

ビッグデータの道路管理場面への適用

しわくようへい しおたともふみ きくちせいじ たけひらせいじ くるさわみのる
 塩飽洋平¹・塩田朋史¹・菊池省二¹・竹平誠治¹・黒澤 稔²

¹ (株) オリエンタルコンサルタンツ関東支社 (〒151-0071 東京都渋谷区本町3-12-1)

² 国土交通省関東地方整備局道路部交通対策課 (〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心2-1)

近年、ゲリラ豪雨等の異常気象が多発しており、道路管理場面では道路冠水等が発生した場合には道路利用者への迅速な情報提供や通行規制等の実施が求められている。一方、ICT技術の進展により、ETC2.0プローブデータに代表されるビッグデータの収集が可能となってきている。

本論では道路管理の高度化を検討するため、リアルタイム性の高いITSスポット通過情報に、降雨情報等の気象情報を組み合わせることにより、気象に起因する交通異常（道路冠水による通行止め等）の検知の可能性を検討した。

Key Words : 道路冠水, ETC2.0プローブデータ, ITSスポット通過情報, 高解像度降水ナウキャストデータ, XRAIN雨量強度データ, 数値標高モデル

1. 概要

(1) 背景

道路管理場面において、道路冠水等の異常が発生した場合には道路利用者への迅速な情報提供や通行規制等の実施が求められている。

国土交通省関東地方整備局管内の国道事務所においては非常時行動マニュアル等を整備して、管内の雨量観測所において60分雨量が30mm/hを超過した場合に、関係職員、維持業者等へ情報を発信して、当該区間の道路巡回を開始する仕組みとなっている（30mm/hルール）。しかしながら、道路巡回時に必ずしも道路冠水が確認されるわけではなく、さらなる異常検知の高度化が求められている。

一方、ICT技術の進展により、ETC2.0プローブデータに代表されるビッグデータの収集が可能となってきており、気象に関するデータとしても配信頻度や解像度が高いデータが取得されている。

(2) 本検討の目的

道路管理を高度化するため、リアルタイム性の高いITSスポット通過情報に降雨情報等の気象情報を組み合わせることにより、気象に起因する交通異常（道路冠水による通行止め等）の検知の可能性を検討することを目的とした。

めには、様々な情報をリアルタイムに近い情報として収集して、迅速に提供することが重要である。

道路冠水は局地的豪雨により比較的短い時間の中で局所的に発生する場合もあることから、時間的・空間的に解像度の高いデータが必要となる。そのため、道路冠水等の異常検知を目的として、オンラインで入手可能な気象データについて、その配信頻度、解像度を比較して分析に活用可能な気象データを整理した。

結果として、高解像度降水ナウキャストデータやXRAIN雨量強度データはオンラインで入手可能で、配信頻度、解像度などの面で優れていることから総合的に有用性が高いものとして選定した（図-1）。

観測所の種類	気象データの種類	精度	配信頻度	解像度	総合判定
気象庁の気象レーダー (全国20箇所)	高解像度降水ナウキャスト (5分間降水量)	◎	○ 5分毎	◎ 250mメッシュ	◎
気象庁のアメダス (全国約1,300箇所)	高解像度降水ナウキャスト (5分毎降水強度)	◎	○ 5分毎	◎ 250mメッシュ	◎
国土交通省のXバンドMPレーダー (全国39局)	XRAIN雨量(C-X合成レーダー雨量データ)	○	◎ 1分毎	◎ 250mメッシュ	◎
国土交通省のCバンドレーダー雨量計 (全国29局)	解析雨量	△	△ 30分毎	△ 1kmメッシュ	△
	表面雨量指数	△	△ 10分毎	△ 1kmメッシュ	△

図-1 気象データの比較結果

2. 分析に活用する気象データの選定

(1) 気象データを活用した検討の方針

道路管理場面において、道路冠水などの異常を検知するきっかけとして活用できる情報を提供するた

(2) 選定した気象データ

高解像度降水ナウキャストでは、5分間降水量が250mメッシュ単位で提供されている（単位：mm）（図-2）。

XRAIN雨量（C-X合成レーダ雨量データ）は、雨量強度データであり、現在の降水強度のまま1時間降り続けた場合の量（単位：mm/h）を表している。

以下では、高解像度降水ナウキャストを用いた。

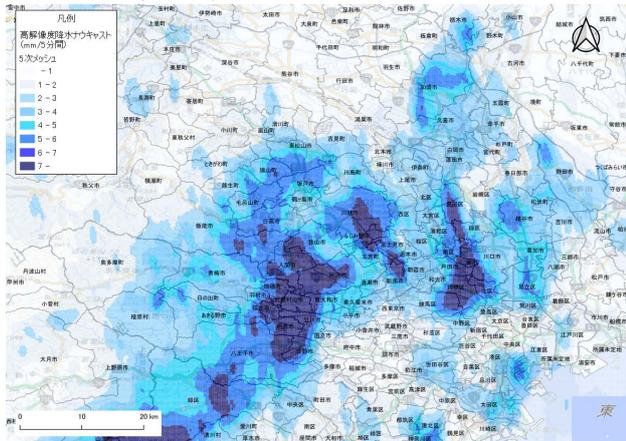


図-2 高解像度降水ナウキャスト・5分間降水量（平成28年台風第9号）¹⁾

3. 分析に使用したデータと検討方針

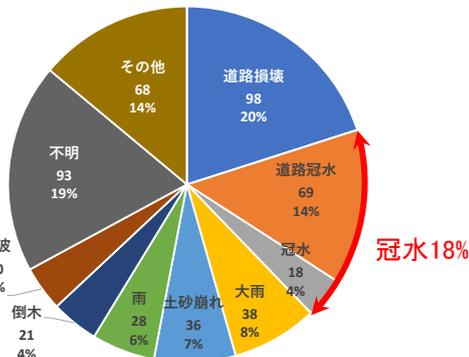
異常気象時において通行規制が必要な箇所を検出するため、通行規制の実績とともに、気象データに加え、ITSスポット通過情報、地形データを活用した。分析に使用したデータの概要を表-2に示す。

表-2 分析に使用したデータ

データ種類	概要
1 規制情報	国土交通省の路上規制情報提供システムの規制情報
2 ITSスポット通過情報	ETC2.0対応車載器搭載した車両がITSスポット等通過した際に収集される情報
3 数値標高モデル	標高のメッシュデータ
4 気象データ	2. に示した降水量等のデータ

(1) 規制情報

異常気象に伴う通行規制の発生状況（実績）把握のため、国土交通省の路上規制情報提供システムの規制情報（2019年度：関東地整管内）をもとに、工事を伴わない規制（台風や大雨等による通行止め等の規制）の規制詳細理由の内訳を整理した（図-3）。



N=489

図-3 規制詳細理由の内訳（工事を伴わない規制）

工事を伴わない規制（489件）について、規制詳細理由の内訳を整理した。規制詳細理由の内訳は、道路損壊が20%と最も多く、次いで道路冠水（道路冠水と冠水を合わせた数値）が18%、大雨（グラフの大雨と雨を合わせた数値）が14%と多くなっている。

(2) ITSスポット通過情報

ITSスポット通過情報は、ETC2.0対応車載器搭載車両がITSスポット及び経路情報収集装置を通過した際に通過情報がアップリンクされる仕組みとなっている（図-4）。車両通過から関東地整内サーバまで最大で10分程度で収集可能とリアルタイム性が高い情報となっており、即時的な利用が可能である。路側機通過台数として、各ITSスポットを通過した台数を5分単位で集計している。

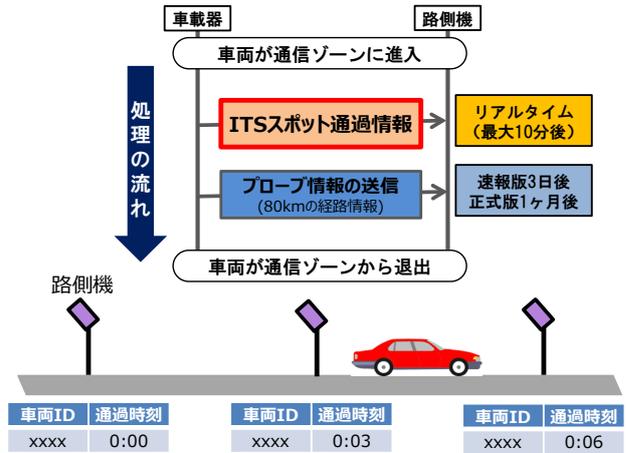


図-4 ITSスポット通過情報収集の流れ

(3) 数値標高モデル（DEM）

地表面を等間隔の正方形に区切り（5mメッシュ及び10mメッシュの2種類）、それぞれの正方形に中心点の標高値を持たせたデータである（図-5）。

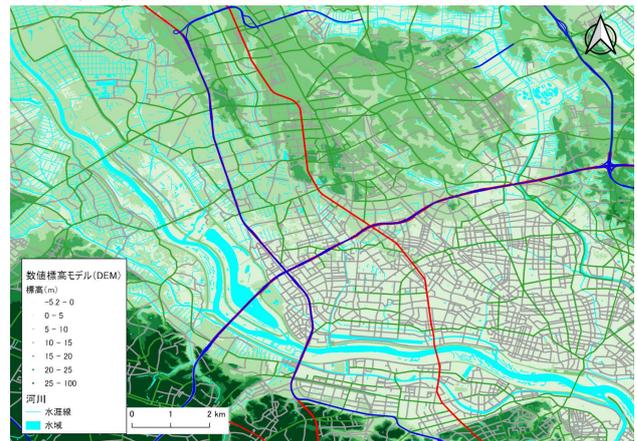


図-5 数値標高モデル（5mメッシュ）²⁾

(4) 異常気象に伴う異常検知の有効性及び検討方針

a) 異常気象に伴う冠水時の現状の対応
現状では、限られた雨量観測所の時間雨量や連続雨量、CCTVによる状況確認をもとに出動の要否を判断している。

時間雨量については、60分雨量が30mm/h超過を記録した場合に、関係職員、維持業者等へ情報が発信され、当該区間の道路巡回を開始する仕組みとなっている（30mm/hルール）。

b) 異常気象等に伴う異常検知の有効性

気象データは5分単位や1分単位で整理されるなど即時性を有しているため、気象データにITSスポット通過情報等のデータを組み合わせることで、出動要否の判断の一助となる可能性がある。

冠水要因として、降水量に加え、地形的な凹部や縦断勾配、横断勾配による雨水集中等が考えられることから、これらの関係性を分析することで、冠水要因を詳細に把握できる可能性がある。

c) 検討方針

ITSスポット通過台数と気象データを時間連続的に組み合わせることでその関係性を明らかにして、異常気象等に伴う異常検知の可能性を検証する。

ITSスポット通過台数については平常時と異常時を比較検証する。

地形情報も組み合わせることで、降水量などと地形の関係性を分析し、冠水要因を推測する。

4. 異常気象等に伴う異常検知の有効性検討

(1) 事例1

事例1の異常気象時の通行規制は、令和元年台風第19号時の道路冠水の通行止めである。道路冠水に伴う通行止めの対象箇所は国道17号新大宮バイパス（さいたま市南区内谷二丁目地先、図-6）である。

ITSスポット通過台数（通常時・平常時）と雨量の時間変化を整理した（図-7）。

道路冠水に伴う通行止めの規制開始前では、雨量の増加とともに、ITSスポット通過台数が減少し始める。



図-6 分析対象箇所（事例1）

規制開始前の概ね7時間前にITSスポット通過台数が減少し始め、さらに、時間雨量が40mm/hを超えるとITSスポット通過台数の減少が顕著である。当該

箇所では、規制開始前の雨量は5分間降水量が最大で8mm/5分、1時間降水量が最大で45mm/hとなっている。

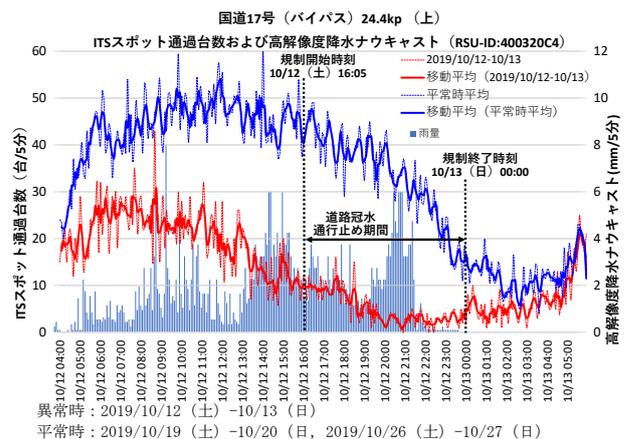


図-7 ITSスポット通過台数と雨量の時間変化（事例1）

平常時と異常時と比較すると、規制開始の14時間前にはITSスポット通過台数の減少が顕著になっている。これは台風という事象に対して、人々の行動が抑制された影響と考えられる。

国道事務所で把握している冠水要因を踏まえ、地形情報をもとに、冠水要因の詳細を把握した。図-8に国土地理院 数値標高モデル（DEM）及び距離別標高を示す。

通行止め区間の標高は、周辺地域よりも低くなっており、雨水が国道17号バイパスに流入しやすくなっていると想定される。また、距離別標高を見ると、上り・下りともに、通行止め区間の一部区間の標高が低くなっている。

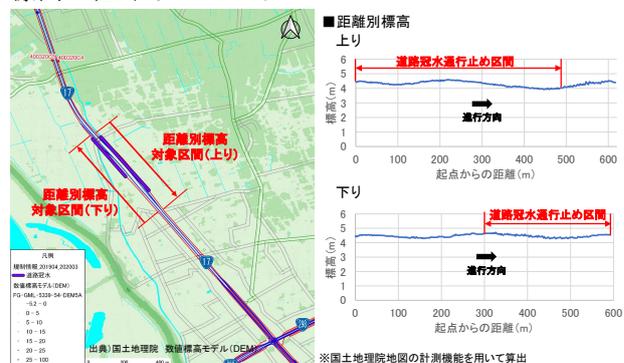


図-8 数値標高モデル（DEM）及び距離別標高（事例1）

(2) 事例2

事例2の異常気象時の通行規制は、令和元年10月25日大雨時の道路冠水の通行止めである。道路冠水に伴う通行止めの対象箇所は、国道126号（東金市小野地先、図-9）である。

ITSスポット通過台数（通常時・平常時）と雨量の時間変化を整理した（図-10）。

道路冠水に伴う通行止めの規制開始前では、雨量の増加とともに、ITSスポット通過台数が減少している。

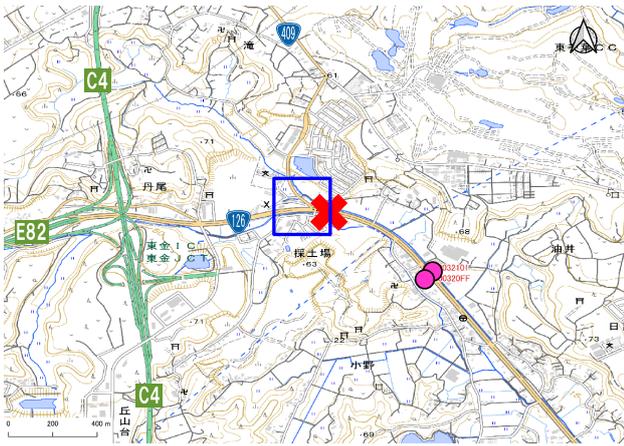


図-9 分析対象箇所 (事例2)

規制開始前の概ね2時間前にITSスポット通過台数が減少し始め、さらに、時間雨量が70mm/hを超えるとITSスポット通過台数は顕著に減少している。当該箇所では、規制開始前の雨量は5分間降水量が最大で17mm/5分、1時間降水量が最大で71mm/hとなっている。

規制終了後では、ITSスポット通過台数は増加している。

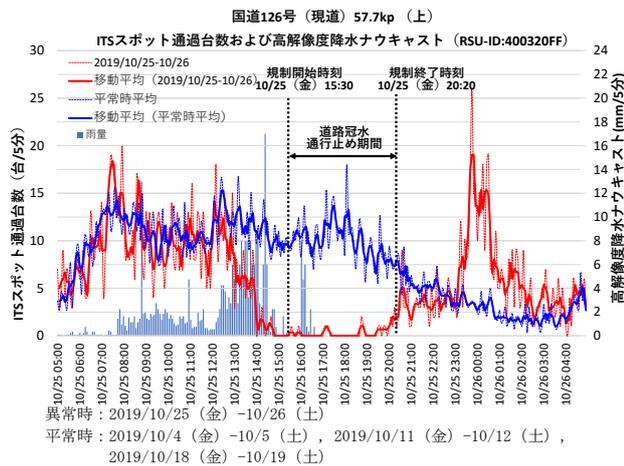


図-10 ITSスポット通過台数と雨量の時間変化 (事例2)

平常時と異常時を比較すると、規制開始の3時間前にはITSスポット通過台数の減少が顕著になっていることが分かる。規制開始の3時間前までは通常の通過台数であるが、台風の場合と比べて、局所的短時間豪雨の場合は、雨が短い期間に強く降るため、異常かどうかは直前になるまでわからない。

図-11に国土地理院数値標高モデル (DEM) 及び距離別標高を示す。

通行止め区間の標高は、周辺地域よりも低くなっており、雨水が国道126号に流入しやすくなっていると想定される。また、距離別標高を見ると、上り・下りともに、通行止め区間の一部区間の標高が低くなっている。ただし、通行止め区間の前後にはさらに標高が低い箇所も存在している。

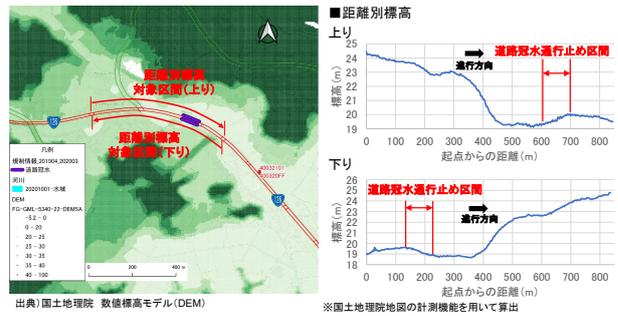


図-11 数値標高モデル (DEM) 及び距離別標高 (事例2)

(3) 事例のまとめ

令和元年の台風第19号時、10月の大雨時といった集中的な降雨があった場合を対象とした結果、降水量とともに通過台数が大きく減少するなどの傾向が見られ、気象データとITSスポット通過情報の組み合わせで、道路冠水などの異常検知のきっかけとして活用できる可能性が高いことを明らかにした。

また地形データ (DEM) をもとに、地形的な凹部や縦断勾配から雨水集中要因を把握できる可能性を示した。一方で、地形データだけでは冠水発生可能性がある箇所を完全には特定できないという課題も残った。

5. まとめと今後の展望

ITSスポット通過台数と気象データを組み合わせることで、道路冠水等による通行止めが発生する箇所を検知する可能性を示した。地形データも用いることで道路冠水発生箇所の標高等を確認したが、アンダーパスにおける道路冠水の発生に加え、その他の縦断勾配が急ではない平地部でも道路冠水が発生していることから、これに道路冠水履歴情報を組み合わせることで、検知精度を高めていく必要がある。

また道路冠水検知の検討結果を道路管理者に示して現場で活用する場合の条件等を確認するなど、現場で活用していくための体制整備や警告情報発信タイミング、警告情報発信方法 (見せ方) 等を検討していく必要がある。

さらにITSスポット及び経路情報収集装置は設置箇所に限られることから、その他のデータの活用も見据えた検討が必要である。

謝辞: 本稿は、国土交通省関東地方整備局発注業務における成果の一部をとりまとめたものである。データのご提供を頂きました関東地方整備局様には厚く御礼を申し上げ感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 高解像度ナウキャスト (気象庁ウェブサイト: http://www.data.jma.go.jp/developer/gpv_sample.html 2020.9.30アクセス)
- 2) 数値標高モデル (国土地理院ウェブサイト: <https://www.gsi.go.jp/kiban/> 2020.12.1アクセス)