

先進国と途上国における自然災害被害が大規模化する傾向の比較分析

47-206747 絹川 グリボスタン

指導教員 本田 利器教授

キーワード：自然災害、防災、べき分布、テールリスク

1、研究背景

自然災害の頻度は上昇傾向にあり、気候変動によりその頻度は今後も増加し続けることが推測されている。さらに、途上国を中心に進んでいる急速な人口増加、都市への人口集中、そして河川流域のような自然災害リスクの高い土地での経済活動の活性化により、その被害の大規模化が危惧されている。特に途上国は先進国よりも自然災害に対して脆弱であり、その脆弱性を削減しレジリエンスを向上させるためには一人当たり GDP の増加や教育レベルの向上が重要であるとされている。(Toya, H. and Skidmore, M., 2007) 一方で、これらの要素は有効であるものの、自然災害による被害に影響を与える要素の検討に用いられる回帰分析などの手法の多くは分析データについて正規分布を仮定し、平均値や分散に焦点を当てているのに対し、自然災害による被害の分布は小さな規模の災害の頻度が非常に高い一方で、頻度は少ないが非常に規模の大きい事例も見られる裾が厚い分布になっている。このような分布において平均値や分散では裾部分が示す被害が大規模化する傾向を捉えることができない。大規模化するリスクを的確に把握することは効果的な防災対策を考える上で重要であるため、異なる手法を用いた分布の裾部分の傾向についての検討が必要であると言える。

2、研究目的

本研究では途上国が先進国よりも脆弱であることはもうすでに明らかであるため、途上国と先進国における自然災害による被害が大規模化するリスクがどのように異なるのかを明らかにすると共に、その差はどのような要因によってもたらされているかを考察することを目的としている。

3、研究手法

3.1 規模と頻度の分布

裾がなだらかに右のびている分布を分析するツールとしてべき分布が挙げられ、べき分布は式(1)の様に定義される。

$$p(x) \propto cx^{-\alpha} \quad (1)$$

式(1)において α はべき指数と呼ばれているが、べき分布において規模の拡大に伴う頻度の減少は規模に依存せず、 α に比例して決まる。自然災害に当てはめて考えると、 α が小さければ小さいほど規模が拡大するのにつれて頻度が減少する速度は緩やかになるため大規模な災害のリスクが大きいことを表しており、(Clauset, A. and Young, M., 2007)、この特徴によりべき指数は裾部分の傾向についての分析を可能とする。よって、本研究ではべき分布を用いて先進国と途上国における自然災害大規模化の傾向を検討した。自然災害の社会へのインパクトは災害自体の規模と被害を受ける社会の対応力の総合的な結果であるため、自然災害自体の規模、死者数、経済損失という3つの変数について規模と頻度の分布を分析している。

3.2 事例分析

途上国と先進国の大規模な災害への対応力の差に影響をもたらしている要因を明らかにするために、特に被害の大きかった災害事例について事例分析を行った。

4、結果

4.1 規模と頻度の分布

自然災害自体の規模と頻度の分布を先進国と途上国間で比較した結果大きな差は見られなかったが、その一方で死者数と経済損失についての分布では差が見られた。この結果から途上国と先進国の被害の差に強く影響を与えているのは社会的要素であると言える。経済損失と死者数の頻度分布のべき指数、分布に含まれているデータの最大値、及び「デ

一々の分布がべき分布に従う」という帰無仮説を棄却できない区間の下限値を差す x_{\min} (伊藤, 2010) の結果は表1のようになった。べき指数 α が等しい時、 x_{\min} が大きいほど分布の裾は厚くなる。

表1 頻度分布の統計的指標

	α	x_{\min}	最大値
地震 死者数			
途上国	1.428591	7	165708
先進国	1.457145	6	19846
地震 経済損失 (単位 1000US\$)			
途上国	1.741568	1000000	1.02e+08
先進国	1.390712	93869	2.42e+08
洪水 死者数			
途上国	2.037046	125	30000
先進国	2.80587	18	345
洪水 経済損失 (単位: 1000US\$)			
途上国	1.910996	1000000	4.76e+07
先進国	2.562393	5000000	2.15e+07
暴風 死者数			
途上国	1.928143	61	15000
先進国	2.598985	50	1833
暴風 経済損失 (単位: 1000US\$)			
途上国	2.218034	1000000	1.10e+07
先進国	1.952506	1000000	1.70e+08

死者の頻度分布に関しては3種類の自然災害全てにおいて途上国の方がべき指数が小さいことから、先進国に比べ規模の拡大に伴う頻度の減少速度が緩やかであると言える。しかし、途上国と先進国の差は地震では小さく、洪水と暴風では大きいという結果となり、災害の種類によって傾向が異なることを示している。また先進国と途上国で x_{\min} を比較すると地震ではあまり差が見られないのに対し洪水の分布ではその差が大きく、分布のべき指数の差も大きいため裾の厚さは大きく異なると言える。

一方で、経済損失の分布の傾向をみると、地震と暴風については死者数の分布とは反対に先進国のべき指数の方が小さかったため、先進国の方が規模の拡大に伴う頻度の減少が緩やかであることを示しており、経済規模の大きい先進国では人的被害を抑えられているものの、経済的被害は深刻になると言える。しかし、洪水についてはべき指数と x_{\min}

共に先進国の方が大きくなっており、最大値を比較すると途上国の方が大きいため、小さな災害が先進国ではより多く起こっていることを示す結果となっている。

4.2 事例分析

特に被害の大きかった事例について事例分析を行なった結果、途上国においては建物の耐震性、行政機能の欠陥、人々の災害への知識不足という3つの課題が明らかとなった。先進国においても防災対策では想定していない規模の自然災害が起こったことで大きな被害に繋がった事例は見られる。しかし、途上国は事例分析からも明らかになった通り多くの課題を抱えているため、「想定していない規模」の閾値が低く、その結果先進国に比べより大きな被害が発生したと言える。

5、考察

先進国と途上国における自然災害による規模と頻度の分布について分析した結果、全ての分布にべき乗則が見られ、先進国と途上国において規模の大きい災害をレアな事象として扱うのは適切ではなく、起こり得るものとして被害を最小化するための予防策及び災害が起こったときの対応策を講じることが重要であると言える。特に死者数の分布において先進国と途上国の差は大きく、途上国において大規模な人的被害が起こるリスクがより高いことが結果から明らかであるため、途上国においては災害への対応における課題を改善することが必要であると言える。

6、参考文献

- Clauset, A., & Young, M. (2007). On the Frequency of Severe Terrorist Events. *Journal of Conflict Resolution*, 2003, 58-87.
- Gillespie, C. S. (2015). Fitting heavy tailed distributions: The powerlaw package. *Journal of Statistical Software*, 64(2), 1-16.
- 伊藤岳(2010)「マクロ・レベルにおける戦争の動態: 『多様性の中の法則性』と『法則性の中の多様性』」
- Toya, H., & Skidmore, M. (2007). Economic Development and the impacts of natural disasters. *Economic Letters*, 94(1), 20-25