

豪雨による道路災害軽減のための事前通行規制基準雨量の設定について

中電技術コンサルタント 正会員 ○倉本和正 香川大学工学部 正会員 荒川雅生
 高崎総合コンサルタント 正会員 瀬口武三郎 甲南大学理工学部 非会員 中山弘隆
 山口県土木建築部 非会員 須藤孝行 山口大学工学部 正会員 古川浩平

1.はじめに

豪雨による落石・崩壊等から道路交通の安全を確保するには、事前通行規制措置を実施することが有効とされている。しかしながら、その目安となる事前通行規制雨量（以下、基準雨量）は設定されてから30年以上も経過しており、それ以降の防災工事の効果等が反映されていない。そのため、近年では現行の基準雨量（以下、現行基準雨量）の見直しを行うことが重要な課題となっている。本研究では、現行基準雨量の見直しを目的に、RBFネットワーク（以下、RBFN）を用いて新しい基準雨量（以下、新基準雨量）の設定を試みた。

2.対象データの概要

本研究の対象データには、1993～1999年に山口県内の県道で発生した崩壊、落石等の災害データとその期間の気象庁アメダスデータを用いた。図-1に災害発生箇所および雨量の観測エリアを示す。ここで、雨量の観測エリアは、雨量観測所を中心とする半径10kmの円内とし、この範囲では同一の降雨量があったものと仮定している。

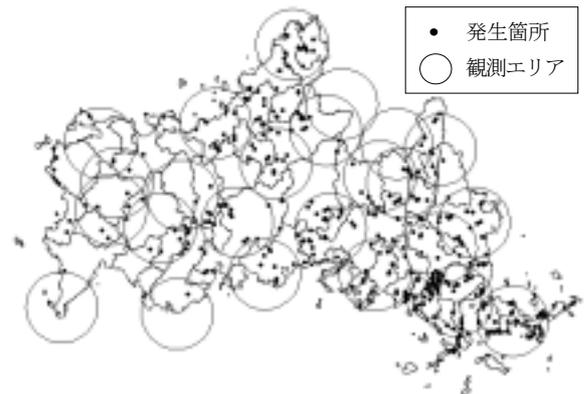


図-1 山口県における災害発生状況

3.最適な降雨指標の検討

現行基準雨量の降雨指標として最も一般的に用いられている連続雨量は、3時間以上の無降雨で区切られた積算雨量であり、従来から先行雨量が考慮できないことが指摘されている。そこで、本研究では新基準雨量の設定に際して、まず幾つかの降雨指標の中から最適な降雨指標の選定を行った。なお、新基準雨量では、単一指標に比べ予測精度が高いとされる2指標（短期指標、長期指標）の組合せを用いた。最適な降雨指標の検討では、時間雨量（短期指標）、連続雨量、実効雨量（半減期6hr, 12hr, 24hr, 48hr, 72hr）（長期指標）を対象とし、判別分析を用いて発生・非発生を最もよく説明できる降雨指標を抽出する。発生データの雨量には、災害発生時刻の時間雨量と各長期指標の雨量を、また非発生データの雨量には、一連の降雨中に観測された最大時間雨量とその時刻における各長期指標の雨量をそれぞれ用いた。

解析結果を表-1に示す。表より、正判別率に注目すると、case-6では発生、非発生ともに最も高く、また、相関比も最高値となっている。つまり、この降雨指標が災害の発生・非発生を最もよく説明できる降雨指標であると考えられるため、本研究では、新基準雨量の降雨指標にcase-6（時間雨量、実効雨量（半減期72hr））を用いることとした。

4.RBFNを用いた新基準雨量の設定

RBFNを用いた新基準雨量の設定は、著者らの研究¹⁾を参考に、まず対象とする発生・非発生降雨の教師値をそれぞれ0, 1として学習させ、判別境界面（図-2）を構築する。この判別境界面は、出力値が1に近いほど安全であり、出力値が0に近づくほど危険であることを示している。新基準雨

表-1 判別分析による解析結果

		case-1	case-2	case-3	case-4	case-5	case-6
短期	時間雨量(mm/hr)	0.217	-0.349	-0.206	-0.096	-0.019	0.017
	連続雨量(mm)	0.976					
長期	実効雨量(T=6)(mm)		0.937				
	実効雨量(T=12)(mm)			0.979			
	実効雨量(T=24)(mm)				0.995		
	実効雨量(T=48)(mm)					1.000	
	実効雨量(T=72)(mm)						1.000
相関比		0.011	0.036	0.057	0.096	0.158	0.194
正判別率	発生(%)	224/388	230/388	231/388	255/388	273/388	289/388
		57.7	59.2	59.5	65.7	70.3	74.4
	非発生(%)	535/840	521/840	537/840	531/840	536/840	549/840
全体(%)	63.6	62.0	63.9	63.2	63.8	65.3	
	759/1228	751/1228	768/1228	786/1228	809/1228	838/1228	
		61.8	61.1	62.5	64.0	65.8	68.2

キーワード：RBFネットワーク、道路、通行規制、降雨

〒734-8510 広島市南区出汐2丁目3-30 中電技術コンサルタント(株) TEL 082-256-3347 FAX 082-254-2496

量は、構築された判別境界面の等高線を利用することで容易に設定できる。なお、本研究では、図中の白色領域（ $0.8 < \text{出力値}$ ）が発生危険度の低い安全領域とし、0.8の等高線を発生・非発生の境界、すなわち新基準雨量と定義した。

新基準雨量設定の対象地域は、県内で災害発生件数が多い地域（柳井，安下庄）と少ない地域（下関，宇部）とした。構築した判別境界面の等高線図（0.2 間隔）の代表例を図-3 に示す。また、対象地域における出力値 0.8 の等高線を図-4 に示す。

図-3 より、構築した判別境界面は、いずれも対象地域の降雨特性や発生状況，ハード対策の整備状況等が反映されており，対象地域毎にそれぞれ異なる形状を示している。図-4 に示す新基準雨量（0.8 の等値線）に着目すると，災害件数の多い安下庄，柳井においては，1時間雨量（最大）で25~30mm/hr，実効雨量（最大）で235~245mm となっているのに対し，災害件数の少ない下関，宇部においては，1時間雨量（最大）で35~40mm/hr，実効雨量（最大）で270~280mm となっている。両者を比較すると，過去の災害履歴の多寡によって安全領域には大きな差異が表れており，実際の現象をうまく再現できる結果となった。

5.新基準雨量の予測精度

設定した新基準雨量の予測精度を検証するために，発生・非発生降雨データに対する正判別率を算出した。ここで，正判別率は，発生，非発生それぞれの全データ数に対する正判別数の比で表した。発生降雨データについては，一連降雨において発生時刻以前に新基準雨量を超過した場合を正判別，発生時刻以後に新基準雨量を超過した場合を誤判別とした。一方，非発生降雨データについては，一連降雨において一度も新基準雨量を超過していない場合を正判別，一度でも新基準雨量を超過した場合を誤判別とした。

表中の非発生降雨データの正判別率をみると，対象地域すべてで98%以上の非常に高い正判別率を示している。一方，発生降雨データは，柳井，安下庄でそれぞれ82.5%，73.1%であり，非発生降雨データと比較すると若干正判別率が低くなっている。しかしながら，災害データの中には，ほとんど無降雨状態で発生しているものも含まれているため，それらを勘案すると70%を超える正判別率が確保できれば，非常に高い予測精度であると考えられる。

6.おわりに

本研究で得られた主要な結論は以下の通りである。

- (1)新基準雨量に用いる降雨指標は，時間雨量と実効雨量（半減期 72hr）が最適であった。
- (2)RBFN を用いた解析により，地域特性を反映させた土砂災害発生・非発生判別境界面を構築することができた。
- (3)設定した新基準雨量を用いてその予測精度を検証した結果，非発生データについては対象地域すべてで98%以上の非常に高い正判別率を示した。また，発生データについても70%以上の高い正判別率を示す結果となった。

参考文献

1)倉本和正，鉄賀博己，東 寛和，荒川雅生，中山弘隆，古川浩平，RBF ネットワークを用いた非線形がけ崩れ発生限界雨量線の設定に関する研究，土木学会論文集，No.672/VI-50，pp.117-132，2001.3.

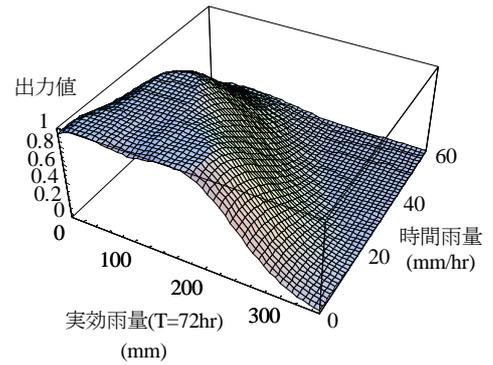
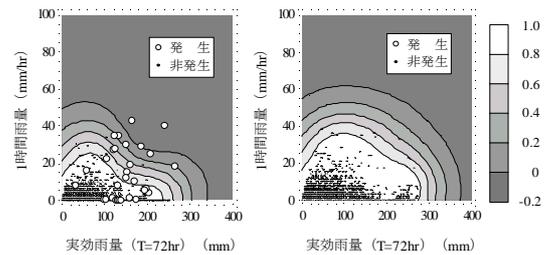


図-2 判別境界面の代表例



(a) 安下庄 (b) 下関

図-3 対象地域における判別境界面

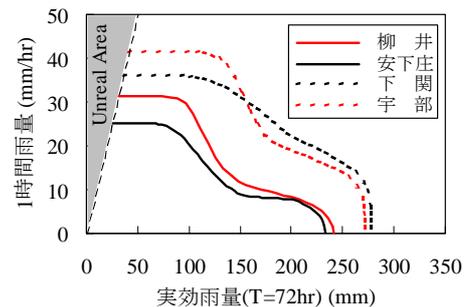


図-4 対象地域における新基準雨量

表-2 対象地域における正判別率

	柳井	安下庄	下関	宇部
発生 (%)	52/63	38/52	0/0	0/1
	82.5	73.1	—	0.0
非発生 (%)	627/639	657/669	799/803	708/713
	98.1	98.2	99.5	99.3