年で評価することで、各構成項目に着目して災害対策の進捗状況を把握し、防災・減災投資の有効性を示すことが可能である。また、GNSを基に、過去に脆弱性の特徴が類似していた市町村が交流を図ることで、脆弱性の改善についての有意義な議論を促すことができるなど実務領域での指標活用についても期待される。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 JP16H03156 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 菊本統, 下野勘智, 伊藤和也, 大里重人, 稲垣秀輝, 日下部治: 自然災害に対するリスク指標 GNS の開発, 第 11 回地盤工学会関東支部研究発表会, 講演概要集 (CD-ROM), 2014.
- [2] 国土数値情報ダウンロードサービス (<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>) 2019 年 1 月確認