

霧の発生による高速道路の通行止め予測モデルの作成

中央大学 学生会員 ○椎野 広大 中央大学 正会員 佐藤 尚次

1. はじめに

高速道路は日本の極めて重要なインフラの一つであり、日々人や物の移動を支えている。高速道路が規制や通行止めになると、多くの人々に甚大な影響を及ぼす。

2014 年度から 2016 年度における高速道路の通行止め時間のワーストランキングを表-1に示した。一際目を引くのが霧による通行止めである。

霧は、多数の微小な水滴が地表付近に浮遊する大気現象であり、人間の目視できる最大の距離（＝視程）を低下させる。この視程が 100m 以上、1km 未満のときに霧と呼称する。また、視程が 1km 以上のときに靄、100m 未満のときに濃霧と呼称する²⁾。高速道路上で霧が発生すると、安全面の観点から最高速度が 50km/h や 80km/h に制限される。さらに濃霧が発生すると、その区間は通行止めが検討される。

2. 研究目的

通行止め確率を公表すれば実際に通行止めになるまでの時間（＝リードタイム）を確保することができる。これによって、利用者は通行止めが発生した時に備えて対応することが可能となる。このように、事前に霧によって高速道路が通行止めになる確率がわかれば、通行止めに対する影響は小さくなると考えられる。

通行止め確率が高いときは、たとえ通行止めにならなかったとしても、視界が悪い中での走行になる確率が高いということになる。そのため、通行止め確率を見た利用者は安全性を考慮して、該当区間を利用しないように対応することも考えられる。それにより、霧が発生している高速道路上の交通量が減少し、事故リスクも小さくなるという効果も期待できる。

そこで本研究では、どのような気候条件のときに、どれくらいの確率で通行止めになるかを考える。

3. 対象区間の選定

モデル作成にあたっての対象区間は、図-1 に示すように、大分自動車道の湯布院～日出 JCT、別府～日出 JCT、宇佐別府道路の大分農業文化公園～日出 JCT、日出バイパスの速見～日出とする。この一帯は、特に霧が発生しやすいため、これらのいずれかの区間で濃霧が確認された場合、全区間で通行止めになる⁴⁾。大橋ら⁵⁾はこの周辺の霧についてシミュレーションを行った。そこで用いられた気象デー

表-1 2014 年度から 2016 年度における高速道路の通行止めワーストランキング¹⁾

順位	2014年度		2015年度		2016年度	
	主な要因	年間通行止め時間(時間)	主な要因	年間通行止め時間(時間)	主な要因	年間通行止め時間(時間)
1	工事	1489.4	工事	931.4	地震・霧	803.4
2	工事	1489.4	工事	930.7	地震・霧	803.4
3	工事	609.8	工事	521.6	地震・霧	473.8
4	霧	452.4	霧	510.0	地震・霧	460.6
5	霧	443.4	霧	510.0	地震・霧	409.8
6	雪	356.7	霧	437.8	地震・霧	409.8
7	雪	355.4	霧	437.1	地震・霧	409.8
8	霧	335.9	霧	437.1	地震・霧	409.8
9	霧	335.9	霧	437.1	霧	398.0
10	霧	304.4	工事	413.7	地震	391.9
11	霧	304.4	工事	409.3	地震	391.9
12	霧	285.3	工事	409.3	霧	384.4
13	霧	271.0	工事	408.3	霧	376.4
14	工事	262.9	工事	392.0	地震	373.8
15	工事	257.0	霧	357.2	工事	365.5
16	工事	255.6	霧	357.2	工事	364.7
17	霧	247.2	霧	357.2	地震	364.4
18	霧	247.2	霧	357.2	霧	362.0
19	霧	245.9	霧	357.2	地震	358.6
20	霧	245.9	霧	357.2	地震	357.0



図-1 対象区間³⁾

タは、図-1 に示すように、対象区間を取り囲む、院内、湯布院、杵築、大分の 4 地点のものだったため、本研究でもその 4 地点を観測地点とする。

4. 研究方法

機械学習を用いて、気象データを入力データ、通行止めの有無を出力データとして学習させ、Python でロジスティック回帰モデルを構築して分析する。説明変数となる気象データは、通行止め発生 12 時

間前から1時間毎の各観測地点の降水量、気温、風速、風向を用いる。風向に関しては、ダミー変数化したものを説明変数とする。風向以外の説明変数については、標準化または正規化を行う。

得られた通行止めデータをまとめたものを図-2に示す。通行止めになったデータを2016年から2021年度の6年間で68個得ることができた。これらの通行止めデータに対応する日時の気象データを抽出する。また、通行止めにならなかったときの気象データも収集し、十分なデータを学習させる。今回は326個の気象データを収集し、通行止めデータと合わせて計394個のデータを用いて、表-2のように条件を変えながら分析を行った。学習データとテストデータの割合は、7:3とした。

5. 分析結果

各Caseの分析結果を表-3~8に示す。偽陰性時は、利用者は濃霧の中走行することになり、最も好ましくない状況となる。一方、偽陽性時は、安全上は大きな問題はないものの、結果的に不必要な警戒を強いることとなる。そのため、最小限の偽陰性率を前提とし、偽陽性率を可能な限り低くすることが目標である。

偽陰性率に着目すると、Case5で最も低い値を得たことがわかる。一方、的中率や偽陽性率に着目すると、Case6で最も良い結果を得たことがわかる。Case1やCase2で分析を行った結果、全1038個の説明変数のうち風向による説明変数の数は882個と多くの割合を占めていたため、絶対値の高い寄与率となっている説明変数は、ほとんどが風向であった。そこで、風向の入力の仕方に変化を加えてこのような結果が得られたため、この検討は成功であるといえる。風向以外にも、他の観測地点や新たな気象データを加えるなど、検討の余地がある。

前処理に着目すると、標準化したときの方が偽陰性率の低い結果、正規化したときの方が偽陽性率の低い結果が得られ、標準化と正規化はトレードオフの関係にある。正規化したときは、標準化したときに比べると、より多くのデータが陰性と判定される傾向が見受けられる。学習データのうち、82.7%が通行止め未発生データであるため、ほとんどのデータを陰性判定してしまっていると考えられる。この問題は、通行止めデータを増やすことが一つの解決策であることは言うまでもない。近年の通行止めの傾向の変化を考慮しながらどのデータを追加するのが適切であるか検討する必要がある。

6. おわりに

本研究では、気象データを用いて霧による高速道路の通行止め発生予測を行った。より多くの通行止めデータを収集するとともに、用いる説明変数に関しても再検討を行い、前処理におけるトレードオフの解消を図ることが今後の課題であり、さらに精度の高い結果を求めている。

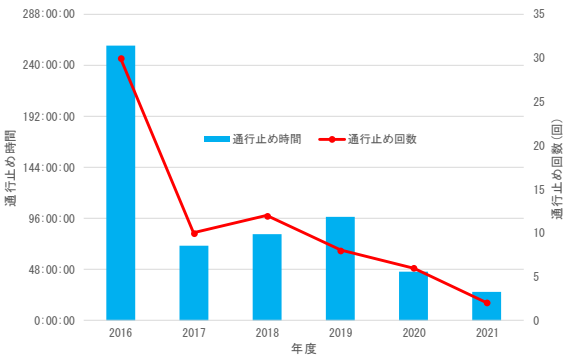


図-2 2016年度から2021年度における霧による対象区間の通行止め回数および時間⁴⁾

表-2 Case 概略

Case名	風向	前処理
Case1	16 方位	標準化
Case2		正規化
Case3	なし	標準化
Case4		正規化
Case5	8 方位	標準化
Case6		正規化

表-3 Case1

予測値 \ 実測値	発生	未発生
発生	13	8
未発生	15	83
的中率	(13+83)/119=0.807	
偽陽性率	15/28=0.536	
偽陰性率	8/91=0.088	

表-4 Case2

予測値 \ 実測値	発生	未発生
発生	7	14
未発生	3	95
的中率	(7+95)/119=0.857	
偽陽性率	3/10=0.300	
偽陰性率	14/109=0.128	

表-5 Case3

予測値 \ 実測値	発生	未発生
発生	7	14
未発生	9	89
的中率	(7+89)/119=0.807	
偽陽性率	9/16=0.562	
偽陰性率	14/103=0.136	

表-6 Case4

予測値 \ 実測値	発生	未発生
発生	3	18
未発生	3	95
的中率	(3+95)/119=0.824	
偽陽性率	3/6=0.500	
偽陰性率	18/113=0.159	

表-7 Case5

予測値 \ 実測値	発生	未発生
発生	13	8
未発生	14	84
的中率	(13+84)/119=0.815	
偽陽性率	14/27=0.519	
偽陰性率	8/92=0.087	

表-8 Case6

予測値 \ 実測値	発生	未発生
発生	10	11
未発生	4	94
的中率	(10+94)/119=0.874	
偽陽性率	4/14=0.286	
偽陰性率	11/105=0.105	

参考文献

1) 高速道路便覧 2021, 全国高速道路建設協議会
2) 気象庁 公式 HP 2023 年 3 月現在
3) 西日本高速道路株式会社 公式 HP 2023 年 3 月現在
4) 西日本高速道路株式会社 交通課への直接訪問
5) Y.Ohashi, M.Mito et.al. : Numerical simulations of upslope fog observed at Beppu Bay in Oita Prefecture, Japan, Meteorological Applications, Volume 28, Issue 3, 2021