

4.3 路線を通した連続的な吹雪の危険度評価技術に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：寒地道路研究グループ（雪氷）

研究担当者：松澤勝、伊東靖彦、國分徹哉、武
知洋太

【要旨】

積雪寒冷地の冬期道路では、吹雪による交通障害が発生したり発生の恐れがある箇所には道路防雪林や防雪柵などの吹雪対策施設の整備が進められている。しかし、現状の吹雪危険箇所の評価手法では評価項目や評点が経験的に定められているなど、定量的な評価を行うには十分ではない。このため路線を通した吹雪危険度をより定量的に評価できる技術の提案が必要である。

本研究では、移動気象観測を実施し吹雪時の視程障害や運転危険度への沿道環境や道路構造などの影響を定量的に解明し、吹雪危険度の評価方法について改良案を取りまとめた。さらに、移動気象観測結果を活用した吹雪危険箇所の評価手法について検討し、その評価指標や移動気象観測を行う際の観測条件について提案を行った。

キーワード：吹雪、吹雪危険度、視程障害、運転危険度、移動気象観測、沿道環境、道路構造、道路吹雪対策

1. はじめに

積雪寒冷地の冬期道路では、吹雪による視程障害や吹きだまりによって多重衝突事故や車両の立ち往生などの交通障害が多く発生しており（図 1）^{1) 2) 3)}、北海道内の国道では通行止めの 4 割が吹雪に起因する。このため、吹雪による交通障害が発生したり発生の恐れがある危険箇所へは、道路防雪林や防雪柵などの吹雪対策施設の整備が進められている（図 2）。

一方、吹雪による交通障害や吹雪災害を路線全体を通してより効率的かつ効果的に軽減していくには、吹

雪の危険箇所への優先的な対策施設の整備等が重要である。

現状では、防災点検等により吹雪危険度の評価が行われており、これらの評価結果により吹雪対策の必要性が判断されている^{4) 5)}。しかし、その点検箇所の抽出は人為的に行われている。また、評価要因やその評点は経験的に決められており定量的な評価を行うには十分ではないほか、吹雪時の風向を考慮した評価方法等が明確にされていない^{6) 7)}。

そこで、本研究では吹雪による交通障害発生の危険要因を定量的に解明するため吹雪時に移動気象観測を実施し、視程と沿道環境条件や風向の関係について分析を実施し、視程障害発生へのそれらの影響を把握し吹雪危険度の評価方法について改良案を取りまとめた。さらに、移動気象観測により取得したデータを基に視程と運転挙動との関係、視程と気象条件との関係などについて分析を実施し移動気象観測結果を活用した吹雪危険箇所の評価手法について検討し提案を行った。

2. 吹雪に対する危険要因の定量的な影響度の解明

2.1 試験フィールドとする路線選定

吹雪時の視程障害や吹きだまりの危険度に影響を及ぼすと想定される諸条件（主風向、風上の吹走距離、盛土や切土等の道路構造と切盛境、橋梁などの立体交差部、防雪柵や道路防雪林などの吹雪対策施設の有無）



図 1 冬期道路の吹雪による視程障害と交通障害



図 2 道路防雪林・防雪柵（吹き払い柵）の設置状況

4.3 路線を通じた連続的な吹雪の危険度評価技術に関する研究

に着目して北海道内の国道を調査し、諸条件を網羅した観測が可能な4路線5区間を移動気象観測区間に選定した(表1)。

表1 試験フィールドとした移動気象観測対象区間

路線名(一般国道)	市町村	KP	主な道路構造と周辺環境(吹雪対策施設)
R231	石狩市	14.2 - 52.0	盛土・切土、橋梁、防雪柵(吹払柵)、家屋
R232	羽幌町 初山別村 遠別町	35.3 - 81.0	盛土・切土、橋梁、防雪切土、防雪柵(吹き払い柵)、家屋
R238	佐呂間町 湧別町 紋別市	52.1 - 102.3	盛土・切土、橋梁、防雪柵(吹払柵)、道路防雪林、家屋
R238	猿払村 浜頓別村	216.0 - 274.3	盛土・切土、橋梁、防雪柵(吹止柵・吹溜柵)、道路防雪林、家屋
R243	弟子屈町	56.6 - 87.1	盛土・切土、防雪柵(吹払柵・吹止柵)、道路防雪林、家屋

2.2 移動気象観測車による気象観測

選定した表1に示す区間において、地吹雪の発生が予想された日に、気温計、風向風速計、前方散乱型視程計(明星電気(株)製TZF-4)、ブレーキ踏力計、アクセル開度計、ハンドル操舵角計、ビデオカメラを搭載した移動気象観測車(図3)を用い、吹雪時の気象観測と道路映像の撮影を平成23年度から平成26年度の冬期に実施した。なお、観測時には助手席に調査員が同乗し主観的な運転危険度を表2に示す5ランクで連続的に評価した。



図3 移動気象観測車

表2 運転危険度

ランク	運転危険度
1	運転することができず、停止
2	運転が困難で本当は停止したいが、やむを得ず走行
3	かろうじて走行可能だが、コンビニやGSなどの駐車スペースがあれば停車
4	視界が悪いため、ゆっくりと走行を継続
5	視界が比較的良好いため、通常の走行を継続

2.3 吹雪視程障害に影響を及ぼす沿道環境条件分析

2.3.1 分析条件

吹雪危険度を把握する上で重要と考えられる視程障害の発生や運転危険度の変化に着目し、これらの指標へ道路構造や沿道環境条件が及ぼす影響を定量的に明らかとするため数量化I類による多変量解析を行った。

分析では、「視程障害発生割合」(視程障害発生の発生回数/全観測回数×100(%))及び「運転危険度が高くなる割合(以下:運転危険度割合)」(運転危険度ランクが2以下と評価された回数/全観測回数×100(%))

表3 説明変数とした要因とそのカテゴリ

説明変数	カテゴリ数と区分内容	データ数	
道路構造 (切土・盛土の高さ)	0 切土高さ 5.0m以上	145	
	1 切土高さ 0~5.0m	98	
	2 盛土高さ 0~1.0m	501	
	3 盛土高さ 1.0~3.0m	1192	
	4 盛土高さ 3.0~5.0m	234	
	5 盛土高さ 5.0m以上	130	
風上側	風上平坦地の長さ	0 なし	1034
		1 10~100m	871
		2 100~300m	244
		3 300m以上	151
	樹林帯の幅	0 なし	1816
		1 断続的	195
		2 10~30m	67
		3 30~50m	48
		4 50~100m	34
		5 100~200m	75
		6 200~300m	40
	7 300m以上	25	
	家屋市街地の幅	0 なし	1888
		1 断続的	211
		2 10~30m	53
		3 30~50m	48
		4 50~100m	39
		5 100~200m	32
		6 200~300m	19
	7 300m以上	10	
	防護柵の有無	0 なし	1737
1 あり		563	

表4 分析対象とした移動気象観測データ

区間	日時	KP ※最大の区間	観測回数 計	
一般国道231号 石狩市 (KP14.2-52.0)	2012/12/26 10:49 - 16:23	14.7 - 41.4	9	
	2013/3/10 15:15 - 18:11	14.2 - 51.7	4	
	2014/1/13 12:48 - 16:04	14.3 - 51.7	3	
	2014/1/28 18:26 - 22:15	15.0 - 52.0	5	
	2014/1/31 14:44 - 17:44	15.0 - 52.0	4	
	2014/3/6 14:51 - 17:48	17.0 - 26.0	3	
	2015/2/2 15:13 - 20:05	15.0 - 42.0	8	
	2015/2/15 10:22 - 18:19	15.0 - 42.0	7	
一般国道232号 遠別町・初山別村 羽幌町 (KP35.3-81.0)	2012/12/27 8:52 - 16:05	35.9 - 76.5	6	
	2013/2/2 19:49 - 20:26	52.8 - 73.0	1	
	2013/2/3 8:32 - 9:32	51.8 - 68.5	2	
	2013/2/5 14:58 - 15:34	44.3 - 70.4	1	
	2013/2/20 6:32 - 12:51	41.6 - 71.2	7	
	2014/1/11 11:25 - 15:22	36.0 - 71.4	4	
	2014/1/28 16:00 - 21:01	35.9 - 71.4	4	
	2014/1/29 8:50 - 14:11	35.3 - 57.5	5	
	2014/1/31 17:33 - 18:52	36.0 - 71.4	2	
	2014/2/3 9:54 - 12:43	36.0 - 64.4	4	
一般国道238号 佐呂間町・湧別町・ 紋別市 (KP52.1-102.3)	2014/3/7 15:44 - 16:43	47.0 - 64.0	2	
	2015/1/7 15:40 - 21:58	42.0 - 75.0	7	
	2015/1/8 11:35 - 11:50	71.0 - 81.0	1	
	2015/3/11 17:20 - 19:58	38.0 - 70.0	2	
	2013/2/8 9:54 - 16:51	63.7 - 102.3	6	
	2013/3/2 15:05 - 17:23	52.1 - 77.3	1	
	2014/2/9 17:41 - 23:27	54.6 - 90.2	2	
	2014/2/17 8:07 - 10:55	74.0 - 102.0	1	
	一般国道238号 浜頓別町・猿払村 (KP216.0-274.3)	2013/1/26 11:40 - 16:11	229.2 - 235.6	8
		2013/2/3 12:40 - 15:52	217.9 - 274.3	3
2013/12/27 18:17 - 22:20		217.1 - 258.5	2	
2014/1/26 16:10 - 16:41		236.9 - 258.5	1	
2014/2/5 5:31 - 5:49		240.0 - 251.9	1	
2014/2/10 14:44 - 18:38		219.6 - 257.4	4	
2014/2/18 7:50 - 14:18		216.0 - 262.0	6	
2015/2/27 8:27 - 20:05		225.0 - 257.0	9	
2015/4/15 21:53 - 0:26		222.0 - 258.0	2	

))の2つの割合を目的変数に設定した。

説明変数には、道路吹雪対策マニュアル⁵⁾に示されている吹雪危険度の評価において危険・安全要因に設定されている環境条件等を参考とし、「道路構造」、「風上の平坦地」、「樹林帯の有無と幅」、「家屋・市街地の有無と幅」、「観測時の吹雪の主風向と道路との交差角」の要因を採用し、カテゴリーを表3に示す通り設定した。

分析データの目的変数及び説明変数は、観測区間を50m毎に区分し、それぞれ移動気象観測により取得した視程データの平均値(以下、平均視程)及び運転危険度の調査結果、地図や道路台帳図などにより整理した。なお、本報告書の4.2.2項において、移動気象観測結果より得られた平均視程が200mを下回るとブレーキ操作を伴った走行速度の減速事例が多くなるなど吹雪時の運転の危険性が高いことを確認した。このことから、平均視程が200m未満であることを視程障害発生の基準とし、これを用いて視程障害発生割合を判断した。

多変量解析では、吹雪により平均視程が300mを下回る箇所が確認された3路線4区間での観測事例を分析対象とした(表4)。ただし、防雪柵や防雪林などの吹雪対策施設が整備された区間、5回以上の観測が実施できなかった区間は分析対象から除外した。

2.3.2 分析結果

表5a)、5b)はそれぞれ視程障害発生割合と運転危険度割合を目的変数とした場合における各要因(説明変数)のカテゴリースコア(影響度)を分析した結果である。なお、このカテゴリースコアが大きい程、目的変数である視程障害発生割合や運転危険度割合が高くなることを表す。

表5より、風上側平坦地の長さが長くなるほどカテゴリースコアが増加した。特に風上側平坦地の長さが100m以上になると視程障害発生割合のカテゴリースコアが「0.087」から「1.305」まで、運転危険度割合のカテゴリースコアが「0.017」から「3.764」まで増加しており、スコアの増加幅が大きい傾向が見られた。このことから、概ね長さ100m以上の風上平坦地の存在が視程障害発生や運転危険度の増加に大きく寄与する危険要因であると考えられる。なおTakeuchi⁸⁾により、視程障害の原因となる吹雪は植生のない平坦地が風上に長さ350m程度存在すると十分に発達することが明らかとされている。本研究の結果は、このような既往研究とも概ね傾向が一致すると判断できる。

また、風上の樹林帯の幅が50~100m以上の場合には樹林帯の幅が大きい区分ほど視程障害発生割合のカテゴリースコアが減少し、幅が300m以上では視程障害発生割合のカテゴリースコアが「-1.471」と最も小さくなり、視程障害発生割合が顕著に低下する傾向が見

表5 吹雪視程障害への沿道環境条件の影響(数量化I類による分析結果)

a) 【視程障害発生割合】

目的変数	説明変数 (カテゴリー数と内容)	カテゴリー スコア	レンジ	偏相関 係数	p値	
視程障害発生割合(%)	道路構造 (切土・盛土 の高さ)	0: 切土 5.0m以上	-0.101	1.950	0.104	6.5×10 ⁻⁷
		1: 切土 0~5.0m	0.393			
		2: 盛土 0~1.0m	-0.462			
		3: 盛土 1.0~3.0m	-0.197			
		4: 盛土 3.0~5.0m	1.488			
	5: 盛土 5.0m以上	0.723				
	風上平坦地 の長さ	0: なし	-0.547	1.681	0.114	4.5×10 ⁻⁸
		1: 10~100m	0.087			
		2: 100~300m	1.305			
		3: 300m以上	1.134			
	樹林帯 の幅	0: なし	0.120	1.591	0.056	7.6×10 ⁻³
		1: 断続的	-0.245			
		2: 10~30m	-0.166			
		3: 30~50m	-0.052			
		4: 50~100m	-0.386			
		5: 100~200m	-0.790			
		6: 200~300m	-1.189			
	7: 300m以上	-1.471				
	家屋市街地 の幅	0: なし	-0.294	6.090	0.156	4.8×10 ⁻¹⁴
		1: 断続的	0.933			
		2: 10~30m	1.776			
3: 30~50m		4.412				
4: 50~100m		1.760				
5: 100~200m		0.206				
6: 200~300m		-0.363				
7: 300m以上	-1.677					
防護柵 の有無	0: なし	-0.375	1.532	0.118	1.3×10 ⁻⁸	
	1: あり	1.157				
	定数項	2.761				

b) 【運転危険度割合】

目的変数	説明変数 (カテゴリー数と内容)	カテゴリー スコア	レンジ	偏相関 係数	p値	
運転危険度が 高くなる割合(%)	道路構造 (切土・盛土 の高さ)	0: 切土 5.0m以上	2.346	3.643	0.099	2.1×10 ⁻⁶
		1: 切土 0~5.0m	1.621			
		2: 盛土 0~1.0m	-0.628			
		3: 盛土 1.0~3.0m	-0.227			
		4: 盛土 3.0~5.0m	1.088			
	5: 盛土 5.0m以上	-1.298				
	風上平坦地 の長さ	0: なし	-1.479	5.431	0.198	1.1×10 ⁻²¹
		1: 10~100m	0.017			
		2: 100~300m	3.764			
		3: 300m以上	3.952			
	樹林帯 の幅	0: なし	-0.103	5.255	0.060	4.2×10 ⁻³
		1: 断続的	0.897			
		2: 10~30m	-0.229			
		3: 30~50m	-0.571			
		4: 50~100m	-0.308			
		5: 100~200m	0.379			
		6: 200~300m	2.587			
	7: 300m以上	-2.668				
	家屋市街地 の幅	0: なし	-0.995	13.859	0.252	1.6×10 ⁻³⁴
		1: 断続的	3.473			
		2: 10~30m	5.722			
3: 30~50m		9.469				
4: 50~100m		8.378				
5: 100~200m		1.503				
6: 200~300m		3.002				
7: 300m以上	-4.391					
防護柵 の有無	0: なし	-0.356	1.455	0.069	8.8×10 ⁻⁴	
	1: あり	1.099				
	定数項	6.772				

られた。このことから、風上の樹林帯は幅が広いほど吹雪による視程障害の発生を軽減し、概ね幅が 300m 以上の林帯は視程障害の発生を大きく改善させる安全要因であると考えられる。ただし、運転危険度割合のカテゴリースコアについては、樹林帯の幅が 300m 以上で「-2.668」と最も小さいものの、幅 100~300m の場合にはカテゴリースコアが大きい傾向が見られた。

次に、風上の家屋・市街地の幅によるカテゴリースコアに着目すると、幅 300m 以上の家屋・市街地が存在する箇所では、視程障害発生割合のカテゴリースコアが「-1.677」、運転危険度割合のカテゴリースコアが「-4.391」と最も小さく視程障害発生割合が低下する傾向が見られた。一方、幅 10~100m 程度の家屋・市街地が存在する箇所では目的変数に関わらずカテゴリースコアが大きく、特に幅 30~50m の家屋・市街地が存在する箇所ではカテゴリースコアが最も大きく視程障害発生割合や運転危険度が増加する傾向が見られた。

郊外部の比較的幅が狭い家屋・市街地では地吹雪発生を十分軽減するほどには風速が減少しない。一方、家屋の周辺には除雪等による堆雪（雪山）が多く存在する。この堆雪からの飛雪が道路へ吹き込むことによって逆に視程障害が発生しやすかったことが考えられる。また、密集していない家屋の存在により風が乱れ視程障害が発生しやすかったことも考えられる。ただし、家屋・市街地が風上側に存在する箇所での移動気象観測事例を基にした既往分析⁹⁾において、幅 100m 未満の家屋・市街地ではあまり視程障害発生が軽減されない傾向が明らかとされているものの、視程障害が発生しやすくなる傾向までは確認できなかった。このため、幅 10~100m 程度の家屋・市街地による視程障害発生への影響については、さらに分析を行い慎重に判断していくことが必要と考えられる。

道路構造別の視程障害発生割合のカテゴリースコアに着目すると、表 5a) より高さ 3m 以上の盛土道路でカテゴリースコアが大きい傾向がみられ、特に高さ 3~5m の盛土道路でカテゴリースコアが「1.488」と最も大きかった。また、高さ 5m 未満の切土道路においてカテゴリースコアが「0.393」と比較的大きい傾向が見られた。一方、高さ 5m 以上の切土道路ではカテゴリースコアが「-0.101」と逆に比較的小さい傾向が見られた。

これは、十分に高さがある切土道路では風上側の法面上に飛雪粒子が堆雪され盛土道路に比べ風速が低下することによって、道路上の飛雪流量（単位時間あたりに単位断面積を通過する飛雪粒子の質量）が減少す

るためと考えられる。ただし、運転危険度割合のカテゴリースコアに着目すると、表 5b) より切土道路でカテゴリースコアが「1.621」、「2.346」と大きい傾向が見られ、視程障害発生割合と傾向が若干異なった。

さらに防護柵の有無によるカテゴリースコアに着目すると、防護柵が存在する場合は防護柵が存在しない場合に比べると目的変数に関わらずカテゴリースコアが明らかに大きく、防護柵が存在することによって吹雪時には視程障害が発生しやすく運転危険度が高い傾向が見られた。これは、防護柵が路側に存在することによってその周辺に雪堤が発生しやすいためと考えられる。

3. 風向を考慮した吹雪危険度の評価

3.1 複数風向での吹雪発生する実態把握

風向を考慮した吹雪危険度の評価方法を検討するに当たりその必要性を把握するため、一般国道 238 号猿払村において固定気象観測を実施し、風向別における吹雪の発生状況について分析することにより道路の複数方向からの吹雪の発生状況について以下の通り実態を把握した。

3.1.1 固定気象観測

一般国道 238 号 KP242.20 (猿払村浅茅野) の路側の地上高約 2m に後方散乱型視程計（明星電気製 TZE-4 型）、風向風速計（KDC-S04）を設置し、平成 23 年度から平成 26 年度の冬期間（12 月から 3 月）に、視程及び風向風速を 1 秒毎に計測した（図 4）。



図 4 定点気象観測状況（視程・風向風速）

3.1.2 風向別の吹雪量分析

3.1.1 項で計測した気温、風速データを基に、平成24年度から平成26年度の冬期間における一般国道238号（猿払村浅茅野）で発生した吹雪量を推定した。なお、吹雪量は図5に示す吹雪判定条件¹⁰⁾及び吹雪量の算定式¹¹⁾により推定した。さらに、その結果を風向データにより、風向別に累計した。図6はその結果を示したものである。

図6より、一般国道238号（猿払村浅茅野）では北北東、北東、東北東と西南西で吹雪量が多い傾向が見られ、道路のR側からの吹雪量が79.8m³/m、L側からの吹雪量が37.5m³/mであった。このように道路の両側から吹雪が発生している実態を定量的に把握した。

そこで、風向の違いが視程障害の発生に及ぼす影響を分析するため、道路に対する風向が変化した移動気象観測の事例に着目し3.2節において分析を実施した。

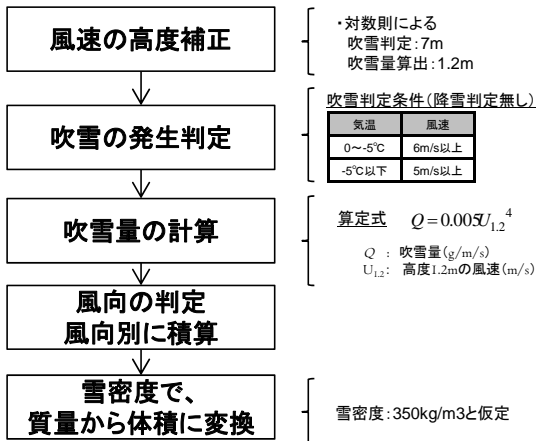


図5 吹雪量の推定方法

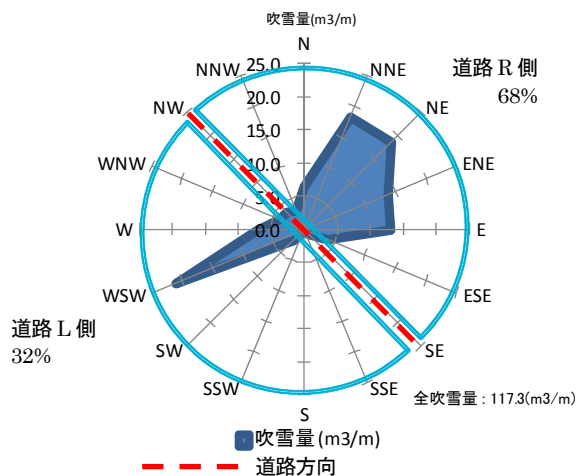


図6 風向別吹雪量
(一般国道238号(猿払村)) H24-26の平均値

3.2 吹雪視程障害への風向の影響に関する事例分析

3.2.1 分析方法

風向の異なる吹雪が発生した平成25年1月26日及び2月3日に一般国道238号（浜頓別町）のKP233.5～235.5で取得した移動気象観測事例により、分析を実施した。1月26日は計8回、2月3日は計2回観測を実施した。

浜頓別アメダスによると1月26日の観測時は概ね気温が-3～-5℃、風向が北北東で風速は10～12m/s、2月3日の観測時は概ね気温が-8～-9℃、風向が西で風速は5～8m/sであった。

観測区間は、道路周辺に吹雪の発達しやすい平坦地が存在する盛土道路で、KP233.948-234.26の区間のL側にのみ仮設の吹きだめ式防雪柵が設置されていたが、それを除くと吹雪対策施設は未整備である。

分析では、観測日別に視程障害発生状況と沿道環境とを比較した。視程障害発生状況は、道路延長を50m毎に区分し、各区間の視程データの平均値（以下、平均視程）、最低視程（観測日毎の平均視程の最低値）、視程障害発生割合（観測日毎の平均視程200m未満の発生事例数/観測日の全観測事例数）を指標として整理した。沿道環境条件は、道路台帳図や航空写真などから風上側の平坦地、家屋・市街地や路側及び樹林帯について、有無や幅を表6に示す区分で整理した。

3.2.2 分析結果

図7は、下段が1月26日、上段が2月3日の視程障害発生状況と沿道環境条件を道路のキロポスト(KP)毎に示したものである。

風向が北北東の1月26日の観測結果より、風上平坦地の長さが500m以上であるKP234.8～235.15(c1)では視程障害発生割合が50%以上の区間が多く、最低視程が100mを下回る区間も見られた。この区間には幅100m以上の家屋や市街地が風上側に存在していたが、これにより視程障害が改善している傾向はあまり見られなかった。

表6 沿道環境条件の整理区分

No	整理区分	風上平坦地	家屋・市街地
1	50m: 50以上100m未満	○	○
2	100m: 100以上200m未満	○	○
3	200m: 200以上300m未満	○	○
4	300m: 300以上400m未満	○	—
5	400m: 400以上500m未満	○	—
6	500m: 500m以上	○	—

No	整理区分	路側の樹林帯
1	10m: 10以上30m未満	○
2	30m: 30以上50m未満	○
3	50m: 50以上100m未満	○
4	100m: 100以上	○

※○印は観測区間に該当箇所が存在した沿道環境条件の区分

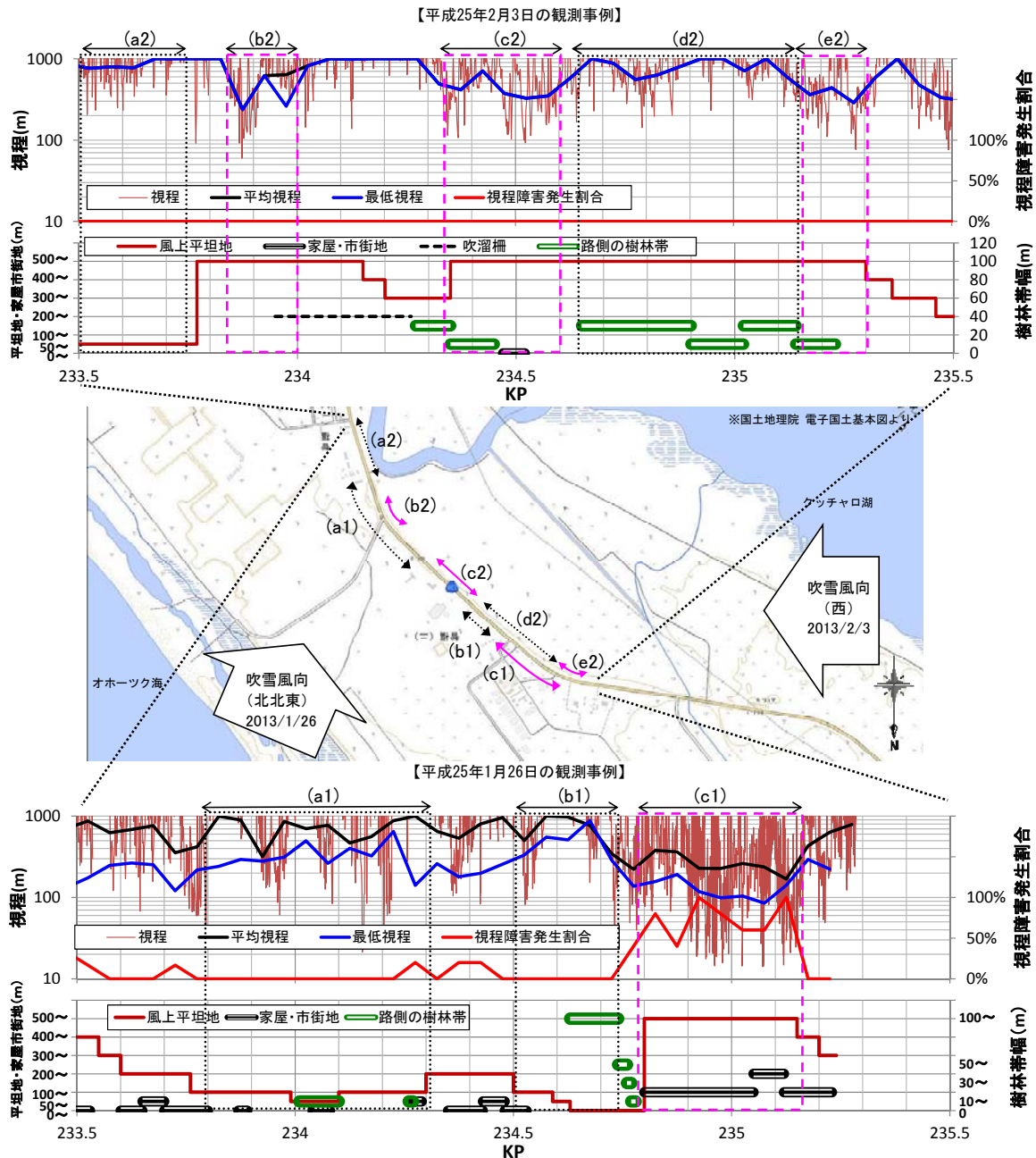


図 7 一般国道 238 号浜頓別町での観測事例

一方、風上平坦地の長さが 200m 未満である KP233.8 ～ 234.3(a1)、KP234.5 ～ 234.75(b1) では最低視程が 200m 以上確保され視程障害発生割合が 0% であった。また KP234.5 ～ 234.75(b1) の内、路側に幅 100m 以上の樹林帯が存在する KP234.6 ～ 234.7 では、最低視程が 500m 以上確保されており、樹林帯による視程改善効果も伺えた。

次に、風向が西の 2 月 3 日の観測結果から次のことが確認された。長さ 500m 以上の風上平坦地が存在し、路側に幅 30m 以上の樹林帯が存在しない KP233.85 ～ 234.00(b2)、KP234.35 ～ 234.6(c2)、KP235.15 ～

235.3(e2) では視程低下の規模は異なるものの最低視程が低下した。一方、風上平坦地の長さが 100m 未満である KP 233.5 ～ 233.75(a2) や幅 30m 以上の樹林帯が路側に存在する KP234.65 ～ 235.15(d2) では視程の低下が見られなかった。

このように、風上側の平坦地の長さや路側の樹林帯の有無と幅が道路上の視程に大きく影響していた。また、2 つの観測日で視程の低下箇所が異なっていた。これは、風向の違いにより沿道環境条件が異なることが要因として考えられる。このため、吹雪の危険箇所を評価するには風向を考慮し、風上側の沿道環境条

件を把握することが重要と考えられる。

3.3 風向を考慮した吹雪危険度の評価手法

3.1節、3.2節での分析結果を踏まえ、複数方向から吹雪が発生する道路における吹雪危険度（道路吹雪対策マニュアル参照）の評価方法について検討し、表7に示すとおり評価方法を整理した。

複数方向から吹雪が発生する道路において吹雪対策を計画設計する際には、その計画段階においては吹雪そのもののポテンシャルが総合的に高い地域や道路の区間を抽出することが重要と考えられる。このため評価要因となる気象要因は風向別に分割せず全方向の総量で評価し、道路環境要因については道路のL側R側各々についてより危険側の評価結果を採用することが適当と考えられる。

一方、吹雪対策の設計段階においては道路のL側R側に分けて吹雪対策施設の必要となる区間やその優先度を決定することが吹雪危険度を評価する目的となる。このため設計段階において吹雪危険度を評価する際には、気象要因、道路環境要因ともに道路のL側R側に分割しそれぞれで評価することが適当と考えられる。

表7 風向を考慮した吹雪危険度の評価方法(案)

吹雪危険度の評価項目			
吹雪対策	気象要因 (吹雪量・吹雪頻度など)		道路環境要因 (沿道の土地利用・道路構造など)
	計画段階	全方向の気象要因(吹雪量・吹雪頻度)の合計値で評価	道路LRIに分けて評価 ※LRで、より危険側の評価を採用
	設計段階	道路のLとRに分けて気象要因(吹雪量・吹雪頻度)を各々で評価	道路LRIに分けて各々評価

4. 路線を通した連続的な吹雪危険度評価技術の提案

4.1 吹雪危険度の評価手法検討

4.1.1 既往の吹雪危険度の評価手法の改良

現状の道路吹雪対策マニュアルに用いられている吹雪危険度⁵⁾は、「吹きだまり要因」と「視程障害要因」に区分して評価する。それぞれ気象条件による「主要因」と沿道環境条件や道路構造等による「拡大要因」及び「安全要因」から評価することが示されている。このうち、「視程障害要因」の評価では「風上側平坦地」の長さが「拡大要因」として考慮されていない。しかし、2.3.2項で明らかとした表5の結果を踏まえると、「視程障害要因」においても「風上側平坦地」を考慮することが必要と考えられる。

また、幅30m以上の家屋・市街地等の存在が視程障害要因の「安全要因」として評価されている。本研究の表5に示した結果においても風上に家屋・市街地の

表8 吹雪危険度の視程障害要因(拡大要因)
の改良内容(案)

(現行)		
項目	基準値	評点
地形の急変箇所 (切盛境、沢筋など)	小規模または部分的	2
	大規模または連続的	3
盛土法面勾配	1:2未満	3
カーブ区間 (曲率半径)	あり	1
	200m未満	2
	100m未満	3
トンネル坑口、 橋梁端部、立体交差部	あり	3
(改良案)		
項目	基準値	評点
風上側平坦地の長さ	平坦地あり	2
	100m以上	4
	300m以上	6
切盛境及び沢筋等の地形急変箇所、トンネル坑口、橋梁端部、立体交差部	あり	2
防護柵	あり	2
カーブ区間、交差点 (曲率半径)	あり	1
	200m未満(カーブ)	2

表9 吹雪危険度の視程障害要因(安全要因)
の改良内容(案)

(現行)		
項目	基準値	評点
風上側の樹林帯、連続した家屋、市街地	断続的にあり	2
	幅10m以上	4
	幅30m以上	6
中央分離帯	あり	3
道路照明	あり	3
(改良案)		
項目	基準値	評点
風上側の樹林帯 (家屋・市街地)	断続的にあり ※樹林帯のみ	2
	幅50m以上 (幅100m以上)	4
	幅100m以上 (幅300m以上)	6
中央分離帯	あり	3
道路照明	あり	3

幅が概ね300m以上存在する箇所では視程改善効果が認められた。しかし、幅が広くない場合には十分な改善効果が見込めない可能性があるほか、逆に視程障害が発生しやすくなる恐れも本研究の結果から伺えた。このため、家屋・市街地を安全要因として評価する場合には幅の区分を大きくするなどの見直しが必要とも考えられる。

さらに、これまで考慮されていない防護柵の有無についても評価項目に含めることが必要とも考えられる。

このような結果を踏まえ、既存の道路吹雪対策マ

ニュアルに示されている吹雪危険度評価フローについて改良案の取りまとめを行った。表 8 及び表 9 は、吹雪危険度の視程障害要因の拡大要因及び安全要因について改良案を取りまとめたものである。

4.2 移動気象観測による連続的な吹雪危険箇所の評価手法検討

既往の吹雪危険度評価技術による吹雪危険度評価では、防雪柵端部など局所的な吹雪危険箇所を十分には把握できない可能性がある。このため、局所的な危険箇所をより正確に把握するためには、気象観測機器を搭載した観測車で対象とする区間を連続的に走行し、気象状況を連続的に観測することによって、従来の吹雪危険度評価を補完していくことが重要と考えられる。しかし現状では、移動気象観測により吹雪の危険箇所を評価していく上では、以下のような課題が考えられる。

- ・吹雪による危険箇所を相対的に評価することは可能であるが、運転の危険性などを考慮した危険箇所までは評価することが困難。
- ・観測結果に時間や空間的な気象条件の変化による影響を伴うため、同じ沿道環境条件（観測区間）でも観測時の気象条件などにより調査結果や把握される危険度が異なる可能性がある。

このため、4.2.1 項、4.2.2 項において吹雪危険度の評価指標やその運転危険性との関係について分析し検討を行った。また、4.2.3 項、4.2.4 項、4.2.5 項、では吹雪の危険箇所をより効率的かつ正確に評価するために推奨される観測条件（観測時の気象条件、観測回数、観測延長など）を明らかとするため分析や検討を行った。

4.2.1 吹雪危険箇所の評価指標の検討

視程が 50m 未満に瞬間的に低下するような結果が得られた移動気象観測の結果において、視程が 50m 未満に低下している箇所においてもブレーキ操作による速度低下が見られる事例と見られない事例があるなど、視程の低下による運転危険度への影響はその継続時間（延長）が関与していることが伺えた。そこで、観測した視程を統計する区間延長を変化させ、平均視程と運転挙動との関係について分析を実施した。

図 8 は、一般国道 232 号羽幌町 KP70.0～71.0 での観測事例を示したもので、上の図は視程データと統計延長を 50m、100m 及び 200m とした平均視程を、下の図は走行速度及びブレーキ踏力をキロポスト毎に示したものである。

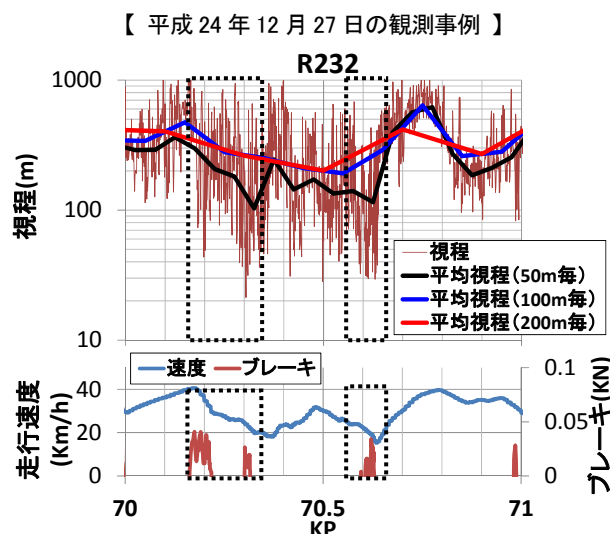


図 8 移動気象観測事例(一般国道 232 号羽幌町)

図 8 より、KP70.15、KP70.3、KP70.6 付近の 3 箇所（破線囲み部）では視程低下によるブレーキ操作を伴う走行速度の低下が見られる。この 3 箇所の平均視程を確認すると、評価延長 50m の平均視程ではこのようなブレーキ操作を伴った減速の発生箇所での視程低下が評価できているのに対し、評価延長 100m 及び 200m の平均視程ではそのような視程低下が評価できていない。

また、走行速度の変化は、評価延長 50m の平均視程の変化に対応して生じている傾向が見られた。

このような結果より、吹雪時の危険箇所を評価するための指標としては、概ね評価延長 50m に着目することが必要と考えられる。

4.2.2 吹雪危険箇所の評価指標と運転挙動の関係

吹雪危険箇所の評価指標として平均視程を用いる場合には、平均視程と吹雪時の運転挙動との関係を明らかにし、吹雪の危険性が高くなる平均視程の閾値を明らかとすることが必要である。

そこで、その閾値を明らかとするため吹雪時の平均視程と運転挙動の関係について分析を行った。

(1)分析方法

分析では、2 章において 4 路線 5 区間で実施した移動気象観測結果を基に、平均視程と運転挙動の関係について整理を行った。ただし、平均視程以外による運転挙動への影響をできるだけ除外するため、日中の直線区間における観測データから評価延長 50m 毎の観測データを 200 事例抽出し分析を行った。なお、抽出した観測事例の平均視程にできるだけ偏りが生じないよう、観測事例は平均視程 50～1000m の範囲から抽出した。

(2)分析結果

図 9 は、平均視程を 50m 以上 100m 未満、100m 以上 200m 未満、200m 以上 300m 未満、300m 以上 500m 未満、500m 以上 1000m 未満の 5 つに区分し、視程区分毎の観測事例の平均走行速度について平均値と標準偏差を示したグラフである。

図 9 より、平均視程が 300m 未満になると走行速度の平均値は 40 km/h を下回り、平均視程が 100m 未満では 30 km/h 程度まで低下しているほか走行速度の標準偏差が大きくなる傾向が見られた。

図 10、図 11 は、同様に 5 つに区分した平均視程とブレーキ回数やハンドル操舵角の標準偏差との関係を示したグラフである。

図 10 より、平均視程が 200m 未満になるとブレーキの平均回数が 0.1 回程度から 0.3 回程度まで増加する傾向が見られた。

さらに図 11 より、平均視程が 100~1000m の範囲ではハンドル操舵角の標準偏差に大きな違いが見られませんが、平均視程が 100m 未満になるとハンドル操舵角の標準偏差が大きくなる傾向が見られた。

米田¹²⁾ 13) は、吹雪など視界不良事故における危険認知速度が大型車で 30~40 km/h、普通車で 20~30 km/h であることを北海道内の過去 10 年間（平成 16~25 年度）の冬型事故に占める「視界不良事故データ」より明らかとしており、竹内¹⁴⁾ は冬の視界不良事故では危険認知速度が高いことを指摘している。

これらのことを踏まえると、移動気象観測により得られた平均視程が概ね 200m を下回るとブレーキ操作による減速事例が多くなる傾向が見られ、運転への影響が大きくなることが考えられる。

さらに平均視程 100m 未満では、ハンドル操舵角の標準偏差が大きくなる傾向が見られ、走行車線内を正確に走行することが困難となる恐れが伺えるほか、視界不良時の危険認知速度とされる 30 km/h まで平均走行速度が概ね低下しており、吹雪視程障害による事故の危険性が高い状況であると考えられる。

また、加治屋ら¹⁵⁾ による先行研究で確認されている吹雪時の運転挙動とも、本調査の結果は概ね一致していた。

ただし、ブレーキ操作による減速等、運転挙動と視程との関係には若干、閾値に違いが見られた。これらの原因については、視程の統計方法や調査を実施した道路の車線数などの条件の違いが要因として考えられる。

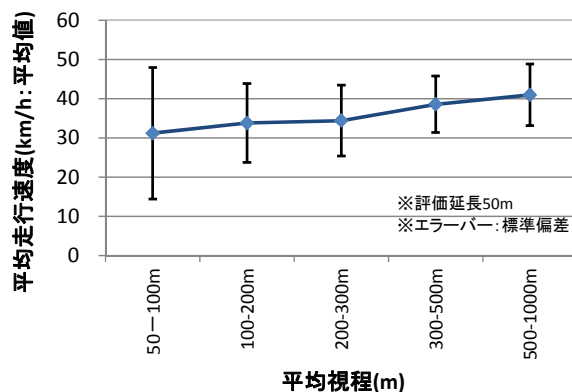


図 9 平均視程と走行速度

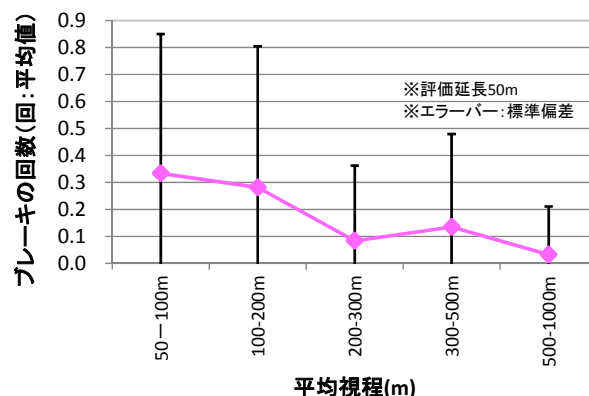


図 10 平均視程とブレーキ回数

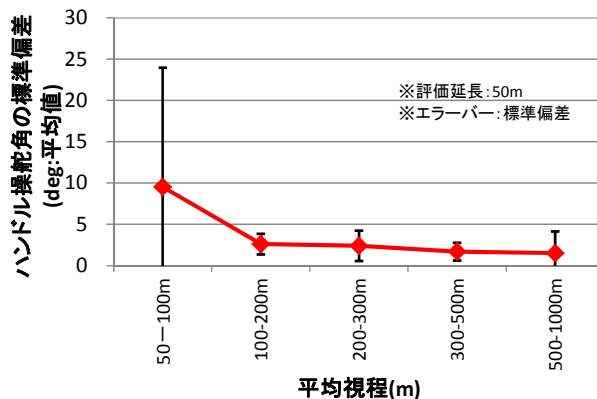


図 11 平均視程とハンドル操舵角の標準偏差

4.2.3 吹雪危険箇所の評価において推奨される移動気象観測を実施する際の気象条件

(1)分析条件

分析では、2 章で実施した移動気象観測のうち、平成 24 年度~平成 26 年度の 3 冬期において道内の国道 5 路線で吹雪時に実施した移動気象観測結果を分析対象とした。

はじめに 4.2.1 項の分析結果を踏まえ、走行延長 50m 毎に、その区間で移動気象観測車により 0.1 秒ごとに計測した視程値を平均した。また、4.2.2 項の結果を

基に、この平均視程 200m 未満を吹雪視程障害発生と定義した。

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吹雪は発生する（竹内¹⁰⁾）。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¹⁶⁾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のうち、気温と風速を指標として解析を行った。さらに、吹雪は降雪を伴う場合に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ため、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。

表 10 は、1 区間以上で視程障害の発生が確認された移動気象観測データについて集計した結果である。また、分析に用いた降雪ありの走行数を路線毎に併せて示した。

表 10 分析対象とした移動気象観測データ

路線(国道)	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
計	—	2706	35	128	98

注) 一区間以上で視程障害発生が確認された観測データのみ。
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

(2)分析結果

解析には、走行区間近傍の気象庁アメダス、北海道開発局道路テレメータなどの気象データを用いた。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、移動気象観測時のデータは用いていない。

図 12 には調査時の風速と視程障害の発生が見られた区間を一定以上含んでいた走行数の全走行数に対する頻度(割合)について示した。たとえば横軸「<5」は風速 5m/s 未満となる頻度を示している。図 13 には同じく気温について示しており、たとえば横軸「>-5」は気温 -5℃より大きい場合の頻度を示している。図 12、図 13 とともに上の図は 1 区間以上吹雪視程障害発生区間を含む走行数、下の図は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走行数の頻度を示している。

図 12(上)によると、風速 8m/s 未満 (<8) では 1 区

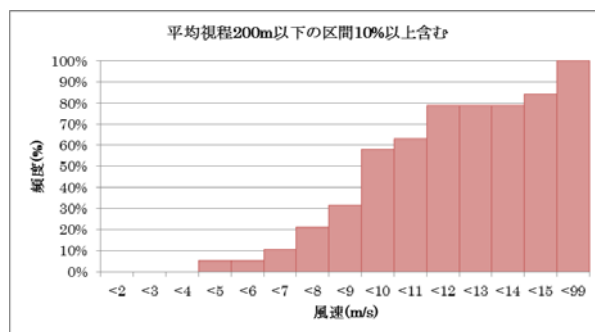
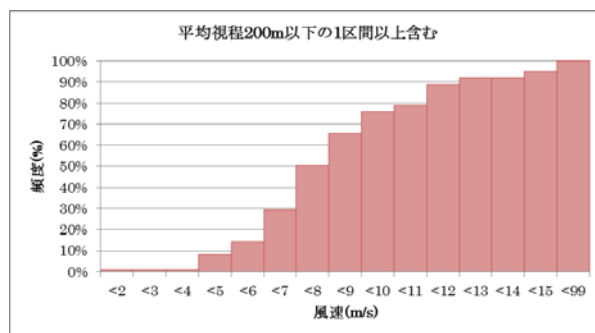


図 12 調査時の風速と吹雪視程障害発生区間を含む頻度(降雪あり)

(上: 1区間以上を含む場合、下: 走行延長の 10%以上の区間を含む場合)

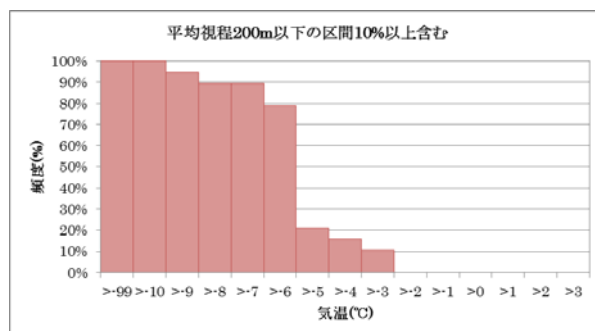
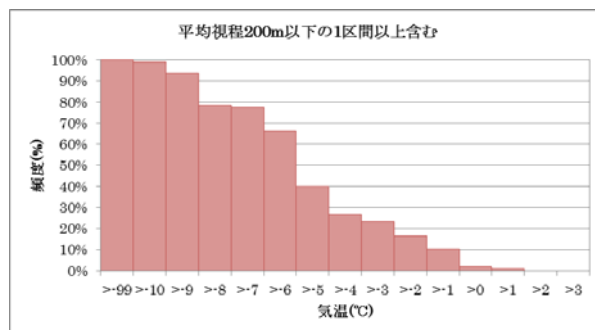


図 13 調査時の気温と吹雪視程障害発生区間を含む頻度(降雪あり)

(上: 1区間以上を含む場合、下: 走行延長の 10%以上の区間を含む場合)

表 11 吹雪視程障害の発生する気象条件
(視程障害が発生した走行事例の頻度 50%以上)

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

間以上の視程障害発生が確認された走行数の頻度が 50%程度、風速 9m/s 未満(<9)では頻度が 60%以上となることを確認できる。このことから概ね風速 8m/s 以上で視程障害発生が確認されやすいと考えられる。

図 12(下)によると風速 9m/s 未満(<9)と 10m/s 未満(<10)で視程障害区間が 10%以上含まれる走行数の頻度の差が大きく見られた。また風速 11m/s 未満(<11)では頻度が 60%以上であった。このことを踏まえると、概ね風速が 10m/s 以上であれば、10%以上の視程障害発生を確認できる走行データが概ね 6 割以上取得できると考えられる。

図 13(上)によると、気温-5℃より高い場合(>-5)、視程障害の発生が少なくとも 1 区間以上で確認できた走行事例は 4 割に留まる。一方、気温が-6℃より高い場合(>-6)では 1 区間以上の視程障害発生が確認できた走行事例の頻度が 65%であった。また図 13(下)においても気温が-5℃より高い場合(>-5)と-6℃より高い場合(>-6)で視程障害発生区間が 10%以上含まれる走行事例の頻度に大きな変化が見られ、気温が-6℃より高い場合にはその頻度が概ね 80%であった。

このようにして得られた結果から、視程障害発生区間を 1 区間以上含む走行事例の頻度が概ね 50%以上となる条件をまとめると表 11 となる(視程障害発生区間 5%以上の場合も併せて示した)。つまり、表 11 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。これらを考慮して観測の実施を判断することが、吹雪危険箇所を評価するための移動気象観測を合理的に行う上で肝要である。

4.2.4 吹雪危険箇所の評価において推奨される移動気象観測の実施回数の検討

(1)分析条件

分析では、2 章で実施した移動気象観測のうち、平成 24 年度から平成 26 年度の 3 冬期において道内の国道 3 路線で吹雪時に実施した移動気象観測結果を基に、

路線毎に吹雪危険箇所の特定を行った。

はじめに 4.2.1 項、4.2.2 項の分析結果を踏まえ、4.2.3 項と同様に道路延長 50m 毎に区分し整理した平均視程を整理し、4.2.2 項での結果を踏まえ平均視程が 200m 未満であった場合を視程障害と定義し、視程障害が発生した区間(以下、視程障害発生区間)を整理した。図 14 は国道 231 号での観測事例から視程障害発生区間を整理した一例である。

なお、この整理において 1 区間も視程障害の発生が確認できなかった観測事例は分析対象から除外した。分析対象とした路線毎の移動気象観測データの観測回数と観測時の気象条件は表 12、表 13 に示す通りである。なお、観測時の気象は近傍の道路テレメータやアメダスのデータなどを用い整理した。ただし、降雪の有無については移動気象観測時に撮影した道路映像より判断した。

次に、区間毎に視程障害発生割合(視程障害の発生回数/全観測回数×100(%))を整理することによって視程障害発生の危険性を評価した。図 15 に一例として R231 におけるキロポスト(KP)毎の視程障害発生割合と全観測回数を示す。ここで、図 15 に示した通り視程障害発生割合 10%以上の区間を吹雪危険箇所として特定し、以降の分析を行った。なお、R231、R232、R238 の各路線で特定された吹雪危険箇所はそれぞれ 91 区間、125 区間、94 区間であった。

さらに、前述の通り特定した吹雪危険箇所を何回の観測で抽出可能であるかを分析し、吹雪危険箇所を把握する際に必要な観測回数を検討した。

表 12 分析対象の移動観測回数

路線	観測区間※	観測回数
一般国道231号 石狩市	KP12.6-52.1	42
一般国道232号 遠別町・初山別村・羽幌町	KP35.2-76.5	46
一般国道238号 浜頓別町・猿払村	KP216.0-274.2	28

※各観測は表に示す観測区間のうち吹雪が発生した箇所やその周辺で観測を実施しており観測事例毎に観測区間は異なるものとする。

表 13 観測時の気象条件

	一般国道231号 石狩市	一般国道232号 遠別町～羽幌町	一般国道238号 浜頓別村～猿払村
観測回数(回)	42	46	28
気温 (℃)	最大	1.2	0.3
	平均	-4.6	-5.7
	最低	-9.2	-9.3
風速 (m/s)	最大	16.0	14.0
	平均	8.6	7.0
	最低	4.0	3.5
降雪ありの割合	71%	67%	96%

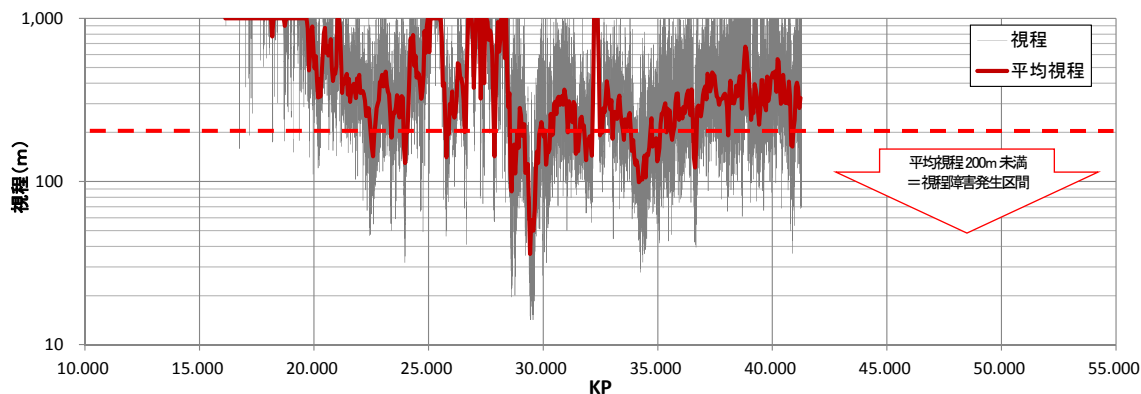


図 14 視程障害発生区間を確認した移動気象観測結果の一例(一般国道 231 号 KP16.2-41.2 : 平成 24 年 12 月 26 日)

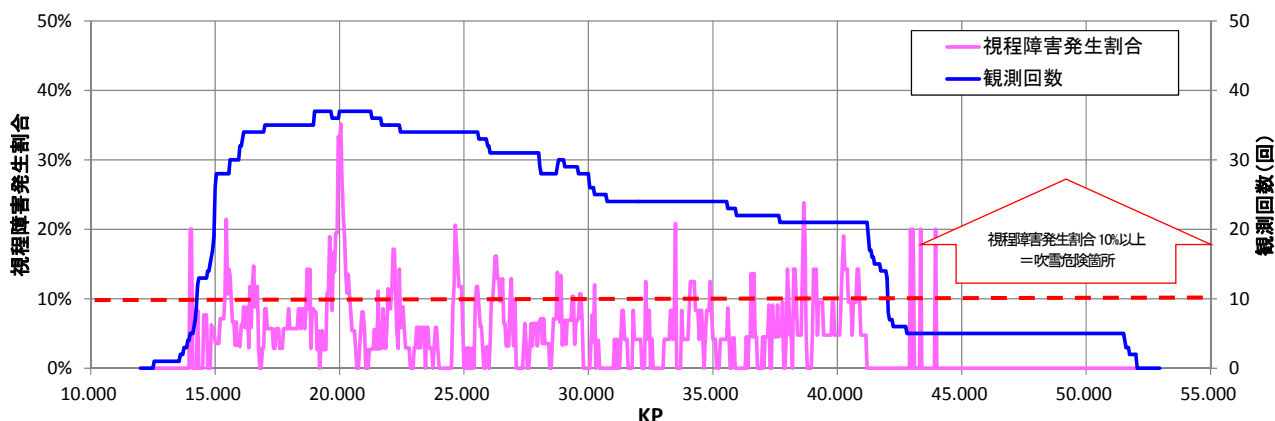


図 15 視程障害発生割合(一般国道231号:全観測回数42回)

(2)分析結果

図 16 は、吹雪危険箇所の抽出に必要な観測回数を分析した路線毎の結果である。横軸には観測回数を示しており、縦軸には視程障害発生区間の抽出割合（以下、抽出割合）を示したグラフである。抽出割合とは、特定した全ての吹雪危険箇所に対し観測回数を積み重ねることによって抽出された視程障害発生区間の割合を示したものである。なお、青色の実線が R231 での観

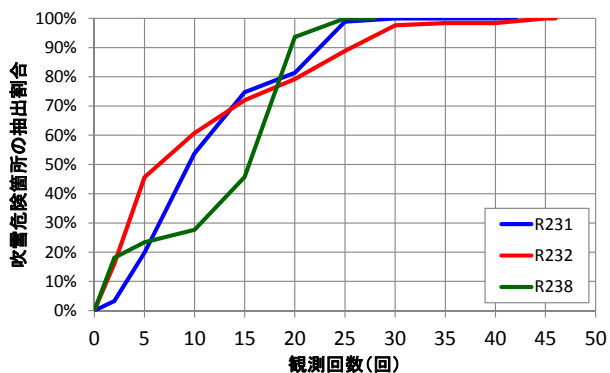


図 16 移動気象観測の回数と吹雪危険箇所の抽出割合

測結果を実際の観測順に積み上げ分析した結果であり、赤色の実線が同様にR232の分析結果、緑色の実線がR238の分析結果を示したものである。

図 16より、R231の結果（青線）を見ると、抽出割合が90%を超えるまでに概ね23回の観測回数を要していることが確認できる。同様に、R232の結果（赤線）を見ると概ね26回、R238の結果（緑線）を見ると概ね19回の観測回数で抽出割合が90%を超えることが確認できる。

この結果を踏まえると、吹雪危険箇所を概ね9割以上把握するには、概ね25回以上の観測が必要と考えられる。

4.2.5 吹雪危険箇所の評価において推奨される移動気象観測の区間延長の検討

吹雪危険箇所を効率的に把握するためには、1 回の移動観測で出来る限り長い延長を調査することが考えられる。しかし、吹雪発生の継続性や吹雪が発生する空間的な広さを考慮することが必要と考えられる。そこで、移動気象観測結果より視程障害の発生がある程度連続して確認された区間延長の実態把握のため分析を行った。

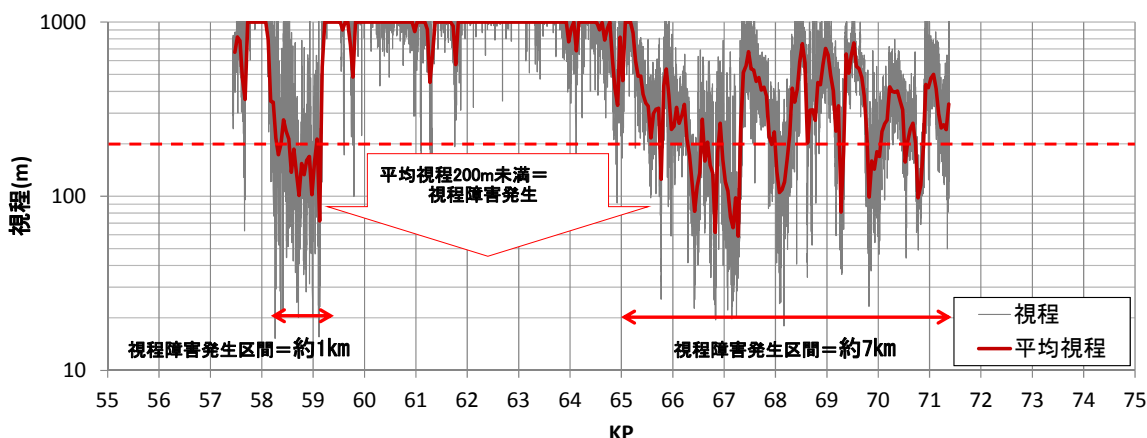


図 17 視程障害発生区間を確認した移動気象観測結果の一例(一般国道 232 号 KP57.5-71.3:平成 26 年 1 月 31 日)

(1)分析条件

分析は、2 章で実施した移動気象観測のうち、平成 24 年度～平成 26 年度の 3 冬期において道内の国道 4 路線 5 区間で吹雪時に実施した移動気象観測結果を基に行った。分析では、路線のキロポストの平均視程を示したグラフ(図 17)を観測事例毎に整理し、平均視程 200m 未満で視程障害が発生したと定義し、目視により視程障害が断続的に発生を概ね繰り返していたと考えられる区間の延長とその発生回数を整理した。

(2)分析結果

図 18 は、視程障害発生が確認された区間延長毎にその出現頻度を整理したものである。図 18 より、視程障害発生区間延長が短いほど出現頻度が高い傾向がみられ、視程障害発生区間延長が概ね 7 km を上回る各発生区間延長については発生事例が 1 から 3 回と少ないことが伺えた。

このため、吹雪危険箇所を移動気象観測により効率的に把握するためには、観測区間の延長は概ね 7 km までに設定することが望ましいと考えられる。

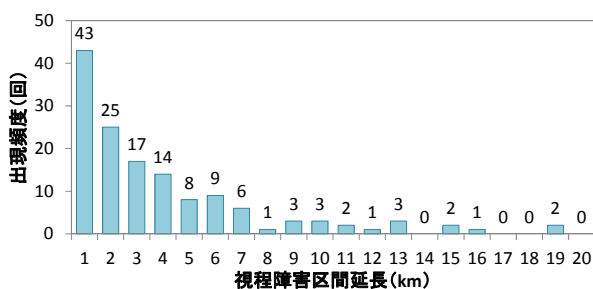


図 18 視程障害発生区間延長とその出現頻度

4.2.6 吹雪危険箇所の評価において推奨される移動気象観測条件

4.2.3 項、4.2.4 項、4.2.5 項において分析した結果を踏まえると、吹雪危険箇所を評価することを目的として移動気象観測を実施する場合には、表 14 に示した気象条件、観測回数、観測延長の 3 つの観測条件を満たしていることが望ましいと考えられる。

表 14 吹雪危険箇所の評価における
移動気象観測の推奨条件

気象条件	気温 : -5°C 以下 風速 : 8m/s 以上
観測回数	概ね 25 回以上
観測延長	概ね 7 km 以内

5. まとめ

本研究では、吹雪の危険要因や安全要因の解明のため吹雪時における移動気象観測を継続して実施し、視程低下や運転危険度に影響する沿道環境条件について、移動気象観測結果を基に分析を行った。その結果、視程障害発生や運転危険度に及ぼす沿道環境条件の影響を定量的に把握し、既存の吹雪危険度評価の評価項目や評点の見直し改良案について取りまとめた。

また、道路の複数方向から吹雪が発生するほか、吹雪方向の違いにより吹雪視程障害の発生する箇所が異なるなどの実態を把握し、風向を考慮した吹雪危険度の評価方法について検討し提案を行った。

さらに、移動気象観測結果を活用し連続的な吹雪危険度の評価する際の評価指標や移動気象観測を実施す

4.3 路線を通じた連続的な吹雪の危険度評価技術に関する研究

る際に推奨される観測条件について分析検討し提案を行った。

今後は、これらの成果を道路吹雪対策マニュアルへ反映するなど成果普及に努めていく予定である。

参考文献

- 1) 武知洋太, 伊東靖彦, 松下拓樹, 山田毅, 松澤勝, 加治屋安彦: 「2008年冬期に北海道で発生した吹雪災害状況と課題について(1)~2008年2月・長沼近郊での事例について~」, 北海道の雪氷, 日本雪氷学会北海道支部, No. 27, pp. 99-102, 2008
- 2) 伊東靖彦, 武知洋太, 松下拓樹, 山田毅, 松澤勝, 加治屋安彦: 「2008年冬期に北海道で発生した吹雪災害状況と課題について(2)~2008年4月・釧路根室地方での事例について~」, 北海道の雪氷, 日本雪氷学会北海道支部, No. 27, pp. 103-106, 2008
- 3) 松岡直基, 萩原亨, 金田安弘, 丹治和博, 川村文芳, 中林宏典, 永田泰浩: 2013年3月2日北海道の吹雪災害について—主に気象的特徴から—, 北海道の雪氷, No. 32, pp. 62-65, 日本雪氷学会北海道支部, 2013
- 4) 道路防災点検の手引き編集委員会, 道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪等)(平成21年5月), pp. 170-178, 道路保全技術センター, 2009
- 5) 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), 土木研究所寒地土木研究所, pp. 1-3-17~29, pp. 1-4-14~45, 2011
- 6) 竹内政夫: 吹雪とその対策(4), 雪氷, 64巻1号, pp. 97-105, 2002
- 7) 福澤義文, 伊東靖彦, 松澤勝, 加治屋安彦, 阿部正明, 丹治和博: 吹雪危険度評価に関する一考察(1)一吹雪危険度評価フローの検討一, 寒地技術論文・報告集, vol. 18, pp. 354-358, 2002
- 8) Takeuchi, M: Vertical profile and horizontal increase of drift-snow transportation, J. Glaciol., 26(94), pp. 480-492, 1980
- 9) 武知洋太, 松澤勝, 伊東靖彦, 國分徹哉: 「冬期道路の吹雪障害要因と運転危険度に関する調査(第3報)」, 寒地技術論文・報告集, Vol. 31, 2015
- 10) 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回特集号, pp. 42-64, 1990
- 11) 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, Vol. 26, pp. 45-48, 2010
- 12) 米田和広: 吹雪など視界不良時における交通事故の実態, 月刊交通, 2月号, 2014
- 13) 北海道警察本部交通部交通企画課 交通対策センター:
吹雪など視界不良時における交通事故の実態(平成26年版), 北海道警察HP
(<http://www.police.pref.hokkaido.lg.jp/info/koutuu/fuyumichi/blizzard-h26/blizzard.pdf>), 2014
- 14) 竹内政夫: 冬の視界不良事故について—交通事故統計からみる発生機構—, 北海道の雪氷, No. 33, pp. 34-38, 2014
- 15) 加治屋安彦, 松澤勝, 鈴木武彦, 丹治和博, 永田泰浩: 降雪・吹雪による視程障害条件下のドライバーの運転挙動に関する一考察, 寒地技術論文・報告集 vol. 20, (社)北海道開発技術センター, pp. 325-331, 2004. 10
- 16) 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, pp. 45-48, 2010

RESEARCH ON THE TECHNOLOGY FOR RISK ASSESSMENT OF SNOW STORMS ALONG CONTINUOUS ROAD SIDE

Budget : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Cold-Region Road Engineering Research
Group (Snow and Ice Research Team)

Author : MATSUZAWA Masaru

ITO Yasuhiko

KOKUBU Tetsuya

TAKECHI Hirotaka

Abstract : In snowy cold regions, the installation of blowing-snow control facilities such as highway snowbreak woods and snow fences has been promoted on road sections that are prone to blowing-snow-induced traffic problems. However, current methods for determining snowstorm hazard locations are insufficient for quantitative determination, because the evaluation items and ratings of the current methods are subjective. It is necessary to propose a technology for quantitatively assessing the snowstorm danger throughout a route.

In this study, a survey was conducted using mobile meteorological observations. Based on the survey results, an improvement to a method for assessing the snowstorm danger is proposed that uses the quantitative clarification of the influence of the roadside environment and road structure on visibility hindrance and driving risk during blowing snow. Furthermore, a method of assessing locations at risk of blowing snow that utilizes the results of mobile meteorological observations was examined, and assessment indexes and observation conditions for mobile meteorological observations are proposed.

Key words : blowing snow, blowing-snow risk, visibility hindrance, driving risk, mobile meteorological observation, roadside environment, road structure, snowdrift control for roads.