

鉄道路線における気象データと災害被害額に関する統計分析

九州大学工学部 学生会員○伊藤 旭 九州大学大学院 フェロー会員 善 功企
九州大学大学院 正会員 陳 光斉 九州大学大学院 正会員 笠間 清伸

1. 背景および目的

鉄道路線の大部分は、盛土、切土および自然斜面に接するため、落石や斜面災害といった土砂災害の脅威に晒されている。また、鉄道路線は、ひとたび大きな被害を受けると道路では可能な迂回や仮線による一時的な避難が極めて困難であるという特性がある。そこで、本文では、過去の鉄道沿線における災害資料を利用して、鉄道路線が有する災害に対する統計分析を行った。

2. 内容

2.1 分析概要

本文では、災害を引き起こす直接的な原因である誘因を、日降水量、連続雨量、最大時間雨量および最大風速の4つとした。分析可能な過去の災害資料の期間を対象として、1988年から2005年の過去18年間で、九州のある地域で起こった災害1004件、184日の災害を対象とした。主な災害であった倒木(417件)、築堤・切取崩壊(276件)、土砂流入・流入(101件)および落石(38件)を、災害別に統計分析をおこなった。図-1は、分析対象とした路線図(全長約350km)であり、路線横にある点は気象データをとった気象観測ポイント(全11地点)である。それぞれの地点での観測データの振り分けは、JR九州の気象観測における目安となる区切りを基に、設定したエリアごとに分けた。

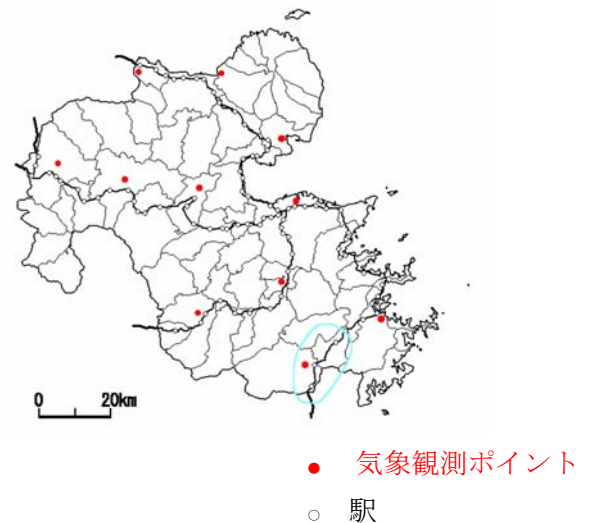


図-1 対象とした路線図

2.2 分析結果および考察

災害発生確率と日降水量および最大時間雨量の関係をそれぞれ図2と図3に示す。ここで縦軸の災害発生確率は、ある日降水量よりも小さな値の日に災害の発生した日数を、その日降水量よりも小さな値の日数全体で割ることで災害発生確率を算出した。倒木の半数以上は100mm/dayを超えなければ起こらないのに対し、落石は、最初の0~10mm/dayの間に全9日分の災害が発生した。また、倒木と土砂流入は300mm/dayを超えてもなお災害発生確率が増加するのに対し、築堤・切取崩壊は200mm/dayあたりで一定値となった。従って、落石は日降水量に対する影響を受けにくく、倒木は影響を受けやすいと判断できる。

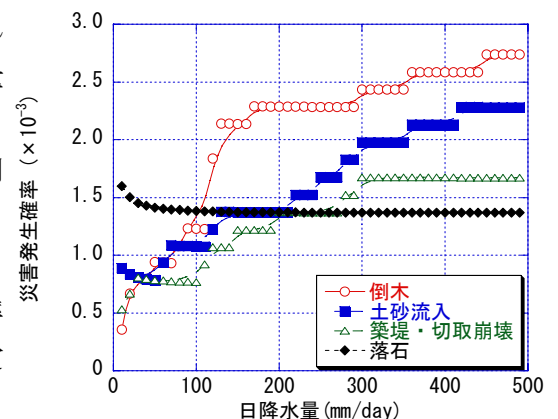


図-2 日降水量と災害発生確率

図3によれば、日降水量の場合と同様に、落石は最初の0~5mm/hrで全9日分の災害が発生した。また、倒木について言えば、日降水量の場合は300mm/hr以上の誘因発生日にはかなりの頻度で災害が発生すのに対し、最大時間雨量の場合だと45mm/hr以上の誘因発生日が14日で、その内災害発生が1日だけと、後半での災害確率の増加がないことが分かる。一方、土砂流入は、日降水量と最大時間雨量のどちらも最初から最後まで増加傾向を示すものの、前者は傾きが緩やかで、後者は傾きが急である。落石は、この路線で起きた全17件のうち半数以上が経年によるものであり、日降水量と最大時間雨量ともに影響力が小さいといえる。

2.3 想定被害額の算出

対象とした路線全体 1～47 駅区間での倒木、土砂流入、築堤・取崩壊および落石における、それぞれの全災害件数と合計被害額より、それぞれの一件あたりの平均被害額を算出した。想定した誘因外力の値よりも小さな値の日には災害が発生した件数に、ここで算出した 1 件あたりの平均被害額をかけることで、被害額とした。つまりは、誘因外力以下で起きた全ての災害が同日時に起こった場合の被害額ということになる。実際の被害額を用いるよりも、平均値を用いた被害額の方がより一般性に富んでいると考えた。このようにして算出した被害額に、災害発生確率をかけることで、想定被害額とした（図-4、図5）。災害発生確率の図-2、図3と比べると、日降水量、最大時間雨量ともに災害発生確率の場合は倒木が大部分を占めたが、被害額になると、土砂流入の値が目立つ。その傾向は、誘引外力強度の値が大きくなるにつれて際立っており、特に、最大時間雨量における想定被害額では、50mm/day 以上で想定被害額が増加するのはこの土砂流入だけとなった。倒木災害のみをみると、災害発生確率は誘因外力が大きくなるにつれて増加するが、想定被害額はある一定値まで増加した後は、ほぼ変わらなかった。それに対し土砂流入災害は、災害発生確率では倒木災害よりも小さな値をとるものの、1 件あたりの被害額の違いから、想定被害額は誘因外力が大きくなるにつれて増加することが分った。

3. まとめ

本文で得られた結論をまとめると以下ようになる。

1) 実際の鉄道路線の防災対策を行うにあたっては、災害の起こる確率よりも、起こった際にかかるコストを考えた全ての災害における合計の想定被害額に基づくべきである。日降水量でいえば、倒木災害の 0～130mm/day にかけて、土砂流入災害の 50mm/day、100mm/day あたりで発生確率が上昇するが、合計の被害額では、120mm/day あたりで急上昇し、その後も右肩上がり続けている。

2) 最大時間雨量は、倒木災害、土砂流入災害ともに 20～60mm/hr で同じ傾きで災害発生確率が上昇するにもかかわらず、40mm/hr 前後で合計想定被害額が特に増加することが分かった。

3) 災害ごとに発生確率が急激に大きな値となる点では、その災害ごとの対策をすべきだと考えられる。そして、合計の想定被害額が増加する誘因外力強度レベルの外力が働いた点では、運転自体を規制し、点検、補強をすべきと考えられる。

<参考文献>

- 1) 杉山友康、岡田勝也、岡村昌夫、沢木鯉太：集中豪雨による盛崩壊土の原因推定－第三セクター伊勢鉄道－日本鉄道施設協会誌、Vol.28, No.2, 1990.2

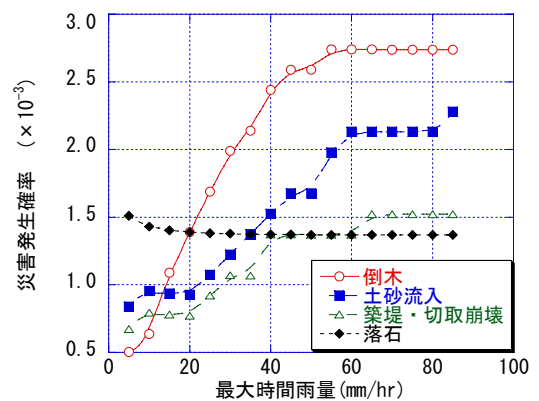


図-3 最大時間雨量と災害発生確率

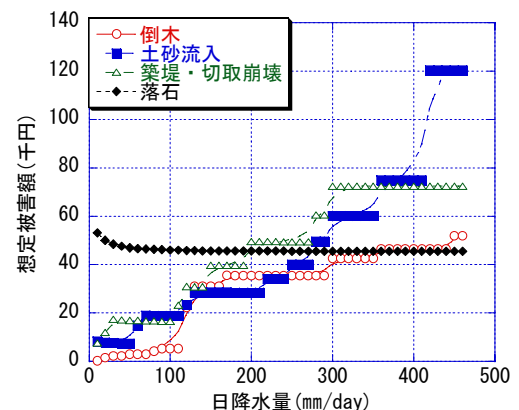


図-4 日降水量と想定被害額

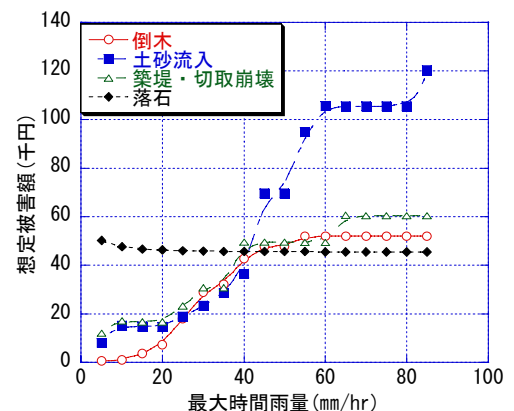


図-5 最大時間雨量と想定被害額