

鉄道沿線に土砂災害をもたらす雨の降り方に関する考察

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○大島 竜二
東日本旅客鉄道(株) 正会員 友利 方彦

東日本旅客鉄道(株) 正会員 鈴木 博人
東日本旅客鉄道(株) 外狩 麻子

1. はじめに

鉄道が被る自然災害の中で、比較的高い頻度で生じる事象の一つとして降雨に起因した土砂災害（以下、降雨災害とする）が挙げられる。降雨災害の発生抑止では、ハード対策の実施が効果的であるが、降雨災害の発生の恐れのあるような地点は多数存在すると想定されるため、鉄道沿線のあらゆる地点でハード対策を講ずることは現実的ではない。よって、運転規制などのソフト対策による対応が非常に重要となる。運転規制では、予め定めた基準値以上の降雨量が観測された場合に列車を徐行させる、あるいは運転を取り止めるなどの措置が行われている。降雨量には、鉄道沿線に設置した雨量計の観測値を用いており、雨量計毎に受け持つ区間が定められている。しかしながら、運転規制の判断基準という面では、雨量計という代表地点の観測値により、区間内の任意地点で生じる災害の誘因となる降雨を適切に評価可能であるかが課題といえる。一方で、気象レーダー観測技術の発展により、鉄道沿線の任意地点の雨量情報を容易に得ることが可能となりつつある。今後は、この面的な降雨情報を運転規制の判断材料に活用することで、運転規制の精度向上が期待できる。そこで、本研究では、気象レーダー観測による面的な雨量情報の有用性の検討を目的として、レーダー観測を基に得られる解析雨量を用いて、雨量計観測地点と降雨災害発生地点の雨の降り方について比較分析をしたので報告をする。

2. 研究概要

鉄道沿線に土砂災害をもたらす雨の降り方について、以下のデータを対象に分析をした。

雨量データ：気象庁解析雨量の毎正時の1時間雨量（単位：mm）

災害データ：鉄道沿線で生じた降雨災害(300事例)

対象期間：2006年～2013年（8年間）

雨量値には、毎正時の1時間雨量と東日本旅客鉄

道株式会社で用いている実効雨量指標（1.5時間半減期、6時間半減期、24時間半減期）を用いた。実効雨量指標とは、土中に貯留した水分量の経時的減少特性を表現するパラメータをもつ数学モデルである。このパラメータは土中の水分貯留量が半分となる時間(半減期)として、実効雨量の算出式に組み込まれる。実効雨量 R_t は、以下の式で表される¹⁾。

$$R_t = \alpha^{1/2} r_t + \alpha R_{t-1} \quad \text{式 (1)}$$

$$\alpha = 0.5^{1/H} \quad \text{式 (2)}$$

ここで、 R_t ： t 時における実効雨量、 r_t ： t 時における単位時間雨量、 α ：減少係数、 H ：半減期である。上記のデータならびに雨量指標を基に、降雨災害を発生させた想定される降雨イベントの時系列より最大の雨量値を抽出し、雨量計観測地点と降雨災害発生地点のそれぞれの値を比較した。また、本研究では災害発生時の降雨時系列で1時間雨量が1mm以上であれば降雨災害と定義し、また、降雨災害発生事例で、当該の区間を受け持つ鉄道雨量計の観測値と雨量計毎に定められた運転規制発令の基準値を当てはめて、降雨災害発見時に運転規制が発令されていたと判断できるものを運転規制発令時災害、運転規制が発令されていないと判断できるものを運転規制発令前災害として定義した。

3. 降雨災害発生時の雨量値の比較分析

2で述べた4種類の雨量指標について、雨量計観測地点と降雨災害発生地点の値を比較したものを図1で示す。図中で、横軸は雨量計観測地点の値、縦軸は降雨災害発生地点の値を示している。なお、以降、降雨災害発生時に運転規制が発令されている状況を運転規制により降雨災害を捕捉したと表現することとする。

それぞれの雨量指標における相関係数は、毎正時雨量で0.82、実効雨量（1.5時間半減期）で0.89、実効雨量（6時間半減期）で0.92、実効雨量（24時間半減期）で0.95であり、高い相関が見られる。ただ

キーワード 降雨災害、解析雨量、雨量計観測値、運転規制

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2-479 JR 東日本研究開発センター防災研究所 TEL 048-651-2693

し、個々の降雨災害事例に着目すると、降雨災害発生地点の雨量値が雨量計観測地点の雨量値を大きく上回るような事例が見受けられる。特に図中の○印（点線）の範囲内に描画されるような運転規制発令前災害事例では、降雨災害発生地点の降雨量を運転規制の判断基準に用いることで、降雨災害を運転規制により捕捉することが期待できる。しかしながら、一方で、●印（一点鎖線）の範囲内に描画される事例では、雨量計観測地点の雨量値の方が降雨災害発生地点の雨量値より大きな値となり、降雨災害発生地点の降雨量を運転規制の判断基準に用いると、降雨災害を運転規制により捕捉できなくなってしまう可能性がある。

次に、4種類の雨量指標について、降雨災害発生地点の雨量値を雨量計観測地点の雨量値で除した雨量比と距離の関係を図2で示す。図中で、横軸は雨量計観測地点と降雨災害発生地点の距離を示し、縦軸は雨量比を対数軸により示している。運転規制発令前災害では、2地点間の距離が大きくなると、雨量比の値が大きくなる傾向が見受けられる。全災害事例では、実効雨量（6時間半減期、24時間半減期）などの時間スケールが大きな雨量指標に比べて、毎正時の1時間雨量や実効雨量（1.5時間半減期）などの

時間スケールの小さな雨量指標では、2地点間の距離が小さな場合でも雨量比が1より大きくばらつく傾向がある。従って、降雨災害発生地点の雨量を適切に観測することが、必ずしも運転規制による降雨災害の捕捉性の向上につながるわけではないと思われる。

4. まとめ

解析雨量を基に雨量計観測地点と降雨災害発生地点の雨量値を比較して、降雨災害発生地点の雨量値を運転規制の判断基準に用いると、雨量計地点の雨量値を判断基準とする場合に比べて降雨災害が捕捉可能となる事例もあれば、捕捉が不可能になるような事例があることがわかった。気象レーダー観測による面的雨量情報を活用する場合には、このような点を踏まえた上で、運転規制方法を検討する必要がある。今後は、降雨災害発生時の雨の降り方に対して台風や集中豪雨などの気象じょう乱や2地点間の標高差などの地形要素の点からも分析をし、運転規制の判断基準としての気象レーダー観測による面的な雨量情報の利用方法について検討をしていきたい。

参考文献

- 1) 鈴木雅一, 小橋澄治, 1981, 「がけ崩れ発生と降雨の関係について」 新砂防 Vol. 121, P. 16-26

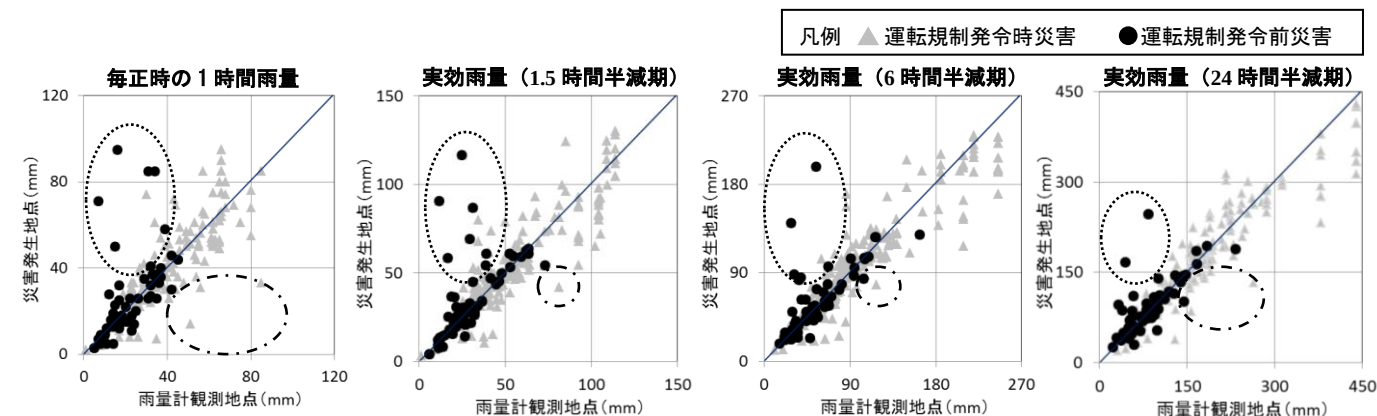


図1. 4種類の雨量指標毎の雨量計観測地点と降雨災害発生地点の雨量値の関係図

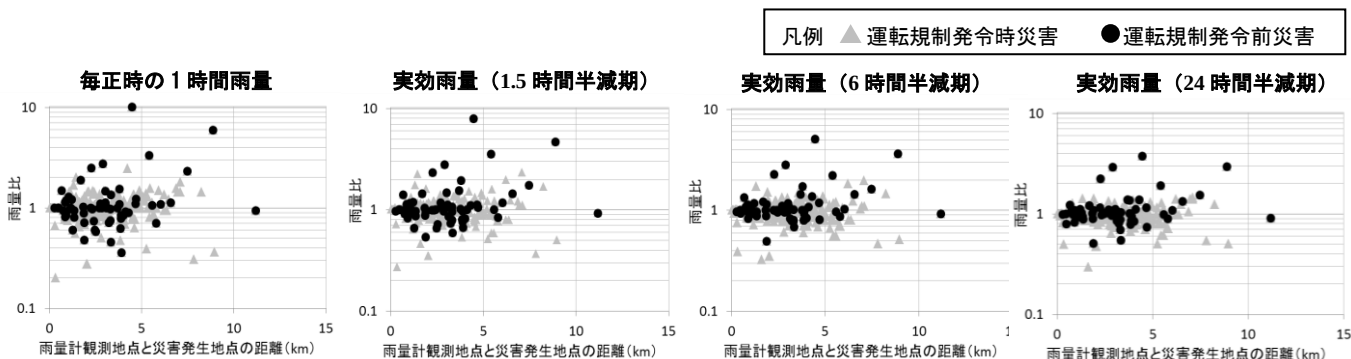


図2. 4種類の雨量指標毎の雨量計観測地点と降雨災害発生地点の雨量比と距離の関係図