

山口県内における道路通行規制基準雨量の策定

(株)エイトコンサルタント 正会員 ○佐藤丈晴
山口県道路整備課 非会員 須藤孝行
山口大学大学院 学生会員 中原敬広

香川大学工学部 正会員 荒川雅生
甲南大学理工学部 非会員 中山弘隆
山口大学工学部 正会員 古川浩平

1. 研究の背景と目的

現在、国土交通省では道路危険箇所を異常気象時の事前通行規制区域に設定している。しかし、この通行規制基準は設定方法が不明確であることに加え、設定後 30 年近く経過しており、近年の災害を予測できるかどうかは不明である。そこで、現行基準の見直しに加え、RBF ネットワーク(以下 RBFN)を用い、地域特性を考慮した新たな通行規制基準雨量の検討と設定を行った。さらに、規制解除基準についても検討した。

2. 使用データ概要

本研究では 1989～2000 年の間に山口県で発生した 515 件の災害データを解析に用いた。対象とする降雨データは、気象庁雨量観測所のアメダスデータを用いた。3 時間の無降雨期間ではさまれた降雨区間を一連降雨とし、基準雨量の設定の際には、時間雨量、実効雨量（半減期 72 時間）の 2 つの指標を用いた。

3. RBFN の概要

RBFN は、入力層(素子数 n 個)、中間層(素子数 m 個)、出力層(素子数 1 個)の 3 層からなり、 j 番目の中間素子の出力関数として図-1 に示すガウス関数 $h_j(\mathbf{x}) = \exp(-\|\mathbf{x} - \mathbf{c}_j\|^2 / r^2)$ を用いる。出力素子の出力は、中間層素子と結合係数 $w_j (j=1, \dots, m)$ との積の総和 $O(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^m w_j h_j(\mathbf{x})$ として表される。

4. 道路通行規制基準雨量の設定と検討

まず現行基準の妥当性を検討するために現行基準の上限値（時間雨量 50mm/hr、連続雨量 250mm）と下限値（時間雨量 30mm/hr、連続雨量 120mm）の的中率を求めた。その結果を表-1 に示す。発生率的中率が非常に低く、この基準を基に規制することが、妥当であるとは言い難い。そこで RBFN を用いて地域ごとに通行規制基準雨量の設定を行った。RBFN では現行基準で用いられている連続雨量に代えて実効雨量(半減期 72 時間)を用いた。それによって求められた山口県全域の平均判別境界面を図-2 に示す。また RBFN の判別境界面を用いるにあたって閾値の選定が必要となる。閾値の検討を行ったところ、矛盾が生じること無く、最も発生率的中率が高かった閾値 0.8 を本研究の基準雨量とする。図-2 において判別境界面の等高線のうち最も内側の線が閾値 0.8 の線である。その基準雨量を用いた場合の的中率の代表例として玖珂観測所と和田観測所の結果を表-2 に示す。表-1、表-2 より現行基準よりも RBFN を用いた基準雨量の方が発生率的中率ははるかに大きい。また、山口県全規

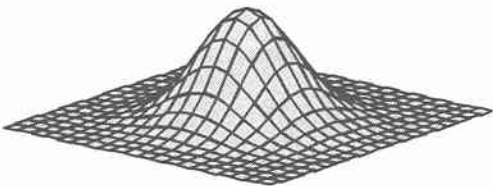


図-1 ガウス関数

表-1 現行基準による
道路通行規制基準雨量の的中率

現行基準 観測所	上限値 玖珂	下限値 和田
非発生	1407/1407 100.00%	1668/1688 98.82%
発生	1/16 6.25%	5/16 31.25%

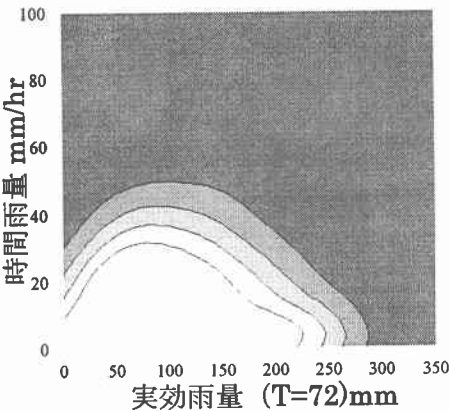


図-2 山口県の平均判別境界面

制区間における現行基準の的中率と RBFN を用いた基準雨量の的中率を比較すると、それぞれの平均値の発生において現行基準（平均的中率 15.60%）に対して RBFN を用いた基準雨量（平均的中率 45.16%）が、約 3 倍高い精度となった。他の観測所においても RBFN を用いた基準雨量は現行基準の発生的中率を上回っており、RBFN を用いた基準雨量のほうが現行基準よりも優位であるということができた。

5. 規制回数の検討

発生を的中させるためには、規制する回数を増加させればよいという考えもある。しかし、頻繁に規制を行うことは、道路の機能低下を招き良い方法であるとは言い難い。そこで、現行基準と RBFN を用いた基準雨量の規制回数について検討する。玖珂、和田と山口県全観測所の平均の規制頻度と実際に規制した数を表-3 に示す。表-3 より、RBFN を用いた基準雨量は現行基準よりも大きい値をとっている。しかし、この増加分には、発生降雨を現行基準より圧倒的に的中させていることが反映されているものと考えられ、無駄な規制ではなく必要な規制であると考えられる。また、平均で年に一回程度の規制はその回数の多さが問題となるとは思われない。したがって、規制回数についても RBFN を用いた基準雨量が現行基準より不利になるようなことは無いと考えられる。

6. 道路通行規制の解除に関する検討

解除の検討を行うにあたって一連降雨後の災害発生の可能性を検討する必要がある。そこで、一連降雨後に発生した災害の降雨終了時からの経過時間の分布状況を調査した。その結果、降雨終了後から 6 時間以降は降雨の影響が非常に小さいと判断し、降雨終了後 5 時間以内の発生について検討することとした。現行基準では通行規制解除を一律 2 時間で行うこととなっている。表-4 にその解除の的中率を現行基準の上限値、下限値について示す。RBFN を用いた基準雨量については規制を行った発生一連降雨について地域ごとに検討を行った。この時、観測所ごとで検討を行うと、データが非常に少なくなり、検討が困難になることから、土木事務所ごとに検討を行った。規制解除の目安として、その時刻に解除を行ったときの的中率が 80%になる時間を対象とした。表-5 に地域ごとの解除時間の分布を示す。これらの結果より RBFN を用いた場合、80%を超える精度を保ちながら解除時間を短縮することができたため、道路通行規制解除においても現行基準より RBFN を用いた基準雨量のほうが有利であるといえる。

7. 結論

- 1) RBFN を用いた基準雨量は現行基準よりも発生の的中率において大きく精度が向上した。
- 2) 規制回数については RBFN を用いた基準雨量は現行基準よりも増加しているが、それは平均して 1 年 1 回程度の規制であるため、大きな問題とはならないと考えられる。
- 3) 規制の解除については、一律 2 時間で解除する現行基準に比べて、RBFN を用いた基準雨量ではすべて 2 時間以内で解除することができ、その的中率も向上している。

表-2 RBFN を用いた手法による道路通行規制基準雨量の的中率

観測所	玖珂	和田
非発生	1392/1407 98.93%	1679/1688 99.47%
発生	13/16 81.25%	10/16 62.50%

表-3 規制頻度と実際の規制数

観測所		玖珂	和田	平均値
規制頻度 (回/年)	従来手法	0.083	1.194	0.413
	RBF	2.333	1.583	1.047

表-4 現行基準による解除の的中率

現行基準	上限値	下限値
降雨数	4/7	22/32
的中率	57.14%	68.75%

表-5 地域ごとの解除時間

0時間	美祢、阿東、下関、山口、玖珂、萩
1時間	徳山、宇部、大島、豊田、柳井
2時間	岩国、長門、防府