

山口県における豪雨時の道路通行規制基準の設定に関する研究

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

国土交通省では、豪雨時における道路斜面災害を防止するために、従来から通行規制基準雨量を設定し、事前通行規制措置を実施している。しかし、現行の通行規制（以下、現行基準）は設定方法が不明確なことに加え、設定から 30 年以上も経過しているため、現在ではその見直しの必要性が高まっている。そこで、本研究では現行基準の妥当性の検証を行うとともに、RBF ネットワーク（以下、RBFN）を用いた新しい規制基準（以下、新基準）の設定を試みた。

2. 現行基準の妥当性の検証

本研究で対象とするデータは 1993～1999 年に山口県（図-1 参照）で発生した道路斜面災害データとした。また、降雨データは山口県内の気象庁雨量観測所において観測されたアメダスデータを用いた。本研究では、これらのデータを用いて、まず現行基準の妥当性の検証を行うが、ここでは、現行基準で過去の災害をどの程度予測できたかを評価することで妥当性の検証とした。その際、発生時刻以前に現行基準を超える降雨を経験している場合を的中とした。なお、現行基準は時間雨量 30～50mm/hr 以上、もしくは連続雨量 120mm～250mm 以上で規制措置を実施するものである。

表-1 は、現行基準による発生データの的中率を示す。表より、上限値、下限値を用いた場合の的中率はそれぞれ 10.3%、48.6% となっており、多くの災害を見逃す危険性が高いことがわかる。この原因は、現行基準で用いられている連続雨量では降り始めからの雨量を単に積算するだけであり、先行雨量を考慮できないためであると推察される。したがって、連続雨量を用いた基準では有効な規制措置を行うことが非常に困難であると考えられる。そこで、本研究では新基準の設定に際して、まず最良な降雨指標の組み合わせから検討することとした。

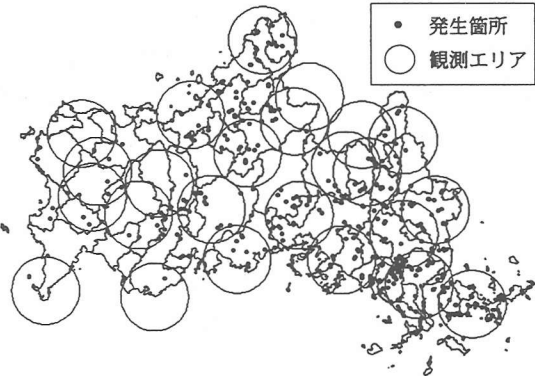


図-1 山口県の災害発生状況

3. 最適な降雨指標の検討

最良な降雨指標の組み合わせの検討で対象とする降雨指標は、時間雨量、連続雨量および先行雨量の影響を考慮できる実効雨量（半減期 6hr, 12hr, 24hr, 48hr, 72hr）とした。解析には量的な説明変数から質的な外的基準を判別できる判別分析を用いた。解析結果を表-2 に示す。表より、正判別率に注目すると、case-6 では発生、非発生ともに的中率が最も高い値を示し、また、相関比も最も高い値を示している

表-1 現行基準による的中率

	現行基準の上限値 〔時間雨量：50mm/hr 連続雨量：250mm〕	現行基準の下限値 〔時間雨量：30mm/hr 連続雨量：120mm〕
的中率(%)	34/331 10.3%	161/331 48.6%

ことがわかる。したがって、本研究では時間雨量、実効雨量（半減期 72hr）を最適な降雨指標の組み合わせとして以後の解析に用いることとした。

4. RBFN を用いた新基準の設定

RBFN を用いた新基準の設定は、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

表-2 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 57.7	230/388 59.2	231/388 59.5	255/388 65.7	273/388 70.3	289/388 74.4
		535/840 63.6	521/840 62.0	537/840 63.9	531/840 63.2	536/840 63.8	549/840 65.3
	非発生(%)	759/1228 61.8	751/1228 61.1	768/1228 62.5	786/1228 64.0	809/1228 65.8	838/1228 68.2
	全体(%)						

教師値をそれぞれ 0, 1 として学習させ、判別境界面を構築する。新基準は構築された判別境界面の等高線を利用して容易に設定することができる。

図-2, 3 に構築した判別境界面の代表例を示す。図-2, 3 はそれぞれ安下庄, 下関観測所における判別境界面を示している。図中の白領域は安全領域を、灰領域は危険領域を示しており、そのときの出力値はそれぞれ 1, 0 である。また、白から灰領域に近づくにつれ、出力値が低下しており、危険度が増すことを示している。

図-2, 3 より、安下庄観測所においては時間雨量、実効雨量の最大値がそれぞれ 25mm/hr, 240mm となっているのに対し、下関観測所ではそれぞれ 30mm/hr, 270mm となっている。このように、構築した判別境界面は対象とする地域によって大きく異なっており、それぞれの地域特性をうまく再現できているものと考えられる。

また、表-3 には各観測所における発生、非発生データの的中率を示している。ここで、新基準は著者らの研究¹⁾より構築した判別境界面における出力値 0.8 の等高線とした。表中の非発生データの的中率をみると、ほとんどの観測所において 98%以上の高い的中率を示しており、非常に空振り頻度が少ないことを示している。これを年平均でみると、1 回/年程度となり、サービスレベルの低下に繋がるものではないと考えられる。また、発生データについては、0~81.0% まで様々であるが、発生件数の最も多い柳井観測所では、すべての発生データの 80%以上を的中させている。また、発生件数の多い安下庄、玖珂観測所でも 70%程度の高い的中率が得られている。しかしながら、山口、広瀬観測所のように発生件数が 20 件程度と比較的多いにも拘らず、発生の的中率は 30%台と低くなっているものも見られる。この原因については、降雨観測エリアの半径が広すぎるにより、降雨観測所と災害箇所での降雨のずれが生じていることなどが考えられるが、今後さらに詳細な検討が必要であろう。ただし、このようなケースは全体的に見ればわずかであることから、本研究で構築した判別境界面は各地域の特性をよく反映した結果となっていると考えられ、通行規制基準として適用しても問題ないと推察される。

5. おわりに

本研究で得られた主要な結論を以下に示す。

- 1) 新基準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 により設定した新基準を用いた場合、非発生データについてはほとんどの観測所で 98%以上の高い的中率を示した。また、発生データについても発生件数の多い観測所であれば比較的高いの中率を示した。

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.

表-3 新基準による的中率一覧

	秋吉台	安下庄	岩国	宇部	玖珂	下松	桜山	篠生	下関	須佐	徳佐
発生(%)	3/7	38/52	14/23	0/1	26/38	14/27	7/14	6/11	0/0	7/12	2/15
	42.9	73.1	60.9	0.0	68.4	51.9	50.0	54.5	—	58.3	13.3
非発生(%)	899/909	658/669	594/605	705/713	632/641	647/657	484/495	968/976	795/803	963/972	1031/1038
	98.9	98.4	98.2	98.9	98.6	98.5	97.8	99.2	99.0	99.1	99.3

	長野山	鍋提峠	西市	萩	広瀬	防府	柳井	山口	油谷	羅漢山	和田
発生(%)	2/16	2/6	4/7	3/10	7/19	7/10	51/63	6/20	0/2	4/12	14/23
	12.5	33.3	57.1	30.0	36.8	70.0	81.0	30.0	0.0	33.3	60.9
非発生(%)	1006/1017	559/569	919/929	916/923	752/767	666/672	626/639	766/780	898/904	942/952	774/788
	98.9	98.2	98.9	99.2	98.0	99.1	98.0	98.2	99.3	98.9	98.2