

瀬戸大橋線の列車運転規制決定法における各地の風速変化の利用法の検討

○ 千葉大学大学院(研究当時：中央大学) 学生会員 姉小路公暢
中央大学 正会員 佐藤尚次

1. はじめに

日本では強風による災害が数多く発生している。季節風の吹き出し、竜巻や雷雨などが多く発生しやすい環境下にあることや、海上などで発生した台風が発達しながら北上するコースに日本列島が当たっていることも強風や突風が起きる原因となっている。土木構造物の風による被害も、毎年数報告されている。

一方、日本は鉄道インフラの発達が進んでおり、毎日多くの人々が利用しているが、強風を原因とする大小の遅延や事故も多く発生しており、多くの利用者の足に影響を与えている。時には利用者を巻き込んだ大きな被害も起きている。1978年の営団地下鉄東西線列車横転事故や1986年余部鉄橋列車転落事故、2005年JR東日本羽越本線列車横転事故などが挙げられる。しかしながら、圧倒的に多いのは、実際の災害を伴わない、警戒的な徐行・運休であり、利用者への足の影響を最小限に抑えるためにも、安全性を保つ一方で、列車の遅延を極力抑える様に対策をする必要がある。

そこで、本研究では「鉄道」、「風」という観点に着目し、それらがどのような因果関係にあるのか、そして利用者が安全に利用できる為に、新たな対策方法を見つける事を目的とする。

2. 瀬戸大橋線について

今回、風が原因で遅延・運休回数の多い路線を取り上げて研究を進めていく。対象とする路線は岡山県倉敷市の茶屋町駅から香川県綾歌郡宇多津町の宇多津駅に至る西日本旅客鉄道(JR西日本)・四国旅客鉄道(JR四国)の鉄道路線であるJR瀬戸大橋線とする。

図-1に2001年から2010年までの10年間の瀬戸大橋線の強風の影響によって生じた遅延・運休回数のグラフを示す。図-1より12月から3月にかけて運休・遅延の回数が多いことが分かる。

図-2に瀬戸大橋から近い地点である香川県仲多度郡多度津町家中多度津特別地域気象観測所(北緯34度16.5分東経133度45.1分海面上の高さ4m)の風のデータより、最大瞬間風速が18m/s以上となる確率を月別にグラフで表したものを示す。風速18m/sを基準とした理由はJR、私鉄各線の強風の規制値が25m/s以上や20m/s以上を採用している鉄道会社が多かった為、20m/sより少し小さい値の18m/sを基準とした為である。図-2より、遅延・運休回数の多い12月～4月で強風が吹く確率が高い事が分かる。

そこで本研究ではまず12月～4月の強風時のメカニズムについて考え、強風の予測を行っていく。

3. 強風予測システムの提案

もし強風を予測する事が出来れば、強風が吹く前に

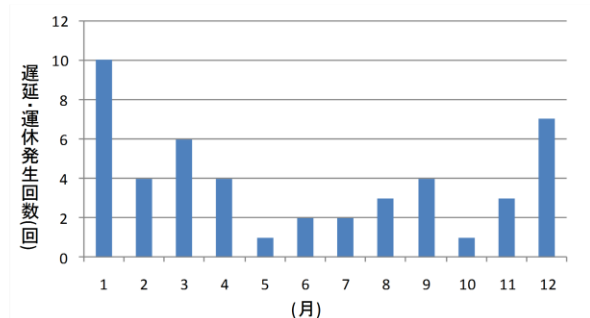


図-1 2001年～2010年瀬戸大橋線の遅延・運休回数

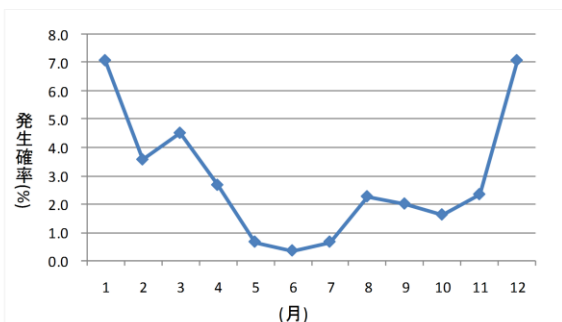


図-2 風速18m/s以上の風の発生回数

列車の運行の見合せをすることで、安全に列車の運行をさせる事が出来る。そこで、強風の予測をすることのできるシステムを提案する。

このシステムは、

- ① 予測対象地点と強風が吹き始めるまでに十分な時間差があること
- ② 予測対象地点よりも早く風速に変化が現れることを着目地点の選定の条件とし、予測対象地点と着目地点の時間差及び風速について相関することで、着目地点の何分後に予測対象地点で強風が吹くかという事を予測するシステムである。このシステムにより強風予測する事が出来る可能性があると考えている。

現在では、新潟東港のコンテナターミナルをモデルケースとし検討が行われている。新潟東港では選定の条件の結果、予測対象地点である新潟東港より西側に位置している新潟県内のアメダスの観測地点である、寺泊と相川が条件に満足することが分かり、この2地点を着目地点と選定している。寺泊で平均風速11m/s以上、相川で平均風速13m/s以上が観測された場合には、40分後に新潟東港において平均風速10m/sの強風が吹く可能性が高いという結果が得られている。

これにより、強風の予測をする事ができるなら、現状では風速25m/s以上で運転見合わせという規制値を緩くする事が可能であり、鉄道会社の損失を減らす事が出来ると思われる。

キーワード：風、強風予測、鉄道

連絡先：〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33 tel.043-290-2872

4. 強風予測システムの構築

選定地を決定するために、瀬戸大橋から一番近い地点である多度津(香川県)と、瀬戸大橋よりも西に属しており、海に近いという条件のもと、笠岡(岡山県)、福山、竹原、生口島(以上広島県)、四国中央、今治、大三島(以上愛媛県)の8ヶ所を選定した。

図-3 に2007年1月6日の実際に瀬戸大橋線が遅延・運休が発生した日の風速変化のグラフを示す。図-3より、多度津の風速が強くなる前に風速が強くなる地点として竹原、大三島があげられる。

また、実際に遅延・運休の発生した日である2007年の1月6日、1月26日、2月14日、3月5日の上記8ヶ所の多度津との相関性を調べた。この結果からも竹原、大三島の2ヶ所で多度津と相関が強い事がわかる。

5. タイムラグを考慮した空間相互相関

図-3より多度津と竹原、大三島に関係性を見る事が出来るので、この3地点のタイムラグを考慮した空間相互相関を求めていく。更に、多度津で強風が吹く前に竹原、大三島で強風が吹くと予想する事が出来るので、多度津を基準としてこれら2地点のタイムラグを考慮した空間相互相関を求めていく。

図-4 に2011年3月1日～15日までの15例を多度津と竹原、大三島のタイムラグを考慮した空間相互相関を、0～5時間までの時間ずれで調べたものを平均化したグラフを示す。この期間は1日の最大瞬間風速が18m/s以上となっている日が一日もなく、強風が吹いていない場合のデータと言える。この結果、タイムラグを考慮した空間相互相関の値が日にちによりばらつきが出た為に、期待したデータを得る事が出来なかった。

この原因としては、強風が吹く時は多度津を基準と考えた場合、多度津よりも西側から吹く性質がある。一方、強風が吹いていない場合の時は、風向きが多方角から吹いている為に、多度津よりも西側に位置している竹原、大三島とは時間相関の関係にないという事が考えられる。

図-5 に2004年～2010年までの実際に瀬戸大橋線が遅延・運休を発生させた、強風の吹いている日の16例を同じように平均化したグラフを示す。図-5より、竹原では時間ずれが大きくなるにつれてタイムラグを考慮した空間相互相関も強くなり、時間ずれが2時間の時に最大値0.992584を取り、そこから徐々に減少している。大三島のデータも時間ずれが大きくなるにつれて時間相関も強くなり、時間ずれが1時間の時に最大値0.796883を取り、そこから徐々に減少している事がわかる。

この結果、タイムラグを考慮した空間相互相関があると言えるので、多度津を基準とした場合、竹原で強風が吹いた場合に多度津で2時間後、大三島で強風が吹いた場合に多度津で1時間後に強風が吹く可能性が強いと言う事が出来る。

6. おわりに

本研究では、強風予測システムにより、まず瀬戸大橋より近い地点である多度津と竹原、大三島で相関関係がある事がわかった。

次に、時間相関をこの3地点で求める事により、竹

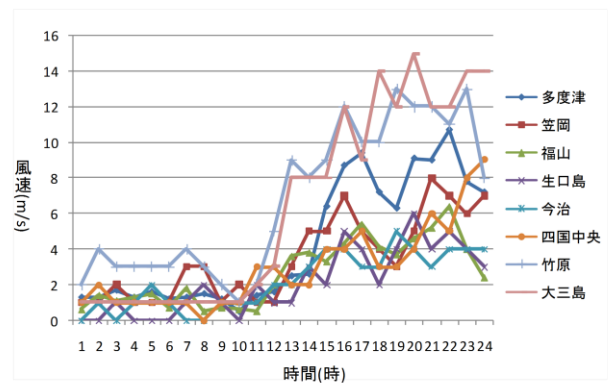


図-3 2007年1月6日の風速変化

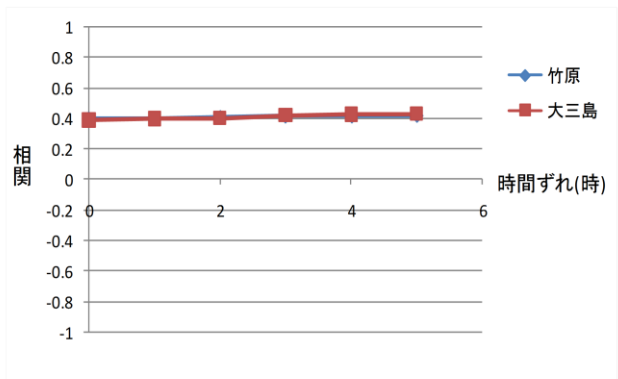


図-4 多度津の風速との空間相互相関(強風時でない場合)

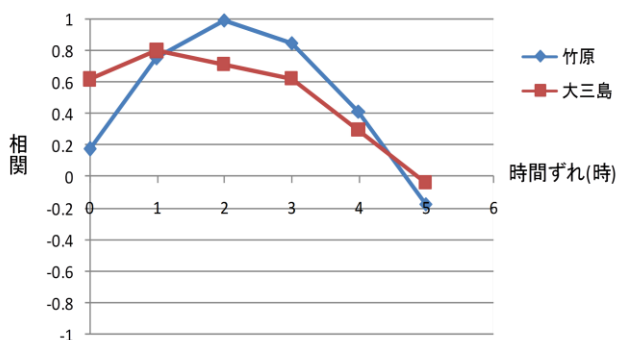


図-5 多度津の風速との空間相互相関(強風時)

原で2時間後、大三島で1時間後に強風が多度津で吹く関係があるという事がわかった。

この事より、竹原、大三島で強風が吹いた場合に瀬戸大橋線の運行を規制する事で、安全に列車の運行を行う事が出来る。

今後はこのシステムが外れてしまう確率についてもフォルトツリー解析を行い求めていく必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 気象庁
<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 2) 東京都総務局
<http://www.soumu.metro.tokyo.jp/index.htm>
- 3) 高松地方気象台
<http://www.jma-net.go.jp/takamatsu/index.html>
- 4) 二瓶章他：冬季における強風予測手法の検討について、土木学会年次学術講演会講演概要集