

道路途絶による社会経済損失を考慮した斜面災害リスクの評価モデル

岐阜大学 ○小板宏彰 高木朗義 倉内文孝 北浦康嗣

1. はじめに

危険斜面を多く抱える岐阜県では、効率的・効果的な斜面アセットマネジメントを実施していく必要がある。そのために、個々の斜面の危機的状況の発生確率や規模からリスクを評価するとともに、そのリスクが発生した際の社会経済損失を考慮に入れた合理的な防災対策の優先順位を決定する方法のプロトタイプ（岐阜モデル）の構築が進められている。社会経済損失は、斜面が崩壊した際に発生する復旧費用などの物的損失に加えて、道路途絶が発生した場合に被る孤立集落損失を含んだ評価を行うなど、地元住民の視点を考慮する必要がある。

本研究では、道路途絶による社会経済損失を考慮した斜面災害リスクの評価を行うとともに、救急医療損失と孤立集落損失の評価モデルの構築を目的とする。

2. 道路途絶による社会経済損失の評価

本研究では、「道路斜面災害のリスク分析・マネジメント支援マニュアル（案）」¹⁾で提案されているリスクの評価方法を基に、孤立集落損失を含む経済損失を考慮した道路斜面災害リスクを提案する。具体的には、各地点の道路斜面災害リスクを以下のように定義する。

$$R = (D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5) \times P \quad (1)$$

ここで、 R ：道路斜面災害リスク、 D_1 ：道路復旧費用、 D_2 ：人身損失、 D_3 ：迂回損失、 D_4 ：救急医療損失、 D_5 ：孤立集落損失、 P ：斜面崩壊確率、 RP ：集落の孤立に対する不安感。

(1) 道路復旧費 D_1

道路復旧費は、災害で使用不能となった道路を再び供用するまでの復旧工事費と到達土砂の運搬処分費として算定する。

(2) 人身損失 D_2

人身損失は、崩壊してきた土砂（落石）が車両を直撃する、あるいは、道路に到達した土砂（落石）に車両が制動できず衝突することによって、死亡、重傷、軽傷、物損を被る災害被災者の被害額として算定する。

(3) 迂回損失 D_3

迂回損失は、斜面災害で路線区間が通行止めになることにより発生する道路利用者の迂回費

用として算定する。

本研究では、迂回損失を算定する際に、飛騨・高山・下呂地域の道路ネットワークを用い交通量配分によって計算する。

(4) 救急医療損失 D_4

救急医療損失は、斜面崩壊で道路が途絶されることにより救急医療の享受の機会を失い死亡者が発生するという住民の被る被害のことである。集落から救急医療機関までの所要時間の増加による救命率の変化によって損失を算定する。

(5) 孤立集落損失 D_5

孤立集落損失は、中山間地域で道路交通による外部からのアクセスについて、土砂災害等により、人の移動・物資の流通が困難となり、住民生活が困難もしくは不可能となる状態による被害を算定する。

3. 救急医療損失評価モデル

救急医療損失の評価モデルを以下のように定義する。

$$D_4 = \sum_n N \times P_{E_n} \times (P_{L_n}^j - P_{L_n}^{j'}) \times \frac{T}{365} \times I \quad (2)$$

ここで、 n ：疾患名、 d_{E_n} ：疾患別救急医療損失、 N ：集落人口、 P_{E_n} ：疾患発生確率、 j ：集落名、 $P_{L_n}^j$ ：平常時の救命率、 $P_{L_n}^{j'}$ ：災害時の救命率、 T ：復旧日数、 I ：生命の価値。

本研究では、評価対象地域を飛騨・高山・下呂市とし、各消防本部のデータ分析を行い、各地域の救命率を算定する予定であったが、2008年4月～2009年3月の1年間のデータだけでは十分な結果が得られなかった（表1）。そのため、救命率は橋本ら²⁾による長崎の算定事例を用いる。疾患発生確率（表2）は対象地域のデータを用いて地域特性を考慮する。

今回の報告では、データ不足により救命率の算定ができず、データ収集の大切さを感じたとともに、今後データが蓄積され、地域ごとの救命率が算定されることを期待する。

4. 孤立集落損失評価モデル

岐阜県では、平成20年度に全市町村を対象とした孤立する可能性のある集落（孤立予想集落）の調査を行った。その結果、107集落、

11,433 人が孤立するおそれのあることがわかった。孤立集落の解消は、県民の生活保護の観点から道路行政上重要な課題となっている。

(1) 孤立に関する社会経済損失評価項目

道路が途絶し孤立集落となった場合に、住民生活にどのような支障が発生するか社会経済損失として抽出した。抽出した評価項目は、電気の停止、ガスの停止、水道の停止、医療を受けることができない、介護を受けることができない、情報通信手段の途絶、郵便・宅配便サービスの停止の7項目とした。

(2) 便益の定義

防災投資の便益として、補償変分 (Compensating Variation: CV) の概念を用いる。また、CV の概念を拡張すると、孤立集落発生のような不確実性下における便益の定義は以下のような2種類が考えられる。

a) Certainty Point: CP

CP とは、平常時、災害時にかかわらず、ある一定の効用水準を保つように金額を支払うとするものである。

$$u(Y_o^w - CP_o) \times (1 - P^w) + u(Y_d^w - CP_d) \times P^w \\ = u(Y_o^{wo}) \times (1 - P^{wo}) + u(Y_d^{wo}) \times P^{wo} \quad (3)$$

$$\text{制約条件: } Y_o^w - CP_o = Y_d^w - CP_d$$

b) Option Price: OP

OP とは、平常時、災害時にかかわらず一定の金額を支払うとするものである。

$$u(Y_o^w - OP) \times (1 - P^w) + u(Y_d^w - OP) \times P^w \\ = u(Y_o^{wo}) \times (1 - P^{wo}) + u(Y_d^{wo}) \times P^{wo} \quad (4)$$

ここで、 $u(\cdot)$: 効用関数、 Y : 所得、 P : 被災確率、 w : 対策を実施した時、 wo : 対策を実施していない時、 o : 平常時、 d : 災害時

本研究では、孤立集落損失の中で集落の孤立に対する不安感を評価したい。不安感のみを評価する場合は、CP の定義に基づいて、平常時の不便益を評価する必要がある。しかし、不安感のみを計測することは、手法が確立されておらず困難である。そのため、OP の定義に基づき、平常時と災害時とも同じ補償額とし、いつ発生するか判らない災害に対して、発生したときのことを考えて平常時に支払ってもよいと考える額を調査することで、集落の孤立に対する不安感を含んだ評価を行うことになる。

(3) アンケート調査

仮想市場評価法 (CVM) を用いて損失評価項目

表1 各市のサンプル数と平均収容所要時間

市	サンプル数	覚知～接触 平均所要時	収容～病院 着平均所要	覚知～病院着 平均所要時間
飛騨	979	7分	22分	29分
高山	346	11分	16分	27分
下呂	1,311	10分	14分	24分
合計	2,636	9分	17分	26分

表2 各疾患の救命率と発症率

病名	生存	死亡	不明	計	救命率	発症率
CPA	3	64	3	70	0.04	0.0004
脳出血	9	5	31	45	0.64	0.0003
くも膜下出血	9	9	18	36	0.50	0.0002
急性心不全	3	10	35	48	0.23	0.0003
急性心筋梗塞	8	15	36	59	0.35	0.0004
肺炎	0	2	62	64	0.00	0.0004
脳梗塞	43	1	70	114	0.98	0.0007

に対する支払意思額 (WTP) の推計を行う。

いつ発生するか判らない災害に対して、発生したときに失われるあるサービスのことを考えて、平常時に支払ってもよいと考える金額をたずねることで、普段使っているサービスの価値を把握する。調査方法は、インターネット形式、シナリオ設定は、災害発生確率は、岐阜県の斜面崩壊確率より 50, 100, 300 年に 1 回の 3 パターン、災害復旧期間は、1 日、3 日、1 週間の 3 パターン、計 9 パターンとした。WTP の推計方法はノンパラメトリック法とする。

5. 斜面災害リスクの評価

本研究では、飛騨市・高山市・下呂市内の道路ネットワークを対象として斜面災害リスクを算定する。危険斜面が存在する各地点で算定されたリスクの大きさによって対策優先順位を付ける。救急医療損失、孤立集落損失の斜面災害リスクに占める割合に着目して考察する。本研究では、地元住民の視点を考慮した斜面災害リスクの評価となる。

6. おわりに

本研究では、道路途絶による社会経済損失を考慮した斜面災害リスクの評価モデルを提案した。また、地域特性を考慮した救急医療損失の評価モデルを示すとともに、集落の孤立に対する不安感を含んだ孤立集落損失評価モデルも示した。今後の課題は、各地域による救命率の算定と不安感のみの計測手法の確立が挙げられる。

参考文献

- 1) 独立行政法人土木研究所：道路斜面災害のリスク分析・マネジメント支援マニュアル (案)、2004。
- 2) 橋本孝来ら：救急患者収容所要時間と救命率の関係、日臨救医誌、5: 285-92; 2002。
- 3) 伊多波良雄：公共政策のための政策評価手法、中央経済社、2009