

在来線におけるレーダ雨量を活用した降雨規制

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○石川 智史
正会員 山内 公介

はじめに

当社在来線では、線路沿線に設置している自社雨量計（以下、「鉄道雨量計」という）で観測した雨量により、降雨時の運転規制を実施している。本稿では、近年増加する局所的短時間集中豪雨に対応するため、気象庁等のレーダによる詳細な雨量情報（以下、「レーダ雨量」という）の活用に向けた検討結果と、平成29年7月から山間部において鉄道雨量計に加え、降雨規制を試行した取組み内容を報告する。

現在の運転規制と課題

現在の運転規制は、1時間の雨量である「時雨量」と雨の降り止み（12時間降り止み）まで累積していく「連続雨量」の2つの指標を用い、実施している。雨量計の設置間隔は平均約9kmであるが、全体の約40%が10km以上になる。一方で、災害をもたらす豪雨のタイプは、台風、梅雨前線、局所的短時間集中豪雨に分類される。中でも局所的短時間集中豪雨の降雨域は一般的に10km以下である。当社では過去12年間のデータで局地的短時間集中豪雨による列車脱線等は確認されていないものの、近年増加傾向にある狭い範囲の豪雨を適切に捉える必要性が高まっている。

レーダ選定と精度の評価

試行で活用したレーダ雨量は、国土交通省のXバンドMPレーダ（以下、「国交省X-MP」という）と気象庁のCバンドレーダ（以下、「気象庁C」という）である。このうち、国交省X-MPは、平成22年から試験運用が開始されたレーダであり、高い精度を確保している。データ更新は1分と気象庁Cの5分と比較すると高頻度である。ただし、都市部の局所的短時間集中豪雨を精緻に観測するために政令指定都市を中心に配備されており、現時点で当社山間線区の多くはカバーしきれていない。

気象庁Cは、日本全土の気象状況把握を目的に気象庁が導入したもので、複数台観測により当社全域をカバーしている。ただし、精度を確保するため、地上雨量で補正を行う「解析雨量」が一般的であり、補正に使う入力データ（地上雨量の種類・補正係数等）の設定が必要である。今回、精度向上を図るため、当社独自の解析雨量（以下、「自社解析雨量」という）を作成した。

上述したレーダ雨量の特性を鑑み、各地点（1km×1kmメッシュ）で活用するレーダ雨量を決定した。具体的には、鉄道雨量計とその直上メッシュにおける国交省X-MP及び自社解析雨量との相関をそれぞれ算出し、鉄道雨量計とより相関の高いレーダを選定している。この際、自社解析雨量は補正に使う入力データのうち、当該鉄道雨量計を除き補正を行い、鉄道雨量計との相関を算出した。図1に算出した鉄道雨量計とレーダ雨量との相関を示す。レーダ雨量は、鉄道雨量計に対して若干のバラつきは見られるものの相関係数は全雨量計地点で0.8以上を確保している（図2）。なお、少量の降雨頻度が高くこれらが相関に与える影響が大きいと考え、10mm/h以下の降雨を除外したパターンでも鉄道雨量とレーダ雨量の相関を算出し、問題ないことを確認している。

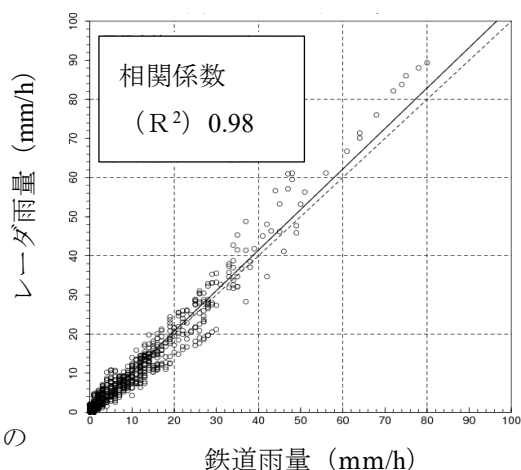


図1 雨量散布図

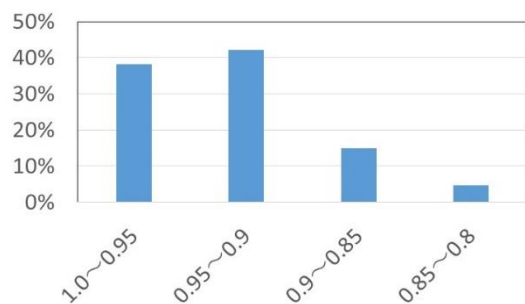


図2 鉄道雨量計直上における鉄道雨量とレーダ雨量との相関係数（全箇所）

キーワード：鉄道運転規制、雨量計、レーダ雨量

連絡先：〒453-8520 愛知県名古屋市中村区名駅一丁目3番4号

TEL：(052)564-2486

導入時の効果予測

従来の鉄道雨量計による運転規制値は、災害箇所直上の雨量と観測雨量の差（図3 差分①）を含むため、ある地点の降雨耐力に降雨の空間的なバラつきを考慮して低めに設定されている。今回のレーダ雨量は、沿線 1km ごとに鉄道雨量計を設置することと同様で、災害箇所の降雨をより近い箇所で捉えることが可能である。したがって、降雨の空間的な分布の差（図3 差分②）を減少させるため、レーダ雨量の運転規制値は、鉄道雨量計の運転規制値よりも向上できると考える（図3）。

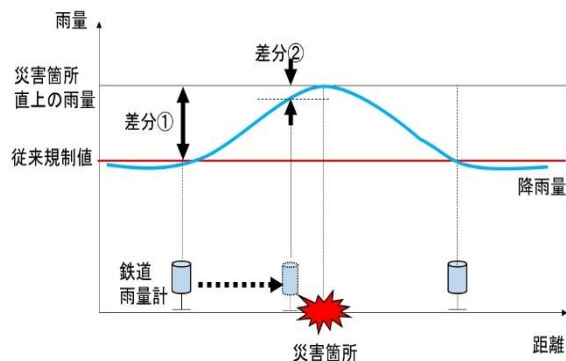


図3 降雨分布のイメージ

このような概念のもと、レーダ雨量の運転規制値を平野部（主に鉄道雨量規制値 40～50mm/h 区間）で 80mm/h、山間部（主に鉄道雨量規制値 20～40mm/h 区間）で 50mm/h をそれぞれ上限に当該メッシュの経験最大値に設定し、過去 12 年間のデータからレーダ雨量のみで運転規制に入った区間数を算出した。図4にレーダ雨量のみで運転規制に入った一例を示す。結果、運転規制区間数は平野部及び山間部ともに従来の鉄道雨量計による運転規制に加えて、それぞれ3割程度増加することが判明した。ただし、実際の列車運行に与える影響は、レーダ雨量で運転規制に入った隣接規制区間において、鉄道雨量で運転規制に入った事例も見られるため、運転規制区間数3割増加よりも少なくなると考えられる。

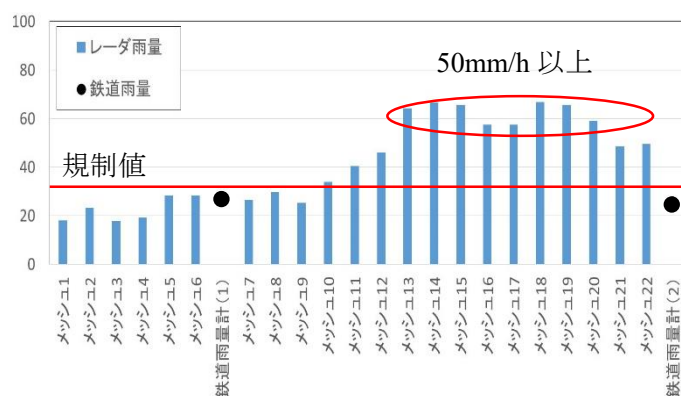
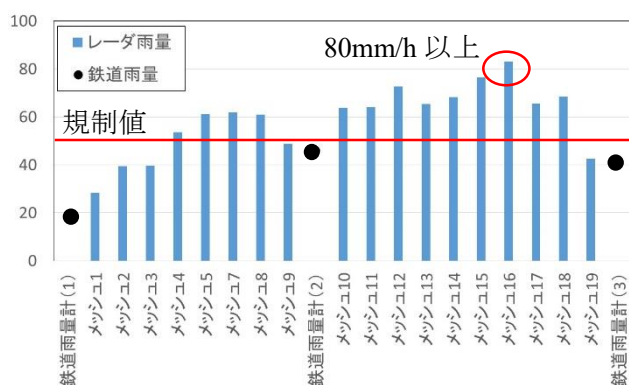


図4 雨量計間の降雨状況（左図：平野部、右図：山間部）

試行結果

試行は平成29年7月から山間部を対象に実施した。その結果、平成29年8月にレーダ雨量にて一段の安全確保ができた事例を確認した。具体的には、鉄道雨量計と同時刻であったが、レーダ雨量により運転規制を実施した箇所で、運転再開のためのアルミカート巡回で道床流出（延長 5m×幅 1.2m）を発見した。道床流出の原因は、短時間集中豪雨により、縦下水から溢れた水が線路内に流入したことによる（図5）。この際、レーダ雨量で観測した最大時雨量は 49mm であり、当該メッシュにおける過去 12 年経験最大値であった。

さいごに

レーダ雨量の特性や精度、導入時の効果等の検討結果と H29 年度の山間部を対象とした試行結果から、レーダ雨量の有効性を確認することができた。今後は、レーダ雨量の全線展開に向けてレーダ雨量と自社雨量計を併せて管理できるシステム整備を検討するとともに、発展するレーダ技術に柔軟に対応できるよう、技術動向に注視していく。

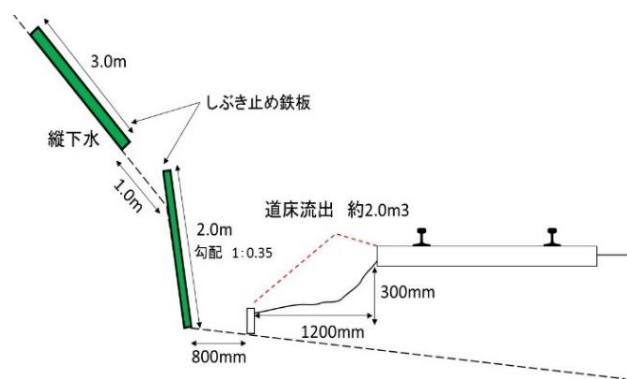


図5 災害の概要（断面図）