

土砂災害対策の人的被害軽減効果の評価手法の検討

一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構 ○千葉幹、綱川浩章

1. はじめに

土砂災害防止対策は、砂防三法や土砂災害防止法などの法制度に基づき、住民・市町村・都道府県・国がそれぞれの役割を果たしながら実施されてきた。近年、豪雨規模の拡大等に基づき土砂災害発生件数が拡大するなかであっても、犠牲者数は減少していることが指摘されており(篠原ら¹⁾など)、災害の経験を重ねながら改善されてきた対策が効果を発揮していることと推測できる。

一方、急激に進む人口減少の下、これまでに実施されてきた対策のままでは対応が難しくなる可能性、例えば、警戒避難において自助・共助が困難となる地域が増加することや、行政職員数の減少なども予想される。今後、より効果的な対策を計画する上では、多くの関係機関等が行う各対策の組合せや優先度など考慮することが望ましい。また今後、地区防災計画の作成などを通じ、住民と行政各機関がともに対策を考えるため、様々な主体が行う対策の効果を、今後の計画見直しも含め、分かりやすく示す必要性が高まる。

しかしながら現状において、各箇所で行われている対策をまとめて取り扱うことのできる効果評価手法はなく、この結果、各対策を連携させて行うことや、箇所ごとの相対的な評価が難しい。

このため本研究では、土砂災害対策の人的被害の軽減効果の評価する手法開発のための取り組みの一つとして、関連する既往研究成果を整理し、H30.7 豪雨災害を例に、検討した手法の適用を試みた。

2. 効果評価手法の検討

2.1 土砂災害防災対策の効果に関する既往研究事例

土砂災害対策の効果のうち、ハード対策については、砂防事業の効果として、幅広い効果が示されている。「土石流対策事業の費用便益分析マニュアル」(国土交通省、H24)を見ても、直接・間接的な被害抑止効果の他、被災可能性に対する不安の軽減に係る効果等が挙げられており、後者を定量化する試みも平松ら²⁾などによりなされている。

またソフト対策については、災害発生した地域においてアンケートやヒアリングを通じソフト対策の実施状況や避難行動等を把握することで、避難に影響した要素を検討した研究事例が多く見られる(例えば、菊井ら³⁾など)。また個々の住民の警戒避難行動に関する要素を入れ込みモデル化する手法が木下ら⁴⁾により検討されているほか、警戒避難に関する実態把握のためのデータ解析も進んでいる(岡本ら⁵⁾)。さらに井良沢ら⁶⁾による住宅移転事業の現状調査や土砂災害防止法に区域指定の効果として地価等に注目した岸下⁷⁾による研究など、発災前に実施される対策を調査し

た例もあるが、警戒避難と比較すると少ない。

これらから、土砂災害対策の効果評価に関し、土砂災害対策の効果を人的被害の軽減と限定したとしても、土砂災害対策が様々な効果を持つ以上、その影響を受ける人的被害の軽減に影響する各種要因を検討する必要があるといえる。また牛山⁸⁾によれば、土砂による犠牲者の遭難場所は屋内が多いが、一定数屋外で遭難する場合もある。このため、対策に期待する効果が現実的に可能か、災害事例に基づき再確認する必要もあると考えられる。

2.2 効果評価手法の検討

土砂災害防止対策の効果は様々であり、2.1 章で示したとおり、人的被害の軽減に限った場合であっても、その効果に影響を及ぼす要素は多い。ここではまず、人的被害の軽減以外の効果等による影響がないと想定して検討した。

また取り上げる土砂災害防止対策として、危険な区域自体を無くす効果、危険な区域に住む住民を無くす効果、危険な区域から逃げる効果を発揮する代表的な対策として、それぞれ以下の①～③を想定し、人的被害を軽減する割合との関係を整理した。

- ① ハード対策
- ② 土砂災害警戒区域等の指定(指定されることで、建築構造の規制や開発抑制などが実施されたと想定)
- ③ 土砂災害防止法で想定する警戒避難対策
 - ③-1 ハザードマップの配布
 - ③-2 災害前の土砂災害警戒情報の発表(土砂災害警戒情報が、土砂災害のおそれがあるタイミングであるという認識に繋がると想定)

上記の①～③について、平成 30 年 7 月豪雨における土砂災害時の状況を公表資料から推定した。以下において、(*)で示す記述は、国土交通省⁹⁾による「実効性のある避難を確保するための土砂災害対策検討委員会」資料による。

人的被害を軽減する割合(human damage mitigation rate、以下 H と置く)は、以下の式を用いて数値化を試みた。

$$H=H1+H2+H3=\alpha 1 \cdot X1+\alpha 2 \cdot X2+\alpha 3 \cdot X3$$

H1～H3:①～③それぞれによる人的被害の軽減率

$\alpha 1 \sim \alpha 2$:①～③の各対策の実施率

X1～X2:①～③の各対策が期待した効果を得られた割合

各数値は、①～③ごとに以下のとおり考えた。

① ハード対策

- ・ 土石流により人的被害が発生した溪流の数は、特に被害の多かった広島県と愛媛県で計 33 溪流であり、そのうち砂防設備があった溪流は 3 か所。(*)
- ・ ハード対策が実施されていた場合、その箇所につい

て、被害軽減率を100%と考えた。

以上より、 $H1 = \alpha 1 \cdot X1 = (3/33) \times 1.00 = 0.09$

② 土砂災害警戒区域等の指定

- 土砂災害警戒区域は、全国約66万区域(推計)のうち、およそ9割に相当する約57万5千区域の基礎調査が完了、指定は8割。(*)
- 川崎ら¹⁰⁾によれば、47都道府県のうち、土砂災害特別警戒区域における既存不適格住宅の移転実績があったのは30%となっており、移転実績は、平成27年9月末時点で土砂災害特別警戒区域247,820箇所存在する状況下、76戸であり、0.03%となっている。土砂災害特別警戒区域においては、既存不適格住宅の移転のほか、特定開発行為の抑制や建築構造の規制など様々な対策が実施されているが、ここでは指定による効果を0.03%と仮定した。

以上より、 $H2 = \alpha 2 \cdot X2 = 0.8 \times 0.0003 = 0.00024$

③ 土砂災害防止法で想定する警戒避難対策

土砂災害のおそれがある土地がどこか知っており避難のタイミングが分かる場合、全ての住民が避難行動をとると仮定した。

③-1 ハザードマップの配布

- アンケート回答者(N=72)の54.2%がハザードマップを持っていたと回答。(*)
- そのうち、土砂災害警戒区域内に含まれているか知っているとは回答したのは、14人(39人中)。(*)

③-2 災害前の土砂災害警戒情報の発表

- 平成30年7月豪雨で、人的被害(死者)が発生した53箇所全てで土砂災害警戒情報が発表された。(*)
- 土砂災害警戒情報はテレビなど、様々な手段で周知されており、概ねすべての人が避難のタイミングを知っていたと考えられる。なお避難勧告等の発令を認識した人は、92%(*)であったことから、ここでは仮に同程度が土砂災害警戒情報を認識していたとする。

以上より、

$H3 = a1 \cdot x1 \times a2 \cdot x2 = 0.54 \times 0.36 \times 1.00 \times 0.92 = 0.18$

a1~a2: ③-1, 2の各対策の実施率

x1~x2: ③-1, 2の各対策が期待した効果を得られた率

①~③の結果から、 $H = 0.09 + 0.00024 + 0.18 = 0.27$ となり、対策により人的被害を軽減した効果は27%となる。

2.2 実際の被害状況との比較

土砂災害警戒区域等の指定又は基礎調査が完了し土石流により死者が出た箇所(25箇所)において、区域内の1462戸のうち、全壊戸数108戸とされている(*)。この場合、土砂災害警戒区域内の約7%(108戸/1462戸)が、警戒避難が必要であったとした。またこれらの箇所について、1箇所あたりの区域内戸数は58戸となる。

人的被害(死者)が発生した53箇所では、119名が亡くなったとされている(*)。先ほどの1箇所あたり区域内戸数を

適用すると、区域内戸数は3074戸(53箇所×58戸)と推定され、また1戸あたりの居住人員は、土砂災害発生数が最も多かった広島県における人口等基本集計結果(広島県¹¹⁾)から、1世帯あたり2名で構成されているとすると、6148名が区域内に居住していたこととなる。またこのうち全壊家屋は前出した値から7%とすると、454名が人的被害(死者)の可能性があったと推定することができる。実際には119名が亡くなったため、被害軽減率は74%となる。

以上から、今回想定した人的被害軽減率 $H=27\%$ の2.7倍となる74%の方が助かっていたことが分かった。

3. 考察

今回検討した土砂災害対策、及びその推定した人的被害軽減率からは、土砂災害防止対策の人的被害低減効果を過小に表現することが分かった。これは、今回対象とする対策が実際よりも限定されていることや、その効果の推定精度が低いこと、また2.1章で影響する要素を考慮していないことが理由だと考えられる。また想定される被害についても、土砂災害警戒区域内の戸数は箇所ごとに異なる上、全壊家屋の割合も土石流氾濫区域内の全壊戸数が37%という水山ら¹²⁾による災害調査例もあり、地域や土砂災害の規模によって大きく異なる。被害の軽減度を考える際は、こうした点にも留意していく必要がある。今後、事例の収集や比較を進め、より適切に土砂災害対策の効果を表現できる手法を検討したいと考える。

参考文献:

- 1) 篠原慶規・小松光: 近年の土砂災害による死者・行方不明者数の経年変動、砂防学会誌、Vol.68、No.5、p.3-9、2016
- 2) 平松晋也・水山高久・山下勝・伊藤力生: 砂防事業の進捗こよもたらされる自然環境保全効果の評価、砂防学会誌、Vol.53、No.3、p.20-29、2000
- 3) 菊井稔宏・佐野寿聰: 土砂災害における住民等の意識と警戒避難対応について、砂防学会誌、Vol.60、No.6、p.48-51、2008
- 4) 木下猛・秋山玲子・清水孝一・小山内信智: 土砂災害発生時における避難行動に関する簡易心理モデルの構築-長野県内の3つの市町を事例として-、砂防学会誌、Vol.62、No.4、p.11-21、2009
- 5) 岡本敦・富田陽子・水野正樹・林真一郎・西本晴男・石井靖雄・千葉真一: 土砂災害警戒避難に関するデータ解析共同研究、国土技術政策総合研究所資料、第682号、2012
- 6) 井良沢道也・目黒者: かけ崩れ危険住宅移転促進事業に関する現状と課題、砂防学会誌、Vol.64、No.4、p.25-32、2011
- 7) 岸下優樹: 土砂災害リスクに関する情報の非対称性の軽減に向けて、政策研究大学院大学まちづくりプログラム、2019
- 8) 牛山素行: 2004~2014年の豪雨災害による人的被害の原因分析、東北地域災害科学研究、No.51、p.1-6、2015
- 9) 国土交通省: 実効性のある避難を確保するための土砂災害対策検討委員会、http://www.mlit.go.jp/river/sabo/committee_ikkousei.html、参照2019-03-27、2018
- 10) 川崎優介・水山高久・森地茂・武田文男・安藤尚一: 土砂災害特別警戒区域における既存不適格住宅移転の課題、砂防学会誌、Vol.69、No.6、p.33-41、2017
- 11) 広島県: 統計情報(国勢調査)平成27年(人口・世帯<概要>)、<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/toukei/kokuseiyosa.html#h27>、参照2019-03-27、2015
- 12) 水山高久・石川芳治: 土石流による家屋の被災度、新砂防、Vol.42、No.1、p.22-25、1989