

効率的な吹雪時の移動気象観測手法に関する検討(1)

- 観測時の気象条件 -

A Study on Efficient method of Weather Observation by Vehicle to Extract Snowstorm Hazardous Section (1)
- weather condition at observation -

国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所
同 上
同 上
同 上

正 員 ○伊東 靖彦 (Yasuhiko Ito)
正 員 武知 洋太 (Hiroataka Takechi)
正 員 松澤 勝 (Masaru Matsuzawa)
非会員 國分 徹哉 (Tetsuya Kokubu)

1. はじめに

連続的な気象データを取得し、路線上の詳細な気象特性を把握する方法に、気象計器やGPSなどを搭載した車両を走行させる移動気象観測がある¹⁾(図1)。



図1 移動気象観測車
(寒地土木研究所)

移動気象観測は車載型視程計の開発²⁾が行われた1990年頃から吹雪時の道路評価に用いられはじめた。現在、研究機関や建設コンサルタントの10者以上が観測車を所有し、北海道を中心に吹雪による視程障害の発生箇所抽出などを目的として利用されている。

移動気象観測手法は、評価方法の概略や観測方法を文献1)に示しているものの、事例掲載や計測上の留意点の記載にとどまっており、標準的な観測方法や観測時の条件は確立していない状況にある。

例えば視程障害の発生箇所抽出を目的とした観測は、視程障害が発生しないと意味をなさないことから、可能な限り強い吹雪時に測定することが望ましい。観測にあたり、担当者は情報を集め、吹雪を予測して観測の実施・見送りを判断している。しかしながら想定していた吹雪状況とならず、道路上の視程障害箇所が特定できる観測が行えない、いわゆる「空振り」となることも多い。空振りを軽減することは、効果的、効率的な観測を行う上で重要である。空振りを軽減するためには、観測上好条件となる目安を示して、これを観測の行う、行わないの判断に活用されることが有用と考えられる。

そこで本研究では、効果的、効率的な吹雪視程障害の移動気象観測を行えるよう、観測に適切な気象条件の解析を行った。

2. 解析の方法等

2.1 移動気象観測の計測データ

著者らの所属機関では移動気象観測車を2台所有している。移動気象観測車には、視程計、風向風速計、気温計、GPSなどが搭載されており、0.1秒ごとにデータが記録される。この車両を用いて、筆者らは毎冬期それぞれの研究内容に応じて北海道内の移動観測を繰り返している。

このうち2012/13～2014/15の3冬期においては、道内の国道5路線で述べ35日、128走行のデータを取得した(表1)。これらの観測は全て吹雪時の道路状況や気象環境を計測するために行ったものであり、吹雪時をめがけて調査を行ったものである。また調査した路線は、いずれも北海道において吹雪による視程障害が頻発する路線である。

表1 解析に用いた移動気象観測

国道番号	主な地域	のべ走行 延長 (km)	延 日 数	走 行 数	降雪あり 走行数※
231	石狩市	830	8	42	30
222	初山別村	1045	11	46	31
238	浜頓別町	564	8	28	27
238	湧別町	143	4	8	7
243	弟子屈町	124	4	4	3

注) 吹雪の発生区間を中心に走行しているため、走行数には、区間内での折り返し走行が含まれる。
※ 本研究の解析に用いたデータ

この吹雪時の走行データを用いて、道路上の視程障害発生した走行における気象条件について解析を行った。

2.2 データの処理と視程障害の定義

移動気象観測で得られる視程データは短時間の変動が大きい。武知らは³⁾、吹雪により視程が局所的に同程度に低下した場合であっても、視程の低下が見られた道路延長の違いによって視程障害の危険性が異なること、さらに移動気象観測結果より吹雪の危険箇所を評価する場

合には、評価延長 50 m での平均視程を用いることが適当と指摘している。そこで移動気象観測で得られた視程データを走行延長 50m 毎に平均した値(以下、「平均視程」とする。)を解析に用いた。

視程障害の定義については、視程 500m 未満の場合に徐々に走行速度が低下し(武知ら⁴⁾⁵⁾、視程 200m 未満で、前方に走行車がない場合に速度低下が顕著になる(加治屋ら⁴⁾)ことから、今回は平均視程 200m 未満を吹雪視程障害発生と定義した。

ここでは視程障害の発生について、2 つの条件を設定した。条件 1 として 1 区間以上吹雪視程障害発生区間を含む場合とした。(後述の図 2 図 3 で左図に示す。) また条件 2 としてある程度吹雪の危険箇所を把握できる気象条件を想定し、10%以上の吹雪視程障害発生区間を含む場合とした。(同 右図。)

条件 1 に含まれるデータ数は 98、条件 2 は 19 データである。

2.3 解析に用いた気象データ

吹雪の発生は特に気温と風速に依存し、低温下で風速が大きい場合に発生する(竹内⁷⁾)。また、地吹雪の吹雪量は風速の数乗(観測例によって異なり、例えば松澤ら⁸⁾では 4 乗)に比例し、吹雪の発達には風速の影響が大きい。そこで本研究では吹雪視程障害発生時の気象条件として、気温と風速を指標として解析した。

さらに降雪を伴う場合吹雪の発生や発達がしやすく、実際の移動気象観測においても降雪を伴っていることが多い。表 1 に示した通り、3 年間の観測のうち 77%は降雪を伴う気象下である。そこで本研究においては“降雪あり”の場合についてデータを抽出して解析を行った。

解析に用いた気象データは、移動観測車の計測データは計測時に初めて取得できるものであるため、観測前に遠隔地でデータを入手して観測実施の判断することを想定して遠隔地からでも入手可能な汎用性のあるデータに拠ることとし、移動気象観測による気象データを用いずに、走行区間近傍の気象庁アメダスまたは北海道開発局道路テレメータを用いた。なお風速と気温はそれぞれの

走行時間中の平均を用いている。

3. 結果

3.1 風速

図 2 に視程障害が発生した走行時の風速について分布を示した。図 2(左)によると、風速が小さいときの視程障害を伴う走行は少ないことがわかる。特に風速 6m/s 未満が占める割合は全体の 12%しかない。また風速 6m/s～9m/s の観測事例が多いことがわかる。このようにある程度の風速がないと視程障害が発生しづらい状況がわかる。

図 2(右)によると、左図同様に風速が小さいときの視程障害を伴う走行は少ないことが分かる。風速 6m/s 以下の走行は 5%(1 事例)のみであった。またこの条件下では風速 9m/s～10m/s における観測事例が多くなっている。

風速 10m/s 以上であれば 8 割以上の観測で視程障害発生が少なくとも 1 箇所見られ(図 2(左))、6 割以上の観測で 10%以上の視程障害発生区間が観測できると見積もられる。(図 2(右))。

3.2 気温

図 3(左)に視程障害が発生した走行時の気温の分布を示した。図 3(左)によると、気温の高い状況下での測定事例は少ないことが分かる。1℃刻みの温度では - 5℃ ～ - 6℃の測定事例が最も多かった。

少なくとも 1 区間の視程障害発生を観測できた事例中、気温が - 4℃より高い場合は 26%にとどまる。一方、少なくとも 1 区間の視程障害発生を観測した事例中では気温が - 4℃より低い場合が 74%を占めている。

また図 3(右)の条件 2 においては、左図以上に - 5℃ ～ - 6℃の測定事例が占める割合が大きいので、- 5℃以下と - 6℃以下とで事例の占める割合の差が大きい状況にある。

このようにして得られた結果から、50%以上の頻度で視程障害の発生が観測された条件をまとめると表 2 となる(別に解析した視程障害発生区間 5%以上の場合もあわせて示した)。

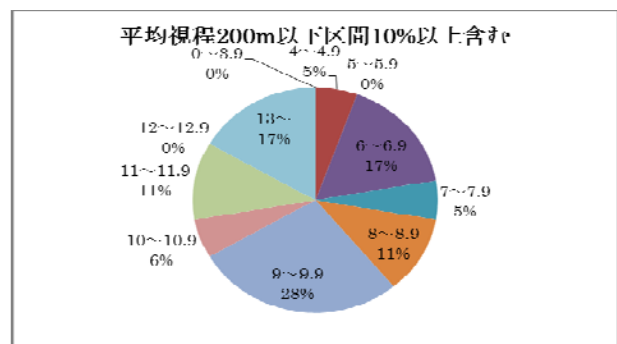
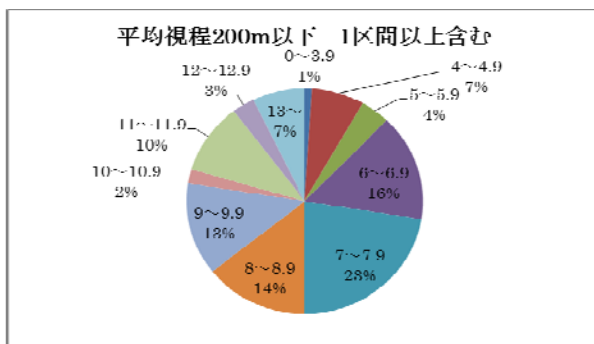


図 2 視程障害を伴う走行時における近傍観測所の風速(m/s)(降雪あり)
(左: 1 区間以上を含む場合、右: 走行延長の 10%以上の区間を含む場合)

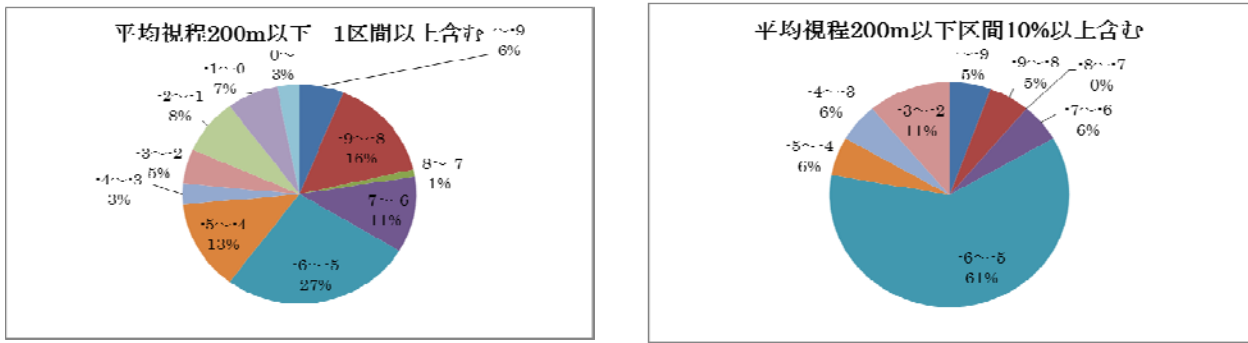


図 3 視程障害を伴う走行時における近傍観測所の気温(降雪あり)
(左: 1区間以上を含む場合、右: 走行延長の10%以上の区間を含む場合)

表 2 吹雪視程障害の発生する気象条件
(頻度 50%以上)

視程障害発生区間 (平均視程 200m 以下) ※ 平均区間 50m	風速	気温
	降雪あり	降雪あり
1 箇所以上	8 m/s 以上	-5℃以下
5%以下	9 m/s 以上	-5℃以下
10%以下	10 m/s 以上	-5℃以下

- 7) 竹内政夫: 吹雪と道路交通—道路を吹雪から守るためにどんな研究をしてきたか—, 第 3 回 (平成元年度) 開発土木研究所講演会特集号, 42-64, 1990.
- 8) 松澤勝・金子学・伊東靖彦・上田真代・武知洋太: 風速と吹雪量の経験式の適用に関する一考察, 寒地技術論文・報告集, 26, pp45-48, 2010.

4. まとめ

本研究では、3 冬期における視程障害発生時の移動気象観測データについて、その際の近傍観測所における気象の解析を行った。その結果、表 2 に記載の条件下では吹雪視程障害の発生が一定の割合で期待できると考えている。

近年、詳細な気象予測データが公開されるようになっており、この中には今回解析に用いた気温や風速のデータが含まれるので、本研究の成果も活用しやすいと考えている。

参考文献

- 1) (独)土木研究所寒地土木研究所: 道路吹雪対策マニュアル(平成 23 年改訂版), p1-4-45, 2011.
- 2) 福沢義文・竹内政夫: 車載型視程計の開発について, 開発土木研究所月報, 464, pp12-18, 北海道開発局開発土木研究所, 1992.
- 3) 武知洋太・松澤勝・伊東靖彦・金子学・國分徹哉: 運転の危険性を考慮した冬期道路の吹雪視程障害評価と沿道環境による吹雪視程障害への影響, 土木学会論文集 D3(土木計画学), 71(5), ppI_1035-I_1046, 2015.
- 4) 武知洋太・伊東靖彦・松澤勝・加治屋安彦: 冬期道路環境が走行速度に及ぼす影響に関する研究, 寒地土木研究所月報, No. 658, pp10-18, 2008.
- 5) 武知洋太, 松澤勝, 中村浩, 金子学, 川中敏朗: 冬期道路の視界と路面状況による走行速度への影響について, 寒地土木研究所月報, No. 691, pp2-12, 2010.
- 6) 加治屋安彦, 福澤義文, 金子学, 丹治和博, 永田泰浩: 冬期道路とヒューマン・ファクターに関する研究—吹雪による視程障害時のドライバーの運転挙動—, 寒地技術論文・報告集, 16, pp 325-332, (社)北海道開発技術センター, 2000.