

平野部における強風の持続時間と広がりを探る

福原 隆彰

防災技術研究部(気象防災 副主任研究員)



ふくはら たかあき

はじめに

鉄道では強風が吹くと、沿線に設置されている風速計の風速値が基準値を超えたときに運転中止や速度規制という措置(運転規制といいます)が発令され、風が弱くなってから一定時間経過した後には運転規制が解除されます。そのため、運転規制の基準値を上回る強風が続くと、運転規制の継続時間も長くなります。

強風を時間的、空間的にみると、台風による強風のように、広い範囲で長い時間強い風が生じる現象から、竜巻による強風(突風)のように、ごく狭い範囲で短い時間だけ強い風が生じる現象までいろいろなものがあります。さまざまな気象現象に伴って吹く強風の範囲と持続時間を把握することは、安全を保ちながら強風が吹くときにだけ運転規制を行うことに役立つものと考えています。

ひとくちに強風の持続時間といっても、そのとりかたによって意味合いが異なってきます。考えられるものとしては、①台風や竜巻など、強風をもたらす気象現象そのものが発生してから消滅するまでの時間

②地上の1点において、風が強くなり始めてから弱くなるまでの時間
などがあります。

このうち、①に示した、気象現象の発生から消滅までの時間と広がりとの間には関係があるといわれています。図1に強風をもたらすそれぞれの気象現象が発生してから消滅するまでの時間(時間スケール)とその広がり(水平スケール)との関係を示します。竜巻など、100m程度の広がりをもつ現象は、発生してから消滅するまで数分～十数分と短い寿命ですが、台風や温帯低気圧など、100～1000km程度の広がりをもつ現象は数日～一週間程度と長い寿命を持っています。逆に言えば、竜巻が何日も続くことはありませんし、台風や低気圧が1分間や1時間といった短い時間で消滅することもないということです。

これらの強風をもたらす気象現象は、発生してから消滅するまでに移動をすることが一般的です。例えば、台風は日本の南の海上で発生し、数日かけて日本に接近してきます。また、竜巻による強風域は、それ自身は地上では円に近い形をしています。竜巻による被害痕跡はしばしば帯状になっています。

このため、ある1点での風速の時間変化をみると、図1に示した時間スケールでずっと強風になっているわけではありません。従って、①と②による持続時間には差が生じることになります。

強風による鉄道の運転規制で重要な点は、列車が進入しようとする規制区間で強風が吹いているかどうかです。仮に、遠く離れた別の規制区間で強風が吹いていたとしても、該当する規制区間で風が弱ければ、運転規制は発令されません。また、1点の風速計の観測データでは、強風をもたらす気象現象そのものの発生や消滅についてはとらえることはできませんが、その地点での強風の発生から終息までの時間をとらえることはできます。このため、鉄道の強風対策には、該当する空間で強風が発生してから終息するま

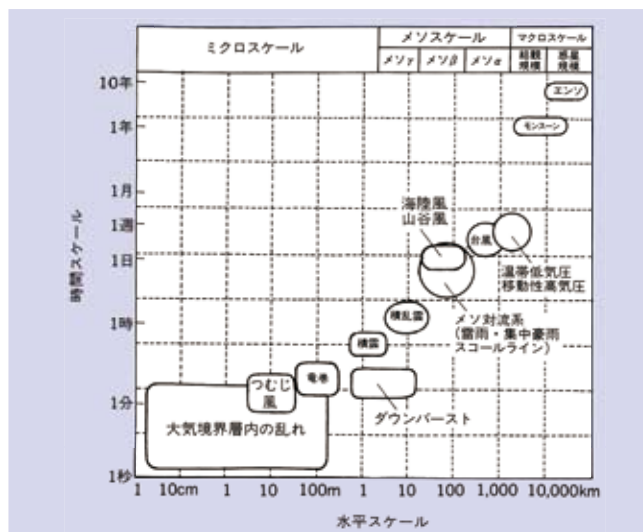


図1 様々な気象現象の時間スケールと水平スケール¹⁾

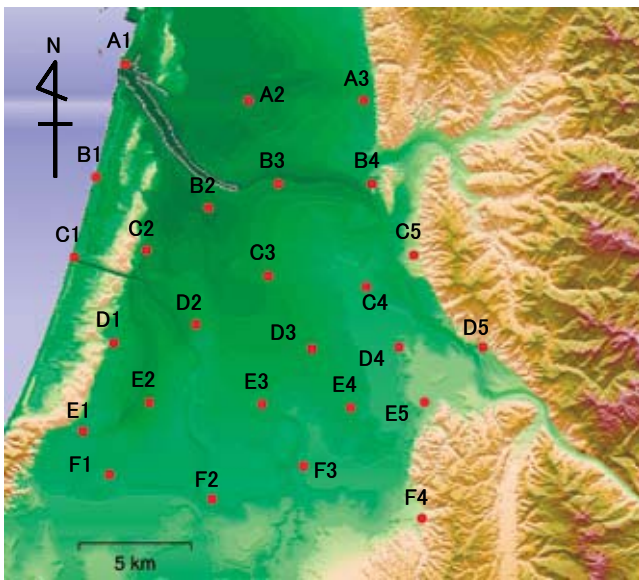


図2 観測点位置図

での状況を調べることが重要です。

このことから、本稿では強風の持続時間について、前に述べた持続時間のとりかたのうち、②で示した、ある1点で風が強くなり始めてから弱くなるまでの時間として述べていきます。

現在まで、強風の観測はさまざまな箇所で行われてきました。しかし、数km間隔の密度で多地点で気象観測を行った例は少なく、一つの平野・盆地程度の大きさにおいて、強風が吹いている範囲と持続時間との関係や、風速が急激に増加をしはじめる時刻にどの程度違いがあるかを調べた例はあまりありません。

そこで、今回、平野内に風速計を高密度に設置し、そこで得られた風観測データを用いて風速変動の様子を調べました。本稿では、その結果について紹介します。

風観測の概要

風観測を行った平野を図2に示します。この平野は東西

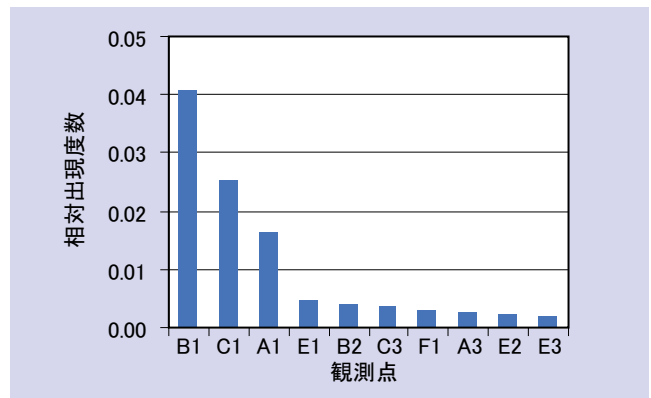


図3 1分間最大瞬間風速が20m/s以上となった風の出現状況(強風となりやすい10観測点の状況)

約20km、南北約40kmであり、西側には海が、他は山地が広がっています。この平野の中央部に26箇所の観測点を設けました。最寄りの観測点間の距離は概ね4km以内になるようにし、風速計を地上から5m~15mの高さに設置しました。竜巻などの、強風の広がりが100m程度の小さな気象現象は、この観測網では必ずしも捉えられるとは限りませんが、4km以上の大きさの気象現象であれば捉えることができることとなります。風向と風速は1秒ごとに測定しました。1年半の期間で観測されたデータからノイズを取り除いたうえで解析を行いました。

強風が発生しやすい観測点を調べるため、1分間最大瞬間風速が20m/s以上となった出現状況を調べました。その結果を図3に示します。図より、この平野では海岸付近で強風が多いことがわかりました。

強風の広がり と 持続時間 と の 関係

強風が狭い範囲で吹いている場合には列車運行が影響される時間は短くてすみますが、広い範囲で吹いている場合にはその時間も長くなります。ここでは、強風の空間的な広がり と 持続時間 と の 関係 を 調べ ました。

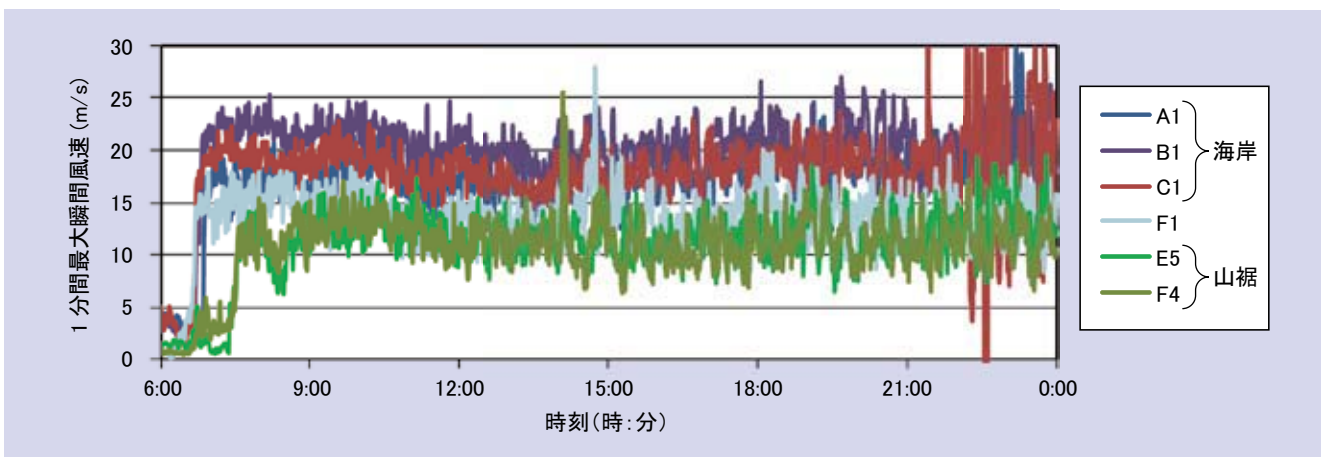


図4 強風の持続時間が1日程度のときの風速の時間変化の例

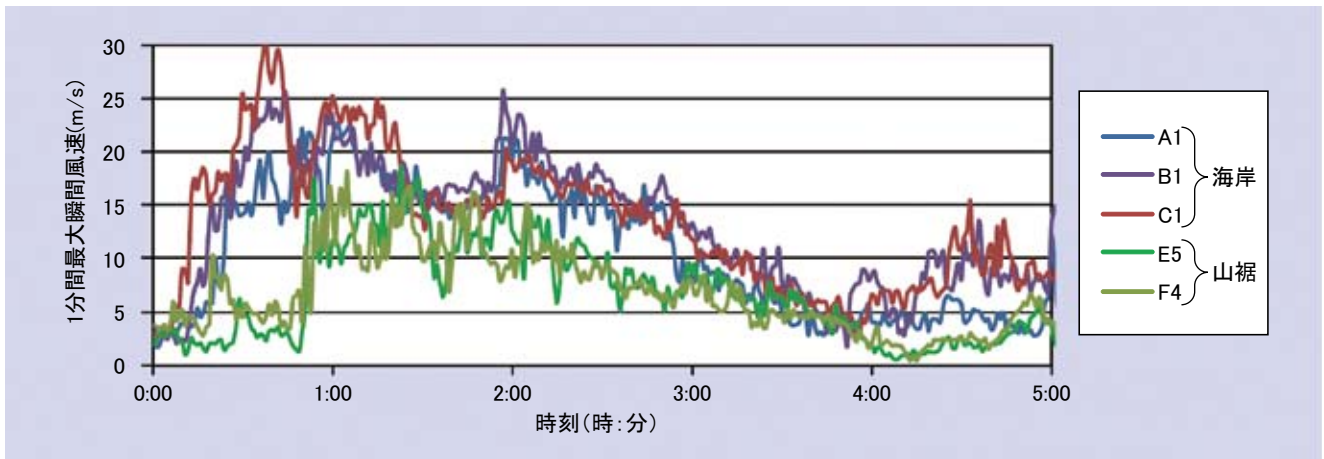


図5 強風の持続時間が4時間程度のときの風速の時間変化の例

図4に、持続時間が1日以上続いた強風が観測されたときの、1分間最大瞬間風速の時間変化を示します。この強風が発生したときには、強い冬型の気圧配置となっていました。この強風は海岸の観測点では6:30頃に、山裾の観測点では7:30頃に吹きはじめました。図4中の9:00以降における状態を見ますと、風速の値に違いはありますが、海岸付近の観測点A1, B1, C1だけでなく、山裾にある観測点E5やF4についても強風となっていました。この事例では、同じ時刻で、ほぼ全ての観測点で強風となっていたことから、強風の広がり観測点すべてを覆う大きさかそれ以上であることが推測されます。このほかにも強風が1日以上続いた事例が観測されましたが、それらの事例についても、風が強い状態がほぼすべての観測点で観測されていました。このことから、1日以上と長い時間強風となる場合では、強風の広がり観測網を覆う大きさとなっていることがわかりました。

次に、4時間程度の持続時間となった強風が観測されたときの、1分間最大瞬間風速の時間変化を図5に示します。このとき、弱いながらも冬型の気圧配置となっていました。

強風は0:00頃から4:00頃まで続いており、2:00の時点を見ると、海岸付近のA1, B1のみならず、山裾のE5やF4など、ほとんど全ての観測点で風が強い状態になっていました。このことから、4時間程度続いた強風についても強風の広がり観測網以上の大きさであると見られます。

さらに、図6に観測点C2で1分未満と、ごく短い時間で強風になった例を示します。この強風が発生したときには、レーダー観測の結果、上空で渦を伴っていました。なお、ここでは強風の持続時間が短いため、風速の1秒ごとの変化を示します。図中の赤い矢印で示した、5:27から5:28の間に風速の急激な増加と減少が見られました。しかしながら、観測点C2に隣接する観測点B1, B2, C1, C3, D1いずれの観測点においても、観測点C2でみられたような急激な風速の増加と減少は見られませんでした。このことから、この事例における強風の広がり観測網を覆う大きさであったことが推測されます。他にも、強風の持続時間が1分~5分程度であった事例がいくつかありましたが、それらの事例についても強風となったのは1つの観測点のみで、

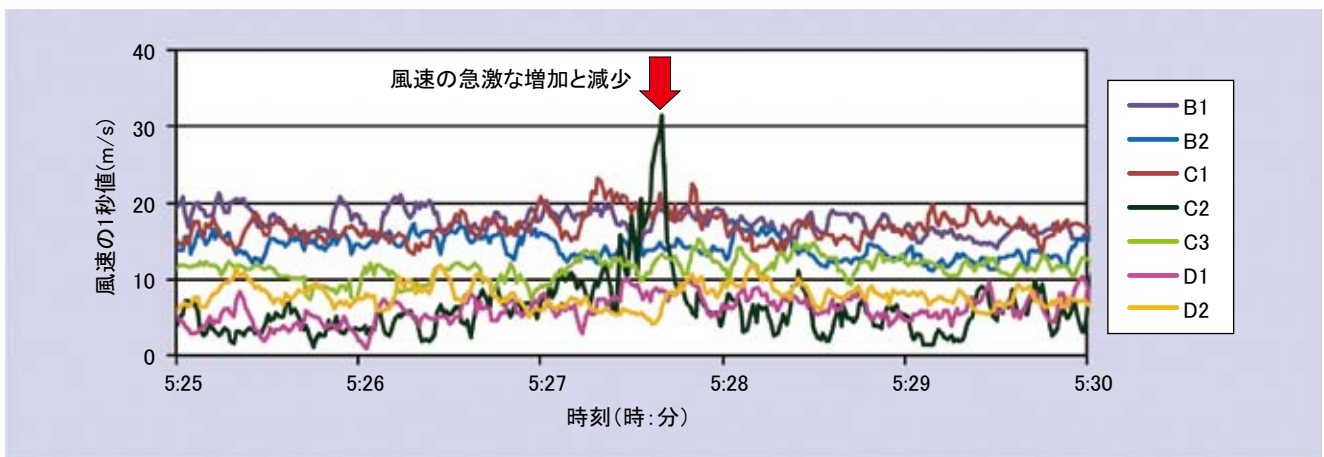


図6 強風の持続時間が1分未満のときの風速の時間変化の例

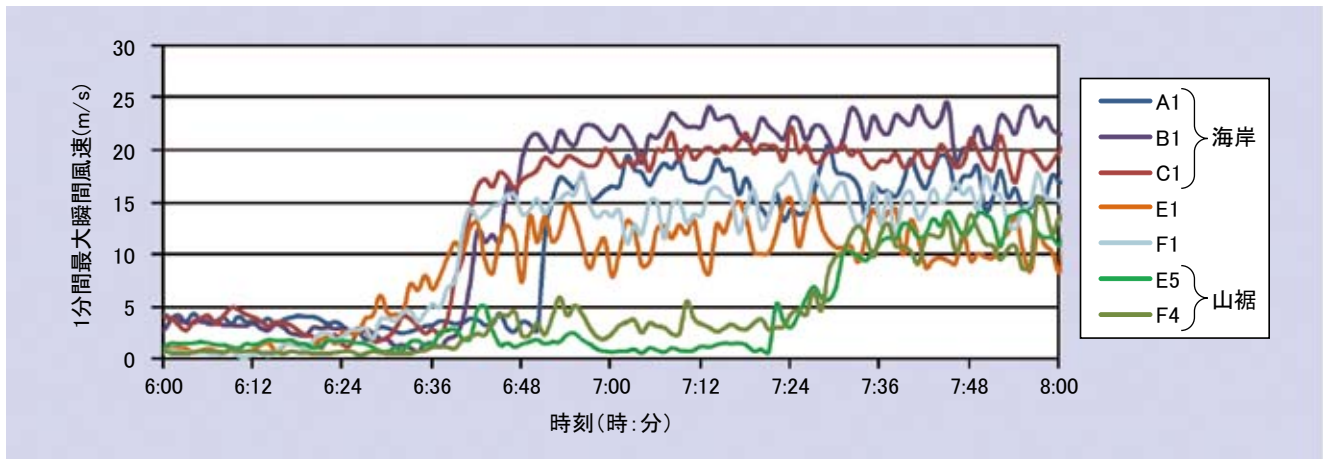


図7 強風発生時刻の観測点による違い

隣接した観測点では強風は観測されませんでした。これらのことから、1つの観測点での強風の持続時間が5分未満と短い現象のときには、2つ以上の観測点で強風は同時に観測されない、つまり、強風の広がりはおおよそ4km以下であるということが予想できます。

今回の観測期間では、持続時間が数十分程度となる強風や、図1にあるダウンバーストなどの広がり数km～10km程度となる強風は観測されませんでした。これらの事例についても強風の持続時間と広がりとの関係が得られるよう、データを増やしていきたいと考えています。

気象現象の移動に伴う強風発生の時間差

一般的に、強風が発生する気象現象は、発生してから消滅するまで1点にとどまっているのではなく、移動しています。これにより、強風が吹き始める時刻は観測点により違いが見られることになります。

そこで、今回の観測で、このような強風が吹き始める時刻に違いが見られたかを調べました。その結果、今回の観測でもこのような気象現象の移動によるものと推測される、風速の急激な増加が発生した時刻のずれが数例見られました。

図4で示した強風事例について、風速の急激な増加の発生時刻の違いを図7に示します。図7は、図4の事例で、6:00～8:00までの2時間分を抜き出したものです。

図7より、まず観測点E1で6:30頃に風速の急激な増加が発生しました。その後、風速の増加はF1で6:35頃、C1で6:37頃、B1で6:40頃、A1で6:50頃と順に発現し、7:30頃には山裾の観測点であるE5とF4でも風速の増加が見られました。観測点E1とE5、F1とF4はほぼ東西方向に並んでおり、この2地点間の距離はそれぞれ15km、14kmです。このことから、この事例における、風速の急激な増加をもたらす気象現象は、東西方向には15km/h～

20km/hの速さで移動していたことが推測されます。

このような、強風をもたらす気象現象の移動速度と、強風の広がりを推測することができれば、対象とする地点で強風がどの程度持続するのかを把握できるようになります。

なお、強風の持続時間が1分～5分とごく短い事例については、図6のように、強風が観測されたのが1地点のみであったため、気象現象の移動に伴う強風発生時刻の違いがどのような状況になっているのかを把握することまではできません。これらについて、気象現象の移動による強風発生の時刻の違いをとらえるためには、さらに細かな間隔で風速計を配置して風観測を行う必要があります。

おわりに

本稿では、ある平野を対象とした、強風の持続時間とその広がりについて調べた結果を紹介しました。今回の観測は1年半と短い期間であったので、ここで紹介した強風の性質が、この期間に観測された特異な性質なのか、この平野で普遍的な性質なのかどうかについては、今後調べていく予定です。

強風の特徴を把握することは強風による鉄道の運転規制を適切に行う上で重要なことですが、まだ解明されていない部分もあるのが現状です。これらを解明し、強風に対してより適切な運転規制のあり方や、さらなる安全な鉄道輸送の構築を進めていきたいと考えています。

本稿の研究は、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構「運輸分野における基礎的研究推進制度」事業による研究助成を受けて実施しました。RRR

文献

- 1) 小倉義光：一般気象学 第2版，東京大学出版会，1999