リスク指標 GNS を用いた宮城県内の市町村の自然災害リスクの検討

東北学院大学工学部環境建設工学科　　学生会員　○礒崎　湧　小林友貴
東北学院大学工学部環境建設工学科　フェロー会員　　飛田善雄

1．序論

東日本大震災から間もなく 7 年が経とうとしている。宮城県をはじめ近隣県では大きな被害を受けた。復旧作業は進みつつあるものの満足な復興には至っていない。これまでの災害対策は、物理的に建造物や地盤の崩壊を防ぐハードウェア対策が中心であった。大震災が発生する度に構造的な耐震性の不足が問題となり、災害に対する脆弱性が指摘され、次に発生するであろう震災のために対策を行ってきた。しかし、東日本大震災の際には、自分の命は自分の判断で守るということで、各自で避難し助かったことから、防災教育のようなソフトウェア対策の重要性が浮き彫りとなった。

本報告は、宮城県各市町村のハードウェア対策とソフトウェア対策のデータから脆弱性を求め、自然災害に対する国家の安全度を図る統一的な数量的指標を目的とする自然災害安全性指標 Gross National Safety for natural disasters：GNS 指標を算出し、宮城県各市町村の自然災害リスクを比較検討したものである。

2. GNS の概要 [1) 2)]

GNS は自然災害を定量的に示した防災減災投資の意思決定者へ向けた指標である。ハードウェア対策指標とソフトウェア対策指標の 2 つを合わせたものが脆弱性となり、その脆弱性と曝露の 2 つを掛け合わせたものが GNS 指標となる。

脆弱性指数はハードウェア対策指標とソフトウェア対策指標に均等な重み係数 Wi=0.5 を乗じて加算したものである。以下にハードウェア対策指標とソフトウェア対策指標の算出概要について示す。ハードウェア対策とは、建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方法である。ハードウェア対策、ソフトウェア対策は、ひとつ下の階層に位置する分類指標と呼ばれる指標群により分類されている。ハードウェア対策の分類指標群は（1）住宅・公共施設、（2）ライフライン、（3）インフラストラクチャー、（4）情報・通信の 4 つである。ハードウェア対策は、物理的に自然災害に抵抗するのに対し、ソフトウェア対策とは災害に迅速に対応するマニュアルや、日頃から災害に備えての教育や備蓄をしておく仕組みをもって自然災害に抵抗する対策である。ソフトウェア対策の分類指標群は（1）物資・備蓄（2）医療サービス（3）経済と人口構成（4）保険（5）条例・自治の 5 つである。曝露の算出過程は、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 種類の自然災害を対象に、全て均等となる重み係数を掛けて算出した。曝露の算出に用いるデータは、(1) 被害や影響を想定したデータ、(2) これまでに実際に発生している過去のデータ、(3) 地形条件によるデータの 3 種類があるが、本来、曝露とはナチュラルハザードの影響を受ける人口割合、すなわちポテンシャルを示している。したがって過去の自然災害による被害データをそのまま使用すると、ポテンシャルではなく結果に影響されてしまう。過去の被害データを GNS 算出の過程に組み込む際は、曝露量という想定が必要となり、頻度係数を用いることでそれらの問題に解決している。頻度係数は、GNS 算出関数である式（1）で表される。

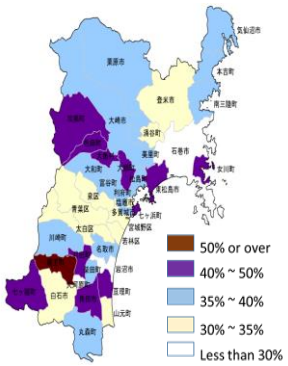
$$R = H \times E \times V \tag{1}$$

ここでは人的被害の予測として自然災害を変数 R、危険源による被害や損害を受けやすくするような個人や社会、経済の性質を脆弱性 Vで表す。自然災害の発生確率はハザード Hに相当し、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、広義の意味での曝露量を算出する。過去のデータを使用するのは、津波、高潮、土砂災害、火山であり、それらの災害発生件数から 0～1 の値をとる頻度係数 Fiを計算する。それぞれの災害発生件数を Ni、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。

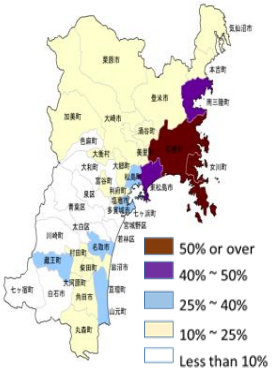
$$Fi = 1 - exp(-\frac{N_i}{\bar{N}}) \tag{2}$$

この頻度係数の導入により、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も、頻度係数は 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。

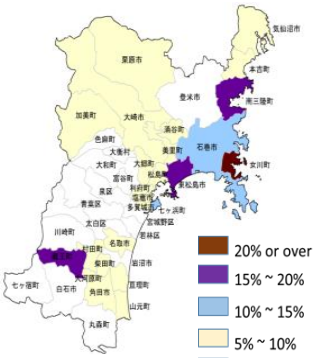
キーワード：GNS（Gross National Safety for natural disasters）、リスク指標、自然災害
東北学院大学　〒985-8537　多賀城市中央一丁目 13-1，Tel：022-368-7396



a)　脆弱性



b）曝露量



c）GNS

図-1　宮城県の各市町村の各指標算出結果
a)脆弱性、b)曝露量、 c）GNS

3.宮城県の各市町村の GNS 算出結果

本研究では、宮城県の各市町村の各種データを調べ、脆弱性指数と曝露量指数より GNS を算出した。各市町村の保険のデータについては、算出することができなかったため、その他指標の重み係数を増やし GNS を算出した。宮城県の各市町村のデータより算出した脆弱性、曝露量、GNS の分布図を上記に示す。

図-1 a)より、人口が多い市町村ほど脆弱性が低い傾向にあることが分かる。一方で大衡村、色麻町、七ヶ宿町などの市町村が高い傾向にあることが見られた。これらの市町村は県内で特に人口が少ない地域に当たる。この結果から、脆弱性指標はハードウェア対策より住民一人当たりのデータが多く存在するソフトウェア対策の影響を強く受けていることが考えられる。b)より、県の中心に当たる仙台都市圏地区はほとんど曝露量がない。一方で沿岸地域がまとまって高くなっている。曝露量は、地震、津波、高潮、土砂災害、火山から評価しているが、沿岸地域がまとまって高いことから、津波と高潮が大きく影響していると言える。c）より、リスク指標は、女川町が最も高いという結果になり、続いて東松島市、南三陸町、七ヶ浜町と沿岸地域がまとまって高い傾向にあることが分かる。

表-1　宮城県の各市町村のＧＮＳ指標　順位表

順位		GNS	曝露量	脆弱性	ハード対策	ソフト対策
	宮城県	4.16%	11.43%	36.39%	38.74%	34.04%
1	女川町	22.70%	51.53%	44.06%	32.91%	55.20%
2	東松島市	18.66%	41.86%	44.57%	40.61%	48.53%
3	蔵王町	17.09%	30.69%	55.70%	57.71%	53.69%
33	川崎町	2.11%	5.87%	35.95%	31.76%	40.14%
34	白石市	1.64%	5.16%	31.83%	34.39%	29.27%
35	大和町	1.47%	4.03%	36.44%	29.57%	43.30%

この結果から、宮城県の市町村の解析結果では、沿岸地域の災害リスクが高い結果となった。宮城県全体のリスク指標が 4.16%であると考えると、沿岸地域のリスク指標は高く算出されることが分かる。この要因として、沿岸地域は東日本大震災による被害が甚大であったため、結果に影響したと考えられる。

4.宮城県の災害リスクの順位表

各市町村の GNS 指標の結果を基に災害リスクの順位上位 3 地区、下位 3 地区を表-1 に示す。

5.結論

この GNS 指標は公表データを基に、簡便に算出できるが、正確に災害リスクが算出できているわけではない。算出した数値を過信したり、リスクの順位付けに踊らされてはいけない。あくまで防災投資の判断基準の一つの指標に過ぎない。防災対策の進捗状況を評価できる指標でもある。すなわち、GNS 指標を継続的に使用し、日々の新しいデータを用いて算出し、その推移を追うことで、リスク指標の変化により、種々の災害対策の効果を把握することができる。曝露量を少なくする施策を考えることは、災害が発生する場所に人が住んでいない環境作りを意味している。曝露量を小さくするように段階的に人口分布を変化させていくような政策は、脆弱性指数にあるハードウェア対策とソフトウェア対策とともに自然災害に対するリスクを低減するために有効であることを再認識したい。今後予想される宮城県沖地震、首都直下型地震、南海トラフ地震等の災害に備え、GNS 指標を使用し、各市町村の脆弱性の現状を把握し、対策が進むことが望まれる。

6.参考文献

1）**地盤工学会関東支部**：自然災害に対するリスク指標 GNS 2015 年版
2）菊本統、下野勘智、伊藤和也、大里重人、稲垣秀輝、日下部治：我が国の自然災害に対する統合的リスク指標：土木学会論文集 F6　P44～49