

災害環境による災害発生リスクの抽出・評価

～地形災害検索システムの再構築～

国際航業株式会社 ○小宮賢祐, 鈴木隆介, 向山栄
秋山泰久, 丹野正浩

1. はじめに

自然災害から人命や財産を守るためには、任意地点において発生しうる自然災害を予測した上で、防災対策を検討することが望ましい。

鈴木¹⁾は災害事例を論拠とし、任意地点の災害環境(=地形条件)において、各種の自然災害が発生した場合にどの程度の被害をもたらすかを系統的に検索する地形災害検索システム(以下、EADaS という)を考案し、自動的に自然災害リスクの評価を行うことを可能とした。

しかし、EADaS によるリスク評価は、災害環境特定の難易度が高く、また時間を要するため、1地点の災害リスク評価に非常に労力を要するという課題がある。

そこで今回は、リスク評価精度の低下に配慮しながら、災害環境の特定に関する部分の簡易化を行い、EADaS 簡易版として再構築を行った。

2. EADaS による自然災害リスク評価方法

(1) 自然災害リスク値の算出方法

自然災害リスクの評価は、その自然災害の素因的危険度と対象地点における各自然災害の発生頻度とを掛け合わせることで算出する。

$$A \text{ 地点における自然災害 } B \text{ のリスク} = B \text{ の素因的危険度} \times A \text{ 地点における } B \text{ の発生頻度}$$

(2) 自然災害の素因的危険度

Undro²⁾ を参考に鈴木¹⁾ は、10項目の評価項目を元に各自然災害の素因的危険度を点数付けしている。

具体的には評価対象としている90種類の自然災害それぞれに表-1に示す10項目への重み付けを行い、重み付けの合計値を素因的危険度として扱っている。

表-1 自然災害の素因的危険度を規定する10評価項目

No	評価項目	No	評価項目
1	同じ場所での再現期間	6	予報の時間的余裕
2	発生予測の可能性	7	継続する時間
3	ハード対策の有効性	8	影響する範囲
4	発生原因の解明	9	復旧の難易度
5	襲来する速度	10	避難の難易度

(3) 自然災害の発生頻度

対象地点における自然災害の発生頻度は、対象地点の災害環境特性(地形条件)に制約されるとしている。

災害環境特性ごとの自然災害の発生頻度は、5段階に区分して評価点を与えている。例として、異なる5種類の災害環境特性の地点に対し豪雨が発生した場合の「河川水位の急上昇」の発生頻度を表-2に示す。

(3) 自然災害リスク評価方法

過去の災害発生事例より、各自然災害に閾値を設定し

ており、閾値を超えれば発生の可能性が高く、逆に閾値を下回れば、災害は軽微または発生しないであろうと判別している。

表-2 災害環境特性と災害発生頻度の関係性と例示

点数	内容	災害環境特性の例
3点	必ず発生	盆地尻の峡谷
2点	しばしば発生	扇状地の扇央
1点	例外的に発生	砂礫段丘面上の名残川
0点	絶対に発生しない	砂丘間凹地
-	無関係	活火山の火山域に位置

3. 災害環境(=地形条件)の特定方法

災害環境を19種に大別し、その中分類(計230種)を質問事項とし、質問の回答の選択肢として数個の災害環境特性を設定(選択肢総計:1,483個)している(表-3)。

EADaS は1つの質問に回答すると、選択肢に応じ自動的に次の質問が決まるすぐろく形式となっており、質問に回答することで災害環境特性が順次特定される(図-1)。

表-3 災害環境の分類表と質問数(Nq)および各質問で区分した災害環境特性(選択肢)

災害環境の大分類	災害環境の中分類	特性(=選択肢)
大分類	略号	質問 個数 選択肢総数
気象環境	W	W1~W2 2 40
海岸環境	C	C1~C14 14 99
河川環境	R	R1~R15 15 98
地形環境	L	L1 1 10
低地	P	P1~P25 25 133
段丘	T	T1~T41 41 217
丘陵・山地一般	Hg	Hg1~Hg13 13 68
斜面	Hs	Hs1~Hs12 12 79
河谷	Hv	Hv1~Hv16 16 77
集動地形	M	M1~M10 10 84
湖沼地形	K	K1~K8 8 55
地底地形	U	U1 1 7
人工地形	J	J1~J5 5 35
火山	V	V1~V25 25 158
変動地形	F	F1~F8 8 57
地質	G	G1~G20 20 163
植生	B	B1~B7 7 71
その他	X	X1~X5 5 32
合計		18 230 1483

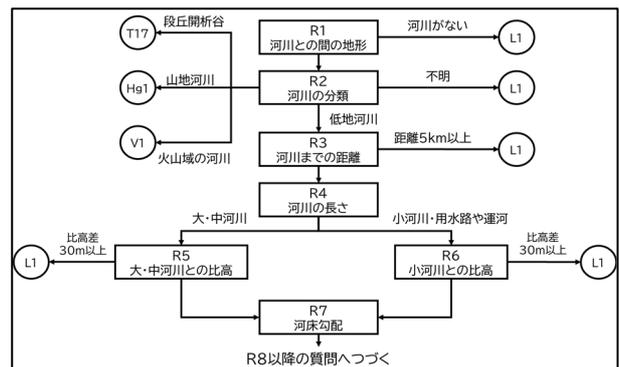


図-1 河川環境(R)の質問の流れ

4. EADaS の簡易化方法と簡易化結果

(1) 簡易化の実施方法

EADaS の考案者を交え、全13回の検討会を実施し230問に及ぶ質問を精査、必要に応じて簡易化の検討を実施した。以下に簡易化の方法を記す。

① 質問の削除

現地調査が必要な質問や、高度な地形判読技術を要する質問は簡易版では扱わないこととした。

② 質問の省略

回答難易度が高い質問に対し、回答を画一的に決めて質問の省略を行った。回答選択肢である災害環境特性ごとに自然災害の発生頻度の点数は異なることは前述の通りであるが、画一的に回答を決めることで発生頻度が低く抽出されないよう、すべての回答選択肢の中から自然災害の発生頻度の値が最大化されるように最大値を適用するようになった。

(2) 簡易化の結果

① 質問の削除の対象は60問あり、簡素化後は総質問数が170問となった。また、② 質問の省略では27問の省略が行われた。この結果、簡易な地形判読が可能な技術者であれば自然災害リスク評価を実施可能となり、また1箇所当たり30分程で評価が行えるようになり、簡易化前と比較し約半分程度の時間で評価可能となった。

5. EADaS と簡易版の自然災害リスク評価の検証

災害発生履歴のある18地点を対象に評価の検証を実施した。今回は過去に土石流災害が発生した長野県岡谷市岸東2丁目（図-2）における評価事例を紹介する。



図-2 長野県岡谷市岸東2丁目³⁾

90種類の自然災害リスク評価結果すべてを記載した結果を表-4に、表-4から土砂災害と河川災害を抜粋したものを表-5に示す。表-5中、自然災害リスクの評価値が閾値以上となる自然災害については評価値を赤色塗りつぶして示している。

土石流が発生した対象地において、EADaS と簡易版ともに、土石流のリスク値が閾値を上回る結果となった。また、その他の土砂災害と、河川近傍であることが反映され、河川災害の自然災害リスク値が高く算出されており、評価結果として妥当である事が確認された。また、数値に多少の違いは見受けられるが EADaS と簡易版は概ね同じような評価となっており、簡易化についても妥当である事が確認された。

表-4 EADaS と簡易版の自然災害リスク評価結果

自然災害名	No	EADaS 評価値	簡易版評価値	閾値
布状侵食	A ²⁶	0	0	50
ガリー侵食	A ²⁷	0	0	90
河川流量の急増	A ²⁸	323	323	300
河川水位の急上昇	A ²⁹	336	336	400
谷頭侵蝕	A ³⁰	0	0	400
岩盤下刻	A ³¹	0	0	500
岩盤側刻	A ³²	0	0	500
砂礫床洗掘	A ³³	0	0	300
砂礫地盤側刻	A ³⁴	0	0	300
砂礫堆積	A ³⁵	0	0	400
外水氾濫	A ³⁶	1295	1295	800
内水氾濫	A ³⁷	0	0	500
流木堆積	A ³⁸	0	0	400
匍行	A ³⁹	0	0	300
転落型落石	A ⁴⁰	630	595	500
剥落型落石	A ⁴¹	697	656	600
土砂崩落	A ⁴²	969	918	700
岩盤崩落	A ⁴³	1003	944	1200
急激な地すべり	A ⁴⁴	1062	1062	1400
緩慢な地すべり	A ⁴⁵	396	418	500
土石流	A ⁴⁶	1617	1813	1200
土砂流	A ⁴⁷	1258	1258	1000

表-5 EADaS と簡易版の自然災害リスク評価結果

河川災害と土砂災害抜粋

区分	自然災害名	No	EADaS 評価値	簡易版評価値	閾値
河川災害	布状侵食	A ²⁶	0	0	50
	ガリー侵食	A ²⁷	0	0	90
	河川流量の急増	A ²⁸	323	323	300
	河川水位の急上昇	A ²⁹	336	336	400
	谷頭侵蝕	A ³⁰	0	0	400
	岩盤下刻	A ³¹	0	0	500
	岩盤側刻	A ³²	0	0	500
	砂礫床洗掘	A ³³	0	0	300
	砂礫地盤側刻	A ³⁴	0	0	300
	砂礫堆積	A ³⁵	0	0	400
土砂災害	外水氾濫	A ³⁶	1295	1295	800
	内水氾濫	A ³⁷	0	0	500
	流木堆積	A ³⁸	0	0	400
	匍行	A ³⁹	0	0	300
	転落型落石	A ⁴⁰	630	595	500
	剥落型落石	A ⁴¹	697	656	600
	土砂崩落	A ⁴²	969	918	700
岩盤崩落	A ⁴³	1003	944	1200	
急激な地すべり	A ⁴⁴	1062	1062	1400	
緩慢な地すべり	A ⁴⁵	396	418	500	
土石流	A ⁴⁶	1617	1813	1200	
土砂流	A ⁴⁷	1258	1258	1000	

6. 今後の課題

今後の課題として以下の3点が挙げられる。

- EADaS で利用されている閾値を、再構築した簡易版に適した設定とする必要がある
- 回答の自動化やデータベース化によるさらなる作業の効率化
- 気候変動要素などを組み込み、時系列でリスク評価結果が変化する動的な仕組みへの対応

《引用・参考文献》

- 1) 地形災害検索システム(通称:EADaS)の構築と課題, 特集 地形学と土砂災害: 故奥田節夫初代会長追悼シンポジウム
- 2) UNDRO (1979) Natural disasters and vulnerability analysis: report of Expert Group Meeting (9-12 July 1979) by Office of the United Nations Disaster Relief Coordinator.
- 3) 国土地理院発行2.5万分1地形図, (最終閲覧日2022年7月14日)