

れはメソサイクロンに対応する渦であり、竜巻自体は観測できない) し、高度、渦度などで品質管理を行っている。検証事例はまだ少ないが、2007年9月6日12時頃の埼玉県深谷市で発生した竜巻では渦を追跡することができた。

突風危険指数は0~100の値をとるが、2006年9月17日に宮崎県延岡市で発生した竜巻の事例では、60と高い値となった。2006年11月7日の北海道佐呂間町で発生した竜巻では11であったが、晩秋の北海道としてはめったにない高い値であった。この指数のみから突風を予測した場合、適中率は4%、捕捉率は30%となる(検証期間:2004年2月~2006年11月)。

竜巻注意情報の発表は、「メソサイクロンの自動検出」と「突風危険指数」とのAND条件で判定した結果を利用する。ただし、10 km 格子単位でAND条件が成立することはめったにないため、一方の指標の条件については周囲100 km、過去1時間の最大値とし、他方の指標の条件については対象格子の現在時刻の値で判定を行う。

ドップラーレーダーデータのある2006年5月~2007年9月の関東周辺の突風事例について、この判定手法で竜巻注意情報を運用した場合の想定される精度を検証したところ、適中率7%、捕捉率は33%で、1県あたりの年間の平均発表回数は11回となった。

適中した事例として、2007年4月28日15時30分頃に東京都江戸川区で被害をもたらしたガストフロントをあげる。14時50分に突風危険指数が閾値を超えて、さらに15時20分にメソサイクロンが検出されたことで、この時刻に東京・神奈川・茨城に竜巻注意情報を発表できたものと考えられる。

最後に、1時間1県あたりの突風発生確率に注目することで、雷注意報と竜巻注意情報を比較する。気候学的な突風発生確率は0.03%、雷注意報発表時には0.2%である。一方、竜巻注意報発表時では7%であり、雷注意報に比べ竜巻注意情報の突風発生確率は30倍以上である(2006年5月~2007年9月関東周辺のデータを使用)。

4. 鉄道分野における気象災害の研究紹介

今井俊昭 ((財)鉄道総合技術研究所)

4.1 鉄道における気象災害

鉄道技術は経験工学の積み重ねであり、気象災害へ対処するための技術体系も同じく、過去の災害を教訓とした経験の上に築かれている。鉄道会社は災害発生

と高い相関を持つ指標を経験的に探しだして安全上の目安を自ら設定した上で、気象官署から提供される気象情報を頭の片隅におきつつ毎日の運行判断を行っている。鉄道の運行に影響を及ぼす外力として、地震、雨、雪、風が知られたところだが、気象に起因するその他の外力として、架線への着霜による集電障害や、高温によるレールの挫屈などがある。

気象に関わる災害や運転障害事故は多岐にわたるが、国鉄時代から積極的に防災投資がなされてきた災害として、斜面崩壊や橋脚の洗掘等がある。理由として、これらの災害の発生件数が多かったことに加えて、対策の必要性を数値化する採点表が浸透していたために投資の意志決定がしやすいことによる。線路を支障する災害発生件数は近年では年1000件程度に減っており、対策工の効果として認識されている(地盤工学会 1997)。最大の弱点箇所が補強されることで線区全体の安全性が向上することは確かであるが、弱点が補強されたことにより規制基準を緩和した場合には、対策順位が低いと判断された未対策箇所のリスクが顕在化することになる。逆説的であるが、防災工事を進めるほど路線の弱点箇所は不明確になっていく。従って、現在も規制基準の評価精度を向上させる研究が継続しており、外力のモニタリング手法についても、新技術が模索されている。

4.2 鉄道の風災害

近年関心が高まっている鉄道の風災害について紹介する。平成1~5年の鉄道自然災害件数はその約2割を風災害が占め、新幹線に限れば3割強を占める。風を原因とする運転支障の大半は運転規制と飛来物が引き起こしている。鉄道の主な風災害として、これまで室戸台風(1934年)、地下鉄東西線(1978年)、余部鉄橋(1986年)での事故を挙げることができ、文献によれば日本の鉄道において40件以上の強風を原因とする列車事故が発生している。

風による災害発生件数の推移(風工学会風災害研究会 2000)を見ると、1940年以降の事故発生頻度が1880年から1940年までの事故件数に比べて顕著に減少していることが分かる。鉄道線路は昭和初期には全国に展開され、1930年頃の線路延長はすでに現在とほぼ同じ2万 km に達している。強風による事故が多発した時代は線路が全国に延伸した時代と重なる。ところが、列車の運転密度が急増したのは20世紀後半であり、1940年当時の列車キロ(列車ダイヤにおける全列車の総走行距離)は現在の1/3以下となっている。列

車密度の増大を考慮すると、1940年以降の風を原因とする事故件数は激減したと表現しても間違いではない。風の強さに関して長期的な傾向がないものとするれば、20世紀後半に事故発生件数が少ないことは、室戸台風(1934)を契機に順次導入された風速計を用いた運転規制の効果と見ることができる。

また、1940年以前は強風による列車事故の大半が台風期である7-10月に発生していたのとは対照的に、20世紀後半は台風本体の強風による被害は2件と激減しており、近年は冬から春にかけて発生する事故が目立っている。

4.3 風対策のための研究課題

鉄道総研では、風速と作用する空気力の関係を調べるために、北海道の強風地に実物大の模型を作り、風洞試験における空気力係数の検証を行った。現在、鉄道会社では強風時の運転規制を瞬間風速に基づいて行っているが、鉄道総研では規制判断のための適切な指標を探るため、自然風の変動特性について分析を行っている。特に、平均風速や乱れの強さと空気力の関係(日比野ほか 2004)、さらに、評価時間を変えた場合の平均風速や最大瞬間風速の時間変動量の把握に焦点をあてている。

鉄道線区では沿線の風速計が基準値を観測すると列車の運転が見合わされる(あるいは速度規制を行う)が、規制を解除するには少なくとも風速が基準値を下回った後定められた時間(例えば15分間)だけ継続される必要がある。一方、一般的な鉄道システムでは、ある駅を出発した列車は逆戻りすることなく次の駅まで進行しなければならず、1駅間を通過するには通常数分間を要する。そこで、現状の規制ルールに従って運行される列車の安全性を評価するため、代表的な規制継続時間として $n=10, 15, 30$ 分間を、通過所要時分として $m=3, 5, 10$ 分間をそれぞれ想定し、 n 分間の最大瞬間風速とそれに引き続く m 分間の最大瞬間風速の増加量の度数を調べた。 n 分間最大瞬間風速が規制基準値未満でありながら、引き続く m 分間の最大瞬間値が危険な風速となる確率は観測度数から得ることができ、 n 分間規制継続ルールで規制発令基準を変えた場合の安全性の違いを評価する際の資料となる。なお、調査の結果、このような短時間では、大きな風速の増加が生じる度数に周辺地形の違いが多少現れるものの、総観場の影響はほとんど見られなかった(島村ほか 2005)。

4.4 突風に関する研究課題

突風災害に対処するために、①レーダ観測、②数値解析技術、③災害データベースのそれぞれが技術的に進展する必要がある。この中で鉄道分野における風災害データベースの作成が重要と考えている。現在、いくつかの機関がドップラーレーダによる突風探知-警報システムの開発を進めているが、鉄道運行業務へ新たな情報を活用する検討については、鉄道の運行に支障するような突風が発生する頻度の実態を把握することが重要課題である。

また、2005年12月25日の羽越線の鉄道事故を契機に、鉄道強風対策協議会が開催され、突風に関する気象情報の利活用に関する検討がなされている。鉄道強風対策協議会では気象情報に対する鉄道会社の要望を取りまとめた上で2010年度を目指して準備が進められている「突風等短時間予測情報」の活用の検討を行う予定となっている。

参 考 文 献

- 日比野 有, 今井俊昭, 種本勝二, 2004: 自然風下の実物大車両模型に働く空気力の観測. 鉄道総研報告, 18(9), 11-16.
- 地盤工学会, 1997: 降雨による地盤災害に関する研究報告書. 6-8.
- 風工学会風災害研究会, 2000: 強風災害の変遷と教訓. 日本風工学会風災害研究会編, 37-42.
- 島村泰介, 福原隆彰, 今井俊昭, 2005: 風速の時間変動に及ぼす気象条件と周辺地形の影響. 鉄道総研報告, 19(10), 45-50.

5. 気象庁における数値予報モデル構成の改善～新しい高解像度全球数値予報モデルの導入～

北川裕人(気象庁予報部数値予報課)

5.1 数値予報モデル構成の改善

気象庁は、2006年に数値解析予報システム(計算機システム)の能力増強を行い、以降、数値予報モデル構成の改善を進めてきた。2007年11月には、全球数値予報モデル(GSM)の解像度を従来の水平約60 km, 鉛直40層(TL319 L40)から、水平約20 km, 鉛直60層(TL959 L60)へと大幅に高解像度化し、領域数値予報モデル(RSM)と台風数値予報モデル(TYM)の現業運用は終了した(北川 2008)。

更新された計算機システムでは、このほかにも、メソ数値予報モデル(MSM)の高解像度化・予報頻度増・予報時間延長や、週間アンサンブルの高解像度化