

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。

そこで、本研究では吹雪による障害の危険要因の定量的な解明のため、視程と沿道環境条件や風向と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た。さらに、移動気象観測結果を活用した吹雪危険度評価手法を検討するため、視程と運転挙動との関係について分析を実施した。

キーワード：吹雪危険度、吹雪、視程障害、吹きだまり、移動気象観測、道路吹雪対策、防雪柵、道路防雪林、道路構造

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¹⁾²⁾、北海道内の国道では通行止めの4割が吹雪に起因する(図1)。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³⁾。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⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

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た。さらに、移動気象観測結果を活用した吹雪危険度評価手法の検討に向け、移動気象観測により取得したデータにより視程と運転挙動との関係について分析を実施した。



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

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点、防雪柵や道路防雪林などの吹雪対策施設の有無)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)。

2.2 移動気象観測車による気象観測

選定した表1に示す路線において、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同乗した調査員が主観的な運転危険度を表2に示す5段階で評価した。

表1 試験フィールドとした路線(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	15.0 - 50.0	盛土、橋梁、防雪柵(吹き払い柵)、家屋
R232	羽幌町 初山別村 遠別町	38.0 - 70.0	盛土・切土、防雪切土、防雪柵(吹き払い柵)、家屋
R238	猿払村 浜頓別村	225.0 - 258.0	盛土・切土、防雪柵(吹き柵・吹きだめ柵)、道路防雪林、家屋
R238	佐呂間町 湧別町 紋別市	55.0 - 90.0	盛土・切土、防雪柵(吹き柵)、道路防雪林、家屋
R243	弟子屈町	57.0 - 87.0	盛土・切土、防雪柵(吹き柵・吹き柵)、道路防雪林、家屋



図3 移動気象観測車(プレマシー)

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明らかとするため数量化 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(%))の2つの

表3 分析対象とした移動気象観測データ

路線	日時	KP	
一般国道231号 石狩市	2012年12月26日	10:49 ~ 16:23	14.7 ~ 41.4
	2013年3月10日	15:15 ~ 18:11	14.2 ~ 51.7
	2014年1月13日	12:48 ~ 16:04	14.3 ~ 51.7
	2014年1月28日	18:26 ~ 22:15	15.0 ~ 52.0
	2014年1月31日	14:44 ~ 17:44	15.0 ~ 52.0
一般国道232号 遠別町・初山別村 羽幌町	2014年3月6日	14:51 ~ 17:48	17.0 ~ 26.0
	2012年12月27日	8:52 ~ 16:05	35.9 ~ 76.5
	2013年2月2日	19:49 ~ 20:26	52.8 ~ 73.0
	2013年2月3日	8:32 ~ 9:32	51.8 ~ 68.5
	2013年2月5日	14:58 ~ 15:34	44.3 ~ 70.4
	2013年2月20日	6:32 ~ 12:51	41.6 ~ 71.2
	2014年1月11日	11:25 ~ 15:22	36.0 ~ 71.4
	2014年1月28日	16:00 ~ 21:01	35.9 ~ 71.4
	2014年1月29日	8:50 ~ 14:11	35.3 ~ 57.5
	2014年1月31日	17:33 ~ 18:52	36.0 ~ 71.4
一般国道238号 湧別町・佐呂間町	2014年2月3日	9:54 ~ 12:43	36.0 ~ 64.4
	2014年3月7日	15:44 ~ 16:43	47.0 ~ 64.0
	2013年2月8日	9:54 ~ 16:51	63.7 ~ 102.3
	2013年3月2日	15:05 ~ 17:23	52.1 ~ 77.3
	2014年2月9日	17:41 ~ 23:27	54.6 ~ 90.2
	2014年2月17日	8:07 ~ 10:55	74.0 ~ 102.0

表4 説明変数及びカテゴリ数と内容

区分	説明変数				
	道路構造	風上側平坦地	風上の樹林帯	家屋・市街地	主風向との角度
0	切土5.0m以上	なし	なし	なし	30°未満
1	切土0~5.0m	10~100m	断続的	断続的	30~60°
2	盛土0~1.0m	100~300m	幅10~30m	幅10~30m	60°以上
3	盛土1.0~3.0m	300m以上	幅30m以上	幅30m以上	—
4	盛土3.0~5.0m	—	—	—	—
5	盛土5.0m以上	—	—	—	—

割合を目的変数に設定した。

分析データは、吹雪時における観測事例が多かった表3に示す3路線での取得データを対象とした。なお、防雪柵や防雪林などの吹雪対策施設が整備された区間は分析対象から除外した。

説明変数には、現状の吹雪危険度⁴⁾の評価での危険・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」の区分を表4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及び運転危険度の調査結果、地図や道路台帳図より整理した。

なお、本報告書の4.2節において、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視程障害発生割合を判断した。

2.3.2 分析結果

表5a)、b)はそれぞれ視程障害発生割合と運転危険度割合を説明変数とした場合における各説明変数の影響度(カテゴリースコア)を分析した結果である。

表5 吹雪視程障害への沿道環境条件の影響（数量化 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(カテゴリ数と内容)	カテゴリスコア	偏相関係数	p値	
視程障害発生割合(%) ※視程障害発生割合(%) = 平均視程200m未満の観測回数 全観測回数	道路構造	0: 切土5.0m以上	-1.015	0.103	3.3 × 10 ⁻⁵
		1: 切土0~5.0m	-0.043		
		2: 盛土0~1.0m	-0.969		
		3: 盛土1.0~3.0m	0.301		
		4: 盛土3.0~5.0m	0.284		
	5: 盛土5.0m以上	1.087			
風上側平坦地	0: なし	1: 10~100m	-0.299	0.096	1.2 × 10 ⁻⁴
		2: 100~300m	-0.336		
		3: 300m以上	0.770		
		4: 300m以上	1.534		
風上の樹林帯	0: なし	1: 断続的	0.105	0.030	2.3 × 10 ⁻¹
		2: 幅10~30m	-0.167		
		3: 幅30m以上	-0.116		
		4: 幅30m以上	-0.441		
家屋・市街地	0: なし	1: 断続的	-0.077	0.035	1.6 × 10 ⁻¹
		2: 幅10~30m	0.005		
		3: 幅30m以上	0.500		
		4: 幅30m以上	0.728		
主風向との角度	0: 30°未満	1: 30~60°	0.806	0.089	3.5 × 10 ⁻⁴
		2: 60°以上	0.279		
		3: 60°以上	-0.680		
定数項			3.179		

b) 【運転危険度割合】

目的変数	説明変数(カテゴリ数と内容)	カテゴリスコア	偏相関係数	p値	
運転危険度が 高くなる割合(%) ※運転危険度が高くなる割合(%) = ランカ以下の観測回数 全観測回数	道路構造	0: 切土5.0m以上	3.619	0.163	4.0 × 10 ⁻¹¹
		1: 切土0~5.0m	4.715		
		2: 盛土0~1.0m	-3.034		
		3: 盛土1.0~3.0m	-0.088		
		4: 盛土3.0~5.0m	-0.043		
	5: 盛土5.0m以上	0.314			
風上側平坦地	0: なし	1: 10~100m	-0.273	0.158	1.6 × 10 ⁻¹⁰
		2: 100~300m	-1.448		
		3: 300m以上	2.356		
		4: 300m以上	4.689		
風上の樹林帯	0: なし	1: 断続的	0.457	0.066	7.9 × 10 ⁻³
		2: 幅10~30m	-0.838		
		3: 幅30m以上	-0.514		
		4: 幅30m以上	-1.818		
家屋・市街地	0: なし	1: 断続的	-0.777	0.143	8.2 × 10 ⁻⁹
		2: 幅10~30m	1.864		
		3: 幅30m以上	4.764		
		4: 幅30m以上	4.764		
主風向との角度	0: 30°未満	1: 30~60°	3.914	0.212	7.7 × 10 ⁻¹⁸
		2: 60°以上	-1.244		
		3: 60°以上	-1.849		
定数項			10.212		

表5a)より、風上側平坦地の長さが100mより長いとカテゴリスコアが増加する傾向にあり、300m以上についてはカテゴリスコアが「1.534」で最も大きい値となった。また、風上側平坦地の長さが100mより長いとカテゴリスコアが「-0.336」から「0.770」に増加しておりスコアの増加幅が大きい傾向が見られる。このことから、長さ100m以上の風上平坦地の存在が視程障害発生に大きく寄与する危険要因であると考えられる。同様に表5b)より、運転危険度が高くなる割合においても風上平坦地の影響は同様の傾向が見られた。

また、風上の樹林帯の幅が大きい区分ほど視程障害発生割合及び運転危険度割合ともにカテゴリスコアが減少する傾向が見られる。このことから、風上の樹林帯の存在は吹雪危険度を改善させる要因であると考えられる。

一方、風上の家屋・市街地のカテゴリスコアについては、幅の長い市街地が存在する程、視程障害発生割合及び運転危険度割合の目的変数に関わらず増加する傾向が見られた。この要因には、郊外部では家屋があまり密集していないことから風が減風せず乱れることによって逆に視程障害が発生してしまうことや、家屋周辺には除雪による堆雪(雪山)が存在することが多くこの堆雪から飛雪が吹き込むことにより視程障害が発生しやすかったことが考えられる。

また、吹雪時の主風向と道路との交差角が小さいほど、視程障害発生割合や運転危険度割合のカテゴリスコアが増加する傾向が見られた。この要因として、吹雪時の主風向が道路に対して平行の区間では、道路上で風速が低下せず視程障害が改善しにくかったことが考えられる。

さらに、道路構造の違いでは、表5a)より切土道路ではカテゴリスコアが小さい傾向が見られ視程障害発生割合が低くなる傾向が見られ、表5b)より切土道路でカテゴリスコアが大きく運転危険度が高くなる傾向が見

られた。切土構造では、盛土道路に比べ道路上で風速が低下し飛雪流量(飛雪粒子が通過する質量)が減少することによって視程障害発生割合が低かったことが考えられる。一方、切土道路では背景が法面上の積雪のみとなり目標物が少なく視程低下時にホワイトアウトとなりやすいことから、運転危険度割合が高かったことが考えられる。

3. 風向を考慮した吹雪危険度の評価

過年度までの研究において、風向を考慮した吹雪危険度評価方法の検討に向け、道路の複数方向からの吹雪の発生状況について実態を把握するため、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を実施した。

その結果、一般国道238号(猿払村)では平成23年度には内陸側、平成24年度には海側からの吹雪視程障害の発生頻度が高いなど、道路の両側から吹雪視程障害が発生している実態などを定量的に把握した⁷⁾。

また、2.3.2項の多変量解析の結果からは、主風向と道路との交差角が小さいほど視程障害が発生しやすい傾向が見られた。

そこで今年度は、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異なる移動気象観測の事例に着目し分析を実施した。

3.1 風向の吹雪視程障害への影響に関する事例分析

3.1.1 分析事例1

風向の異なる吹雪が発生した2013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回観測を実施しておりこれらの観測事例を分析に用いた。

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観測日毎に風上側の平坦地の有無や長さ、家屋・市街地や路側の樹林帯の有無や幅を表6に示す区分で整理した。

図4は、上段が1月26日、下段が2月3日の視程障害

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	○

※○印は観測区間内に該当箇所が存在した沿道環境条件の区分

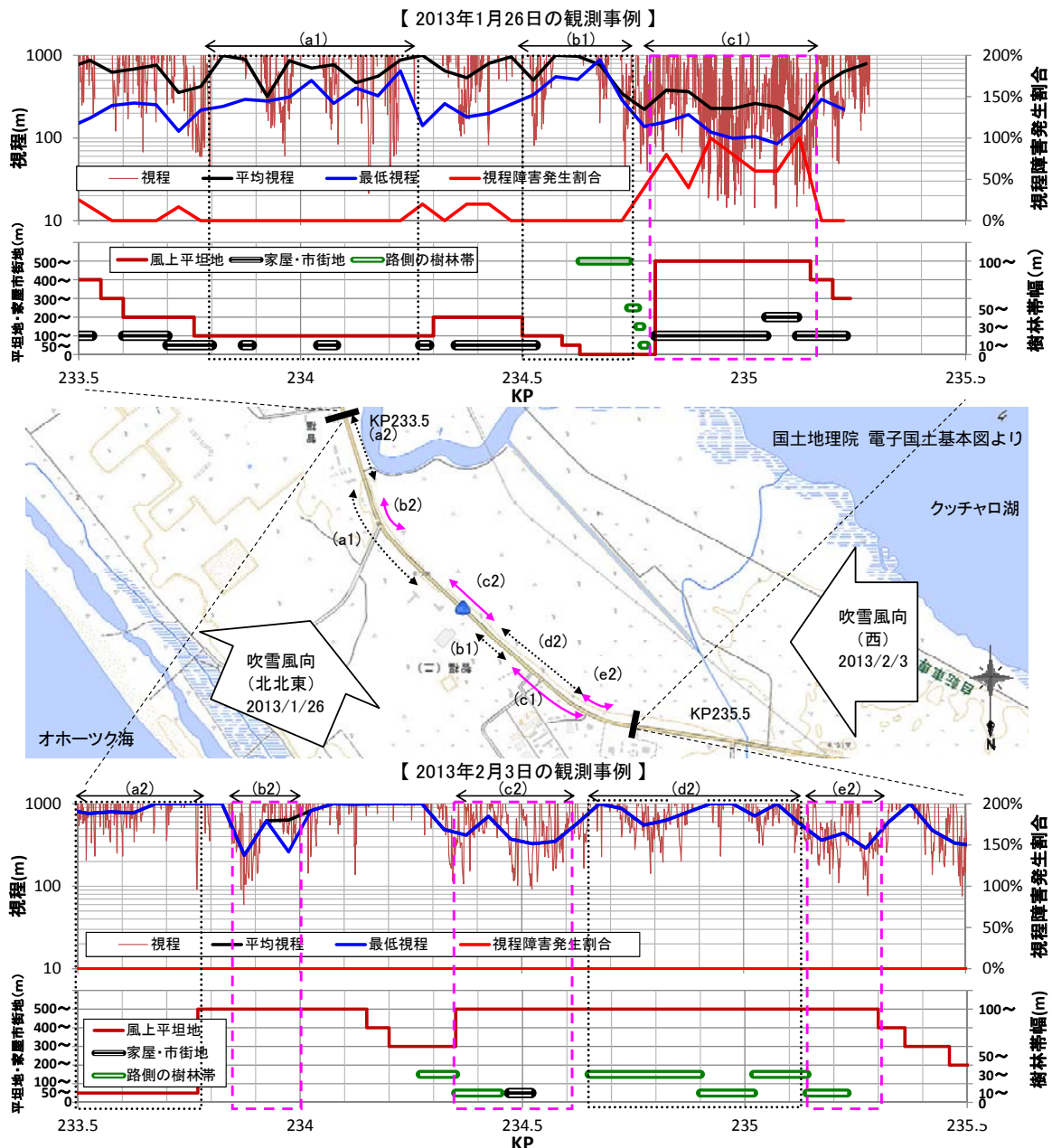


図4 一般国道238号浜頓別町での観測事例

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を下回る非常に厳しい視程障害が発生する区間も見られた。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。

一方、風上平坦地の長さが200m未満であるKP233.8～234.25(a1)、KP234.5～234.75(b1)では視程障害発生割合0%で最低視程が200m以上確保されていた。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の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明らかとなった。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KP233.5～233.75(g)や幅30m以上の樹林帯が路側に存在するKP234.65～235.15(h)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際には風向を考慮し、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。

3.1.2 分析事例2

吹雪が発生した2012年12月26日に一般国道231号(石狩市)のKP27.0-30.0で取得した移動気象観測事例により分析を実施した。12月26日には計6回観測を実施しており、これらの観測事例を分析に用いた。

近傍の道路TM(石狩市八幡)によると12月26日の観

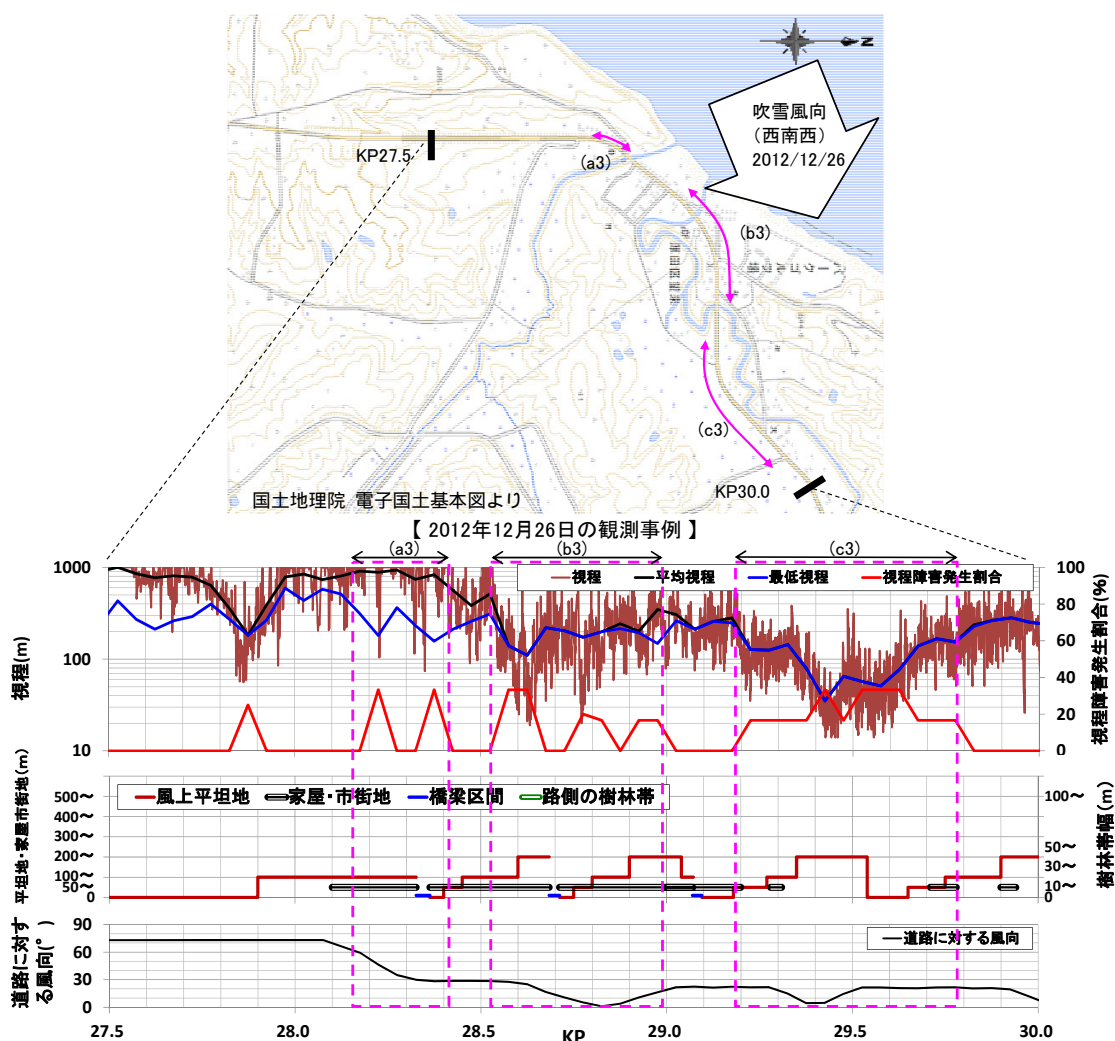


図5 一般国道231号石狩市での観測事例

測時は概ね気温が-8~-9、風向が西南西で風速は8~12m/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や丘陵地が存在する盛土道路で、防雪柵など吹雪対策施設は未整備の区間である。

分析では、3.1.1.項の分析事例1と同様に視程障害発生状況と沿道環境状況を整理した。

図5は、12月26日の観測事例について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。なお、この区間は図5の地図からも分かる通り道路の進行方向が大きく変化しており、道路に対する吹雪の風向が観測中に大きく変化している。このため、道路に対する風向が視程に及ぼす影響を確認するため、観測時の風向と道路との交差角度を整理し図5に併記した。

図5より、KP28.15~28.4(a3)、KP28.55~29.0(b3)、KP29.2~29.8(c3)において最低視程が200mを下回っており、視程障害発生割合が高い傾向が見られた。

この視程障害発生割合が高い箇所の沿道環境条件を確認すると、風上平坦地が200m以上の区間が一部に含まれるなどその他の区間より風上平坦地が長い傾向が見られた。さらに、道路に対する風向を確認すると、風上平坦地の長さなど地形条件に違いがあるものの、道路に対する風向が小さい区間で視程障害が多く発生する傾向が見られた。

2.3節で実施した多変量解析による分析結果においても同様の傾向が得られており、道路に対し吹雪風向が小さい箇所で視程障害が発生しやすいことが考えられる。

4. 路線を通じた連続的な吹雪危険度評価技術の提案

過年度までの研究により、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とが明らかとなった⁷⁾。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、移動気象観測結果などを用いて従来の吹雪危険度評価を補完するような方法を、明確にしていくことが重要である。

また、視程が50m未満に瞬間的に低下するような観測事例において、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)が関与している傾向が見られた⁸⁾。そこで、平成26年度は統計する区間延長を変化させた平均視程と運転挙動との関係について観測事例

より分析を実施した。

4.1 移動気象観測データによる危険箇所の評価指標検討

図6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及び100m、200mとした平均視程、下の図は走行速度、ブレーキ踏力をキロポスト毎に示したものである。

図6より、KP70.15、KP70.3、KP70.6付近の3箇所(破線囲み部)では視程低下によりブレーキ操作による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変化が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上では、概ね評価延長50mの平均視程が適切な指標と考えられる。

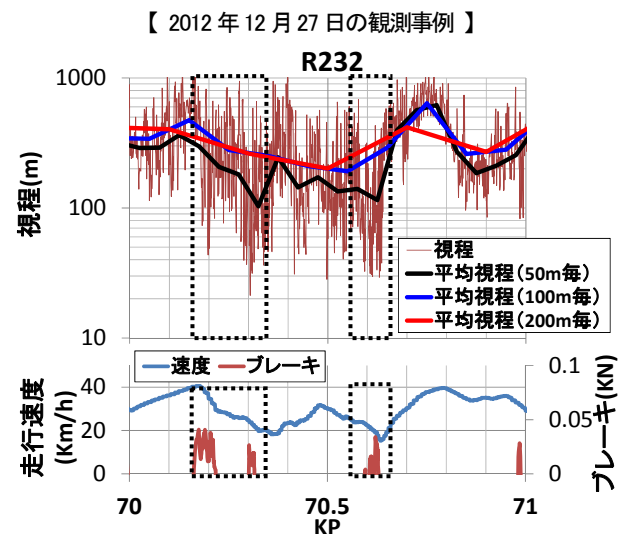


図6 移動気象観測事例(一般国道232号羽幌町)

4.2 吹雪危険度の評価指標と運転挙動の関係

吹雪危険箇所の評価指標に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にすることが必要である。

そこで、その閾値を明らかに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。

4.2.1 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、日中の直線区間での観測データより評価延長 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。

4.2.2 分析結果

図 7 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 8、図 9 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 7 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 8 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 9 より、平均視程が 100～1000m の範囲ではハンドルの標準偏差に大きな違いが見られないが、平均視程が 100m 未満となるとハンドルの標準偏差が大きくなる傾向が見られた。

米田⁹⁾¹⁰⁾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¹¹⁾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¹²⁾による先行研究で確認されている吹

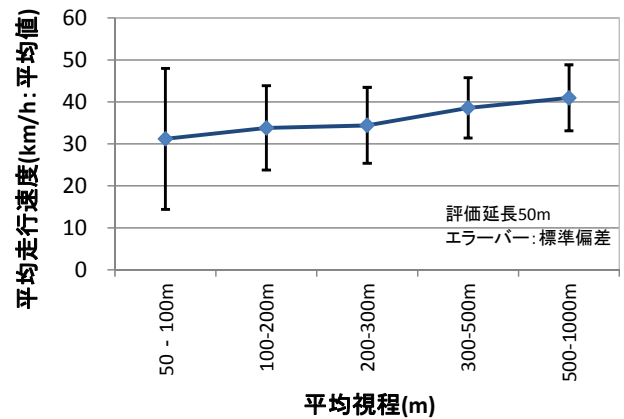


図 7 平均視程と走行速度

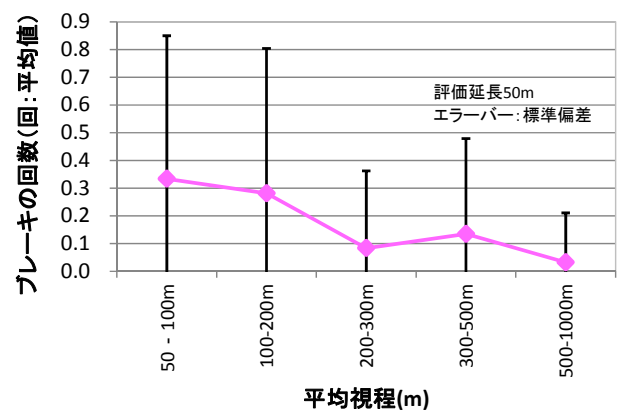


図 8 平均視程とブレーキ回数

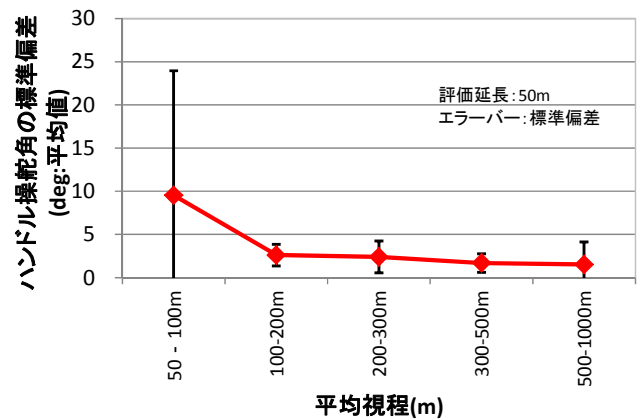


図 9 平均視程とハンドルの標準偏差

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。

5. まとめ

研究着手から4年を経て、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、視程低下に影響する沿道環境条件について、観測事例を基に分析を行った。その結果、視程障害発生に及ぼす沿道環境条件の影響を定量的に把握した。

また、試験フィールドとした路線において視程障害発生に及ぼす風向の影響について移動気象観測事例により確認した。

さらに、移動気象観測結果を活用した吹雪危険度評価技術の検討に向けて、移動気象観測により得られた視程を用いた運転に影響を及ぼすような吹雪危険箇所の評価指標について検討を行い、概ね評価延長50m毎の平均視程が200m未満であることが危険箇所の目安になり得ることを把握した。

研究5年目は、吹雪の風向にも考慮した連続的な危険度評価技術の構築に向けて検討を行っていく予定である。

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, p99-102, 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, p103-106, 2008
- 3) 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), p170-178, 道路保全技術センター, 2009
- 4) 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, p1-3-17~29, p1-4-14~45, 2011
- 5) 竹内政夫: 吹雪とその対策(4), 雪氷, 64巻1号, p97-105, 2002
- 6) 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-, 寒地技術論文・報告集, vol.18, 354-358, 2002
- 7) 土木研究所寒地土木研究所: 平成25年度重点プロジェクト研究報告書-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-, 土木研究所, 2013
- 8) 土木研究所寒地土木研究所: 平成25年度重点プロジェクト研究報告書-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-, 土木研究所, 2014

- 9) 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
- 10) 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
- 11) 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, 34-38, 2014
- 12) 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, p325-331, 2004年10月

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, to quantitatively clarify the snowstorm danger factors as they relate to road traffic, the relationship between visibility and the road environment, including wind direction, was analyzed, and the influence of danger factors on visibility hindrance occurrence was clarified. To examine a method for assessing snowstorm danger based on weather observations performed by a vehicle, the relationship between visibility and driving behaviors was analyzed.

Key words : snowstorm risk, snowstorm, weather observations performed by a vehicle, visibility hindrance, snowdrift, blowing-snow control for roads, snow fences, snowbreak woods, road structure