

自然災害予測の課題と取り組み

JR東日本研究開発センター 安全研究所 島村 誠



列車の安全な運行を脅かす自然災害。そのなかでも降雨と強風、地震は、お客様の日々の生活にも大きな影響を及ぼします。このため、JR東日本では、災害時の安全の確保やオーバー・セーフティーにならないための災害時の運転規制方法の確立に向けて災害予測の研究に取り組んできました。ここではそれらの研究テーマの課題と取り組みの現況について紹介します。

1 はじめに

残念ながら現代の科学技術では、災害のピンポイント予測は不可能であるため、時間と空間のふたつの側面からそれぞれ別個に予測に対するアプローチを考える必要があります。時間的予測とは、ある空間的な領域全体について災害発生の危険度の推移を時間軸に沿って推定するもので、個々の災害が領域内どこで発生するかについては問題にしません。これに対して空間的予測とは、領域内の特定の場所で災害が発生する可能性の大きさを他の場所と比較して評価することで、災害が何時起きるかということは問題にしません。

利用目的からみると、時間的予測は、運転規制のような短期的でローカルな意思決定のために必要な技術であり、空間的予測は、設備補強工事の計画や災害検知センサーの設置場所の選定のように長期的かつ広域的な意思決定のために必要な技術であるといえます。以下、時間および空間の災害予測技術およびその応用に関する代表的な研究課題について紹介します。

2 災害の時間的予測に関する研究課題

(1) 新しい災害危険指標を用いた運転規制方法

災害を引き起こす自然外力の危険度を正しく評価し、それにもとづいて適切な列車運行決定を行うことは、時間に関する災害予測を応用した最も重要かつ基本的な防災技術です。

降雨、風および地震に起因する災害時運転規制は、現在、列車運休および遅延の全数量の約4割という高い割合を占めていますが、この背景要因として、従来の自然外力に対する危険指標や警報しきい値の決定方法について、科学的かつ実用的な方法が確立していないため、防災工事によって設備が強化されても、その効果が災害時運転規制によって生じる列車運休や遅延の減少に必ずしも結びついていない、という問題が挙げられます。

安全研究所では、災害の発生危険度を精度よく評価できる危険指標とその測定方法、大規模な統計データにもとづくその有効性の検証、ならびにリスク評価による合理的な警報しきい値の決定手法にもとづく新しい災害時運転規制方法の研究に取り組んできました。本号掲載の『実効雨量を用いた降雨警報の有効性の検証』、『地震時運転規制方法の研究』、『強風警報システムの開発』および『橋脚洗掘モニタリング手法の開発』ではそれぞれ、降雨、地震、風、橋脚洗掘に対する新しい災害危険度指標とその列車運転規制への適用に関する研究成果について紹介しています。

(2) 高度防災情報の利活用

前節に述べた災害時運転規制の決定のもとになる自然外力データは、従来は鉄道独自の観測機器によって測定されてきました。しかし、近年では、インターネットで提供されるより高度でオープンな気象・地震情報が鉄道防災にも利用されつつあります。たとえば、本号掲載の『地震時運転規制方法の研究』で紹介した地震動指標値と被害の関係の分析は、独立行政法人防災科学研究所の強震観測網（K-NET、KIK-net）提供の地震データ（図1参照）を用いることではじめて可能となったものです。

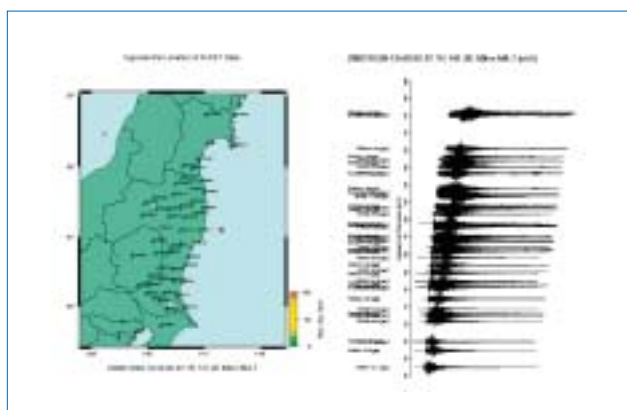


図1：K-NETの地震波形例

このほかに現在、安全研究所では、レーダ・アメダス解析雨量を鉄道雨量計に対して補完的あるいは代替的に

利用することで、よりきめ細かい降雨時運転規制決定を実現するための研究を行っています。

(3)土中水挙動の解明と評価

降雨による斜面崩壊は、その頻度と影響の大きさにおいて最も重要な鉄道災害です。降雨と斜面崩壊の関係については、これまでは、主として数kmないし十数kmの区間を対象とした合理的な運転規制方法を構築するという目的に沿って、統計的な分析にもとづくマクロな視点から考察されてきました。しかし、のり面防護工の効果を事前に知りたい場合など、個々の斜面の耐降雨強度を精度よく評価するためにはこの方法では限界があります。

そこで、現在、斜面に降った雨水の土中挙動の計測にもとづいて斜面の安定性を評価する手法の研究を行っています。将来、降雨パターンや斜面の類型をもとに土中水挙動をうまく推定することができるようになれば、土中水挙動をモデル化した合理的な危険指標にもとづく降雨時運転規制が可能になると期待されています。

3 災害の空間的予測に関する研究課題

鉄道災害の多くは、地形の形成過程で生じる土砂移動が線路に及ぶことによって起こります。ひとつの地形種では、過去から現在まで同じ地形形成過程が繰り返し発生しており、将来にも再発する可能性が高いと考えるのは地形学の常識です。したがって、それらの災害の空間的予測にとって、何よりも先ず各地点の地形種の理解が不可欠です。

過去においては、鉄道防災の実務における災害の空間的予測は、もっぱら災害に対する知識経験の豊富なベテラン技術者のセンスや直感にもとづいて行われるのが最善の方法であると考えられる傾向がありました。しかし、それを可能にするような災害経験豊かな技術者を得ることがきわめて困難になった今日、学術的な研究や分析等の客観的かつ科学的根拠にもとづく災害予測がこれまで以上に求められるようになりました。

また近年、公共的な防災対策事業に対してより強いアカウンタピリティ（なぜそうするのかを説明する責任）が求められるようになった結果、定量的な基準によって危険箇所の指定や周知（ハザードマップの作成）が行われるようになりました。（図2参照）

これらの趨勢をふまえ、リモートセンシングによる斜面計測および災害の空間的予測に関する既往研究のメタアナリシス（個々の研究結果から得られる一次的な情報を網羅的に検索し、統計的手法を用いて結合することに

よって、より高次かつ総合的な知見を得ること）にもとづく災害危険度評価法と地理情報システムによる重層的な斜面情報管理ならびに意思決定支援機能を組み合わせた総合的な斜面管理システムの研究に取り組んでいます。

この斜面管理システムの実用化により、リモートセンシングデータにもとづく斜面の検査、潜在災害の同定、災害種別毎の危険度評価、対策効果の予測および他の選択肢との比較、将来の検査における調査項目の選定等からなる斜面管理の一連の手続を再利用可能なデータと客観的な基準にもとづいて実施可能な形で再構築できると期待されます。

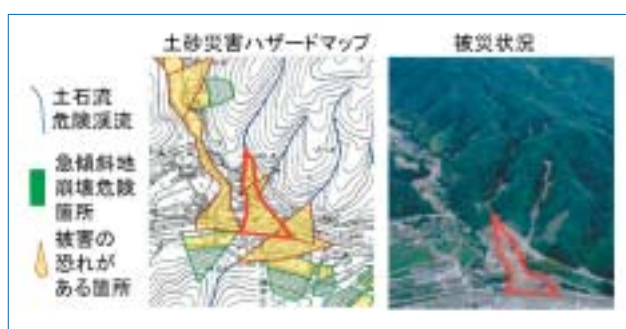


図2：斜面災害に対するハザードマップの例

4 災害リスク・マネジメントの高度化

以上に述べた災害の予測に関わる各研究領域に加えて、それらをひとつの基本的な考えの下に整合的に統合し、全体的なレベルアップを図るために、災害予測にもとづくリスク評価およびリスク・マネジメント手法の開発に取り組んでいます。具体的には、高速で走行する列車に対する最適な地震リスク低減策を決定するための地震影響評価システムの開発に着手しています。

5 おわりに

災害予測は鉄道だけでなく社会共通の重要な研究テーマであるとともに、自然現象の理解、計測技術、リスク評価や意思決定等、多面的な領域に関わることから、その進展には学際的な取り組みが不可欠です。したがって、関係研究機関との連携を図りつつ、進展著しいこれら関連分野の研究成果を積極的に取り入れながら、科学的かつ実用的な災害予測技術の確立に向け努力していきたいと考えています。