

## RBFNを用いた降雨時災害警備基準に関する検討

|                |     |     |    |
|----------------|-----|-----|----|
| 東海旅客鉄道(株)      | (正) | ○三輪 | 一弘 |
| 中電技術コンサルタント(株) | (正) | 荒木  | 義則 |
| (株)エイトコンサルタント  | (正) | 竹本  | 大昭 |
| 山口大学工学部        | (正) | 古川  | 浩平 |

## 1. はじめに

在来線鉄道では、沿線において発生する災害から列車を守るため災害警備基準値を設定している。前回の検討<sup>1)</sup>では過去に経験した降雨（1時間雨量）に対して、RBF ネットワーク手法（Radial Basis Function Network：以下、RBFN）を用い、客観的な災害警備基準値の設定を検討した。今回は、1時間雨量よりも詳細な10分間雨量を用いることで、より正確な基準値の検討を行ったので報告する。

## 2. 鉄道における降雨時災害警備

在来線の山間線区では、豪雨時に沿線斜面から土砂が線路に流入するなど、列車の運行を阻害してしまう運転阻害災害（以下、災害）が発生する。このような災害から乗客の安全性を確保するためには、よりの確な時期あるいは場所の災害警備が不可欠である。降雨時災害警備を開始するための現行の基準値（以下、現行基準値）は、図-1のように「時間雨量」及び「連続雨量」にて沿線に配備された雨量計の受持区間毎に設定されており、リアルタイムによる雨量がこの基準値に達した場合に当該区間の災害警備を開始する。

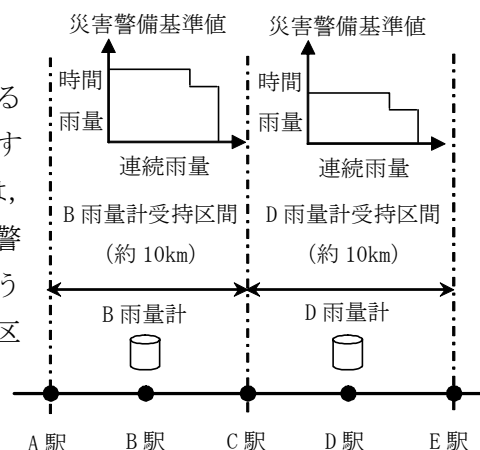


図-1 在来線鉄道における降雨時災害警備

## 3. RBFNを用いた災害警備基準値の設定

本研究で採用したRBFNは、図-2のように、脳や神経回路網をモデル化し、人間の判断と同様の評価をPCにて算出可能とした技術である。図-3のようにRBFNでは降雨を経験していない領域の出力値を周囲の経験領域（非発生降雨の領域）からの的確に推定することが可能である。今回、従来の1時間雨量（毎正時）-連続雨量の場合と60分間雨量（10分間雨量積算）-連続雨量の場合について、それぞれの雨量を一定の間隔のメッシュに区切り、過去の経験降雨（非発生降雨）をそのメッシュ交差部毎に1と学習させると、降雨を十分に経験したと考えられる領域は1に近い値、降雨を経験していない領域は0に近い値となる曲面で評価結果が表現される。

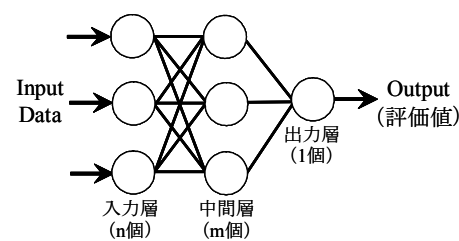


図-2 RBFネットワークの構造

## 4. 扱う雨量の違いがモデルに与える影響

図-4(1)、(2)は、ある在来線区（G）において1994年～2004年までの1時間雨量-連続雨量、60分間雨量-連続雨量によるRBFNの評価結果を示したものである。図-4より、1時間雨量を用いた場合は、出力値1.0に近い安全領域が狭く、60分間雨量を用いた場合は、安全領域が広がっている。

これは、60分間雨量を用いることにより、短期的な雨量

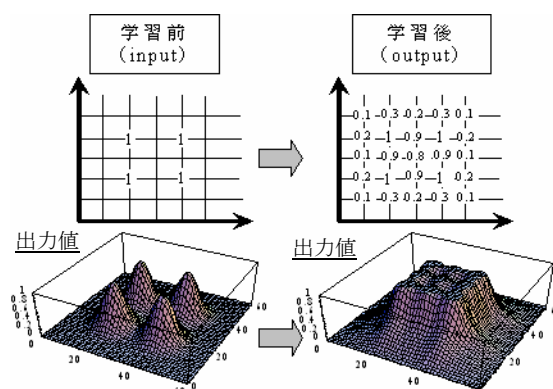


図-3 RBFNによる評価イメージ

キーワード 降雨時土砂災害、災害警備基準値、10分間雨量、RBF ネットワーク

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山1545番33 tel：0568-47-5375 fax：0568-47-5364

強度の変化が評価画面に詳細に反映されており、過去に降雨を経験した領域（安全な降雨領域）を正確に評価できると考えられる。

## 5. RBFN 評価と現行基準値の比較による考察

在来線区（N）において1994年～2004年までの60分間雨量-連続雨量を用いた評価画面の設定結果を図-5に示す。設定に用いたパラメータは、最小二乗誤差(min)となるように試行錯誤した結果、非発生 $\lambda_{\max}=100$ ,  $\lambda_{\min}=10$ , 発生 $\lambda_{\max}=10$ ,  $\lambda_{\min}=10$ , 格子分割数30, ガウス関数半径倍率10となった。また、災害発生・非発生の閾値は、複数雨量観測所の評価画面から災害発生降雨を安全に捕捉できる値として0.9を用いた。

RBFN 評価（閾値0.9）と現行基準（運転中止、速度規制、2種警備）を比較したものを図-6に示す。図-6より、経験降雨に基づいたRBFN評価による基準は、現行基準よりも高い位置にある。これは、対象地域における管理斜面等の危険箇所の降雨時防災耐力が現状で高くなっていることを示している。

## 6. 結論と今後の課題

本研究では、図-6の事例以外にも山間線区及び都市周辺の線区で同様の評価を実施したが、両線区ともに特に60分間雨量側の経験領域が広がる結果が多く見られた。以上より、本研究では、10分間雨量という詳細な降雨をRBFNで評価することで、その結果が災害警備基準値等の見直しの根拠資料となることを示すことができた。

都市部周辺の線区は、運行回数、利用乗客数の面から列車を止めた場合の影響が大きい。ここで地形的にも平坦部にある場合には、本研究成果を運転規制基準見直しの検討資料に活用できるものと考えられる。一方山間線区では、早めの規制により列車を止めることが肝要である。現行基準を変えない場合には、本研究成果を安全確認等の災害警備発令のタイミングや監視を重要視する区域の目安に利用することも一案と考える。今後は、新たに発生した災害に対して基準値の妥当性を逐次検証するとともに、気象庁のレーダ・アメダス解析雨量等の面的に詳細な雨量情報と本研究成果を組合せることで、基準を超過した地域を詳細に特定（例えば、1km 格子単位）し、災害警備地点の絞り込みを行う等、災害警備の効率化を検討していきたい。

## 参考文献

- 1) 梅田ほか、在来線鉄道における降雨時災害警備基準設定に関する一考察、土木学会第58回年次学術講演会講演概要集、IV-013

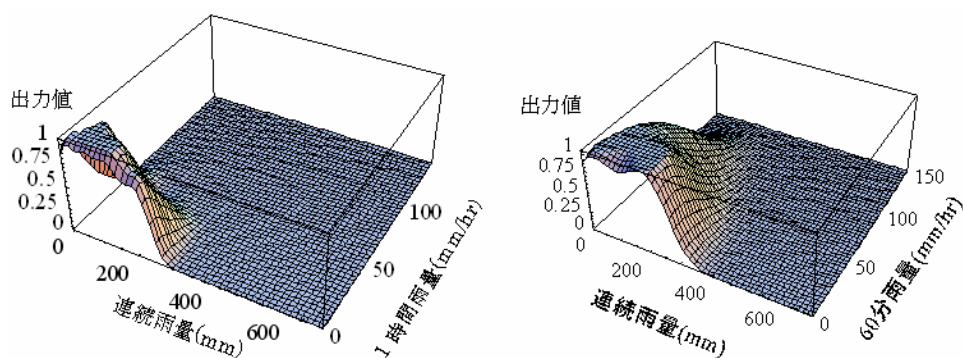


図-4 扱う雨量の違いがモデルに与える影響（G雨量計）

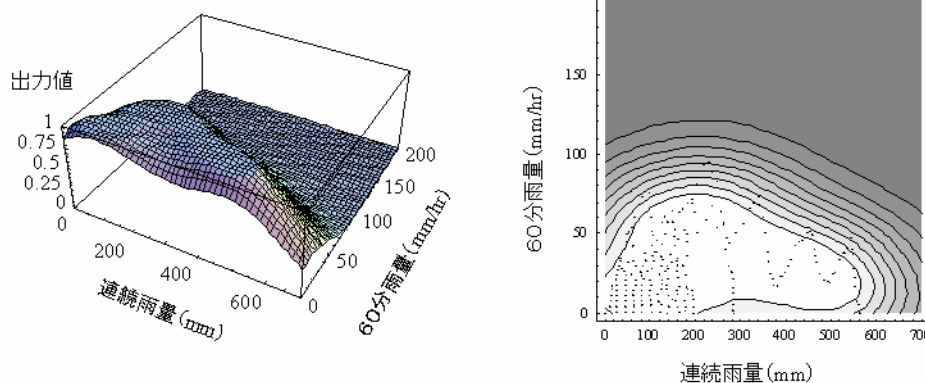


図-5 60分間雨量と連続雨量によるRBFN評価（N雨量計）

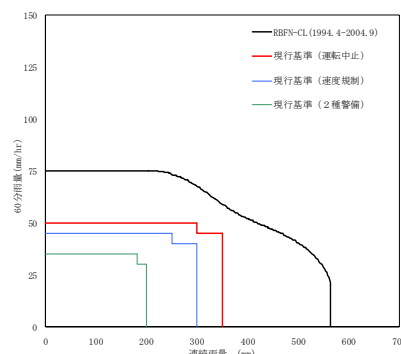


図-6 RBFN 評価と現行基準の比較例