

## JR 中央線および京王線の自然災害に対する脆弱性の検討

○中央大学大学院 学生員 金子 貴裕 中央大学 正会員 佐藤尚次

## 1. はじめに

東京都内における鉄道運行に支障をきたす自然災害として大雨や強風、そして地震などが挙げられる。これらの災害によって、鉄道に運休または30分以上の遅延が生じてしまうと、いわゆる輸送障害の状態になる。

筆者らの研究<sup>1)</sup>により、東京都内において地形条件や気象条件により地域ごとに輸送障害が発生する頻度や原因が異なることがわかった。その中で、東京都中央部から西部にかけて並行して運行している JR 中央線(以下、中央線)および京王線において、輸送障害の発生している時期が異なることがわかった。

そこで、本研究では、中央線および京王線における自然災害に対する脆弱性の検討を行うことにより、輸送障害の発生している時期が異なる原因を解明することを目的とする。

## 2. 検討方法

## 2.1 路線選定

本研究では、中央線および京王線を対象路線とする。対象路線の区間や駅数などを表-1に示す。

## 2.2 使用データ

本研究で用いるデータとして、国土交通省発表の「運輸事故等整理表」<sup>2)</sup>に記載されている、輸送障害の発生した場所、原因の項目を用いる。期間は2002年度4月から2013年度9月までを対象とする。

## 2.3 検討方法

本研究で行う評価の方法として、輸送障害の発生件数、発生原因等を GIS (ArcGIS10.2) 上にマッピングすることや、気象庁が公開しているデータを用い、自然災害に対しての検討を行う。

## 3. 輸送障害発生件数

## 3.1 原因別輸送障害発生件数

表-2に対象期間内に発生した対象路線の原因別輸送障害発生件数を示す。表-2から、中央線では18件、京王線では11件、輸送障害が発生していることがわかった。対象路線において風害と雷害による輸送障害が多発していることから、東京都の中央部から西部にかけての地域では風害と雷害が輸送障害の主原因といえる。風害の被害としては、瞬間風速が規制値に到達したための運転規制や、ビニールなどの飛来物によるものである。また、雷害の被害としては、信号設備や変電設備に落雷が発生することによるものである。

## 3.2 輸送障害の発生箇所について

図-1に輸送障害の原因別分布を示す。図-1から、中央線では、三鷹付近で風害と雷害が発生している。また、立川駅～日野駅間の多摩川において風害が発生している。一方、京王線では、府中駅や分倍河原駅付近において風害が発生しているが、多摩川の交差部である聖蹟桜ヶ丘駅付近では、風害が発生していない。

## 4. 強風の発生確率

中央線および京王線において多発している風害につ

表-1 対象路線の基本情報

項目	中央線	京王線
区間	東京～高尾	新宿～京王八王子
路線長 (km)	53.1	37.9
駅数	24	32

表-2 対象路線の原因別輸送障害発生件数<sup>2)</sup>

原因	中央線	京王線
風害	5	5
水害	2	0
雷害	3	3
冷害	1	0
倒木	2	1
震害	1	1
雪害	0	1
気温上昇	2	0
その他	2	0
計	18	11



図-1 原因別輸送障害発生分布

いて確率分布を用いて検討を行う。

## 4.1 使用データ

鉄道が強風による運転規制を行う際に用いる風速指標としては、瞬間風速が挙げられる。<sup>3)</sup>そのため、本研究において気象庁の府中観測所と八王子観測所の2009年1月から2013年12月までの1日の最大瞬間風速<sup>4)</sup>を用いることとした。

## 4.2 分布形の決定

分布形を決定する際に、本研究では確率紙を用い決定する。用いる確率紙は、Gumbel 確率紙と対数正規確率紙を用いる。これらの確率紙より、各観測所のデータがどちらの確率紙が適しているのか判断を行い分布形を決定する。

図-2に八王子観測所の風速データを Gumbel 確率紙にプロットしたものを、図-3に対数正規確率紙にプロットしたものを示す。図-2と図-3より、Gumbel 確率紙と対数正規確率紙の両方とも、風速が大きい箇所プロットが回帰直線から離れてしまっている。しかし、相関は両方とも $R^2$ 値が1に近く相関は強いといえる。Gumbel 分布は風速が大きくなるにつれ風速を過小評価をしている。反対に、対数正規分布は、風速を過大

キーワード：鉄道、輸送障害、自然災害

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 tel.03-3817-1816 fax.03-3817-1803

評価している。そこで、より安全側の評価を行っている対数正規分布を用いる。

4.3 最大瞬間風速の発生期待値

図-4 に各観測所の最大瞬間風速の確率密度関数を示す。図-4 から、八王子観測所の方が府中観測所よりも風速が大きくなる傾向にあるとわかる。また、府中観測所では最大瞬間風速が 20[m/s]を超えるような日がほぼ発生しないことがわかる。

図-4 の結果を用い、表-3 に各観測所における 1 年間にある風速以上の瞬間風速が発生する日数を算出したものを示す。表-3 から八王子観測所の方が風速が大きくなるということがわかる。このようになる要因として観測所の位置している場所によるものであると考えられる。八王子観測所は多摩川から 100 から 200[m]ほどの位置にあるが、府中観測所は周辺に大きな河川等がなく、風の水平収束の影響を受けにくい。そのため、八王子観測所の方が強風が多く発生すると考えられる。

また、多くの鉄道では自前で風速を計測し、瞬間風速が 25[m/s]を超えると運転規制を行っている。<sup>3)</sup>このことを考慮して、各観測所において 1 年間に風速 25[m/s]以上の風が吹く日数を算出すると、八王子観測所では 2.4 日、府中観測所では 0.1 日となることがわかった。

この八王子観測所の数字と対比したとき、表-2 の全部の発生件数 (11.5 年間に両線とも 5 件) は著しく少ないように思われる。このことから、鉄道会社の観測環境は八王子観測所よりも府中観測所の条件に近いものと推測することは難しくない。すなわち、観測所で風速 25[m/s]を下回っていても、八王子観測所のような環境下ではこの値を超えている可能性がある。しかし、2002~2013 年に強風で事故が起こった報告はないので、この措置がただちに危険というものではない。ひとつの提案としては、八王子観測所のような強風環境下で観測を行うときには、運転規制を行う風速を引き上げる方法も考えられる。ちなみに、八王子観測所の風速データで年間超過日数が 0.5 日 (11.5 年で 5.75 件) となる風速は 30[m/s]である。

しかし、図-1 に示したように、強風の発生確率が低い府中以東にいても風害が発生している。これは、飛来物によるものであり、単に強風が発生しただけではなく、様々な要因が重なったことにより発生したと考えられる。こちらはまだ、不明な部分が多く今後の調査や検討が必要である。

5. おわりに

本研究において、並行して運行している JR 中央線および京王線における自然災害による輸送障害の事例を調査した。調査した結果、対象路線共に風害による輸送障害が多発していた。そのため、沿線にある気象庁の八王子、府中観測所の最大瞬間風速を用い、強風の発生確率を算出した。

今後の課題は、観測点近傍以外の沿線の風速の評価を行うことや、様々な地形の観測点との比較、さらに八王子観測所と府中観測所の風の吹き方の関係性についても検討を行っていく。また、GIS や現場に訪れることにより、強風が吹きやすい箇所のピックアップを行っていく。

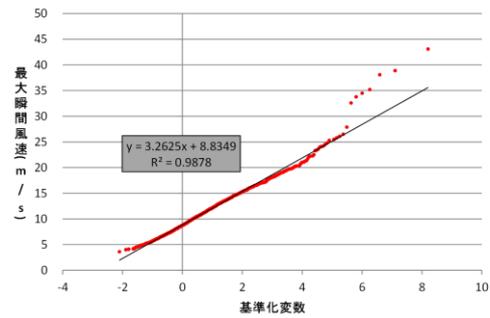


図-2 八王子観測所 Gumbel 確率紙

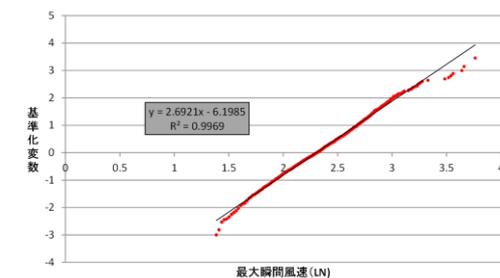


図-3 八王子観測所対数正規確率紙

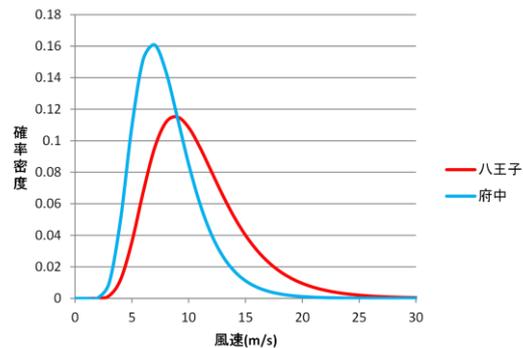


図-4 各観測点の確率密度

表-3 1 年間での風速の発生日数

風速 (m/s)	八王子 (日)	府中 (日)
5	354.5	325.1
10	184.7	78.5
15	50.6	8.9
20	11.3	0.9
25	2.4	0.1
30	0.5	0.0

参考文献

- 金子貴裕, 佐藤尚次: 東京都内における鉄道の自然災害に対する脆弱性の検討, 第 42 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集(2015), IV-10
- 国土交通省: 運転事故等整理表, 2002-2013
- 荒木啓司, 日比野裕, 鈴木実: 列車運行と風規制, 日本風工学学会誌第 40 巻第 I 号(2015), pp.10-16
- 気象庁 HP: 各種データ・資料, <http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>