

7.4 吹雪視程障害に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 18～平 22

担当チーム：寒地道路研究グループ（雪氷）

研究担当者：加治屋安彦、松澤勝、伊東靖彦、
武知洋太、山田毅、松島哲郎、緒
方聡

【要旨】

道路の吹雪対策や道路交通管理に用いられている「視程」は気象学上で定義された視角 0.5° 以上 5° 以下の黒い目標物が見通せる距離¹⁾であり、道路交通管理のための視程とその計測法は十分に確立されていない。吹雪時においてより安全な運転走行を促していくには、道路利用者の視点により近い視程の評価方法を提案し、冬期道路の走りやすさに影響を及ぼす冬期の走行環境情報を提供していくことが必要である。

そこで、道路交通における視程の計測や評価方法の確立に向け、吹雪時の視程と気象状況との関係や道路環境が視程に与える影響、吹雪時の視程を評価する上で必要となる気象データの計測位置について調査を行った。また、リアルタイムに変化する吹雪時の視界状況や路面状況が冬期道路の走りやすさに与えている影響を把握するため、視界や路面状況と走行速度の関係について調査を行った。

キーワード：吹雪、視程、視程障害、視程計測、冬期走行環境、走りやすさ、走行速度

1. はじめに

北海道内の国道においては、吹雪による視程障害が原因で通行止め、多重衝突事故が発生するなど、吹雪を起因にした冬期交通障害が多く発生している。このため、冬期道路においては吹雪時の視程を参考に道路防雪林、防雪柵などの整備、通行規制、情報提供が吹雪視程障害対策として道路管理者によって取り組まれてきている。

世界気象機構（WMO）によると、気象学上の視程の定義は、昼間においては空を背景とした黒ずんだ目標を肉眼で認めることのできる最大距離であり、夜間においては昼間と同じ明るさにしたと仮定した場合に、目標を認めることのできる最大距離と定義されている。近年では、観測者の主観が入るなどの問題や連続的な観測ができないなどの課題から、大気の透過率や反射率から求めた気象光学的距離（MOR）が把握されており、道路においてもこの値を視程として観測が行われている。

このように現在、道路交通管理で用いられてきている「視程」は気象学上で定義されたものが利用されている。しかし、道路に用いられる気象学上の視程は道路利用とは異なる観点で定義されたものである。このため、現状では道路交通管理のための視程とその計測法の定義が十分に確立されていない。

そこで、本研究では道路交通に於ける視程の評価方法

を新たに定義し、総合的かつ定量的に視程障害の厳しさを把握する“吹雪視程障害度”の指標化を行い、安全で効率的な冬期道路管理の実現を図る。

また、冬期道路でのより安全な運転走行を道路利用者へ促していくには、リアルタイムに変化する冬期道路の視界や路面状況を考慮した走りやすさを評価し、走りやすさに対応する冬期道路の走行環境情報を提供することが有効と考えられる。

本報告では研究計画の3年目として、人間が感じる視程と気象状況の関係、気象状況や道路環境の道路利用者が感じる視程への影響、吹雪時の視程に関する気象データの適正な計測位置など視程の計測・評価に関する調査と冬期走行環境と走行速度の関係に関する調査を行ったので、結果を報告する。

2. 吹雪視程の計測・評価に関する調査

吹雪時における視程の計測や評価方法を確立するため、本年度は以下の3つの調査を行った。

- ・吹雪時に人間が感じる視程と気象状況の関係を昨年度実施した屋外被験者実験の結果を基に分析し、視程との相関が高い気象項目について調査を行った。
- ・吹雪映像を用いた屋内被験者実験を行い、道路利用者の感じる視程への影響要因について調査を行った。

・吹雪時の視程を評価する上で必要となる気象データの計測方法を明らかとするため、吹雪時の気象データの観測を行った。

2.1. 吹雪時の視程と気象状況に関する調査

2.1.1. 調査方法

昨年度、冬期屋外において吹雪が発生した2008年2月13日、28日の日中、石狩吹雪実験場（北海道石狩市美登位）にて行った被験者実験の結果を用い気象学上定義された視程と気象状況の関係について分析を行った。

実験に参加した被験者数は各実験日に10名で計20名である。被験者の属性は、性別が男性13名、女性7名で、年齢が20代5名、30代9名、40代3名、50代3名である。



図1 視程板の設置状況

気象学上定義された視程の調査は、気象学上定義される視程の目標物¹⁾に該当する視角 0.5° 以上 5° 以下の黒色の視程板(図1)を用いて行った。調査では、プレハブ小屋より前方10~255mに設置した視程板9枚を被験者5人1組に10秒間視認させ、視認できた枚数から算出した5人の視認距離を平均した値(以下、 V_b (視程板視認距離)とする)を調査毎に把握した。調査は各組20回行った。なお、ドライバーの目線高さを考慮し視程板の設置高は地上からの中心高を概ね1.2~2.5mとした。

また、実験時には視程板の風上近傍で積雪深計(KADEC21-YUKI)、地上高2.1と3.0mで透過型視程計(TZE-2T)、地上高1.0, 2.1, 3.0, 4.0mで飛雪流量測定装置(SPC)を用い、積雪深、視程(以下、 V_m (視程計測値)とする)、飛雪流量を計測した。さらに、SPCで観測した雪粒子の粒径分布から昨年度²⁾同様に雪粒子の投影面積フラックスを算出した。

なお、実験時における計測機器周辺の積雪深は概ね0.5~1.0mであった。

2.1.2. 調査結果

V_b が最大の255m(9枚目)であった場合は真値が不明であるため分析対象から除外した。

図2に、 V_m と V_b の関係を示す。図2より、吹雪視程を映像から評価した昨年度の結果²⁾同様、計測高さによ

らず V_b は V_m に比べ短く、近似曲線から V_m が200mで V_b が130m程度短い傾向が見られた。

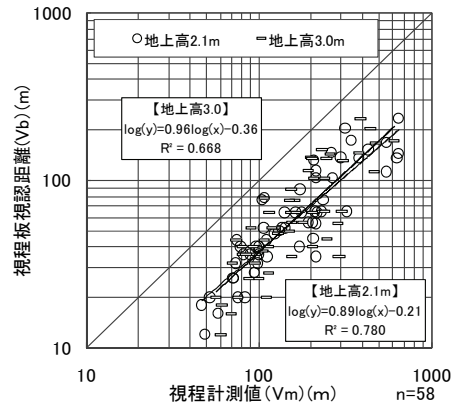


図2 視程板視認距離と視程計測値

次に、昨年度の吹雪映像を用いた調査²⁾において吹雪時の視程と相関が高いことを確認した飛雪流量、雪粒子の投影面積フラックスと V_b との関係について計測高さ別に整理した。(図3、図4、図5、図6)

その結果、 V_b は地上高2.1、3.0mで計測した飛雪流量や雪粒子の投影面積フラックスと相関が高く、近似曲線の相関係数(R)も0.829~0.872と高かった(図3、5)。一方、図4より地上高1.0、4.0mで計測した同様の値との近似曲線では、相関係数が0.447~0.623と低かった(図4、6)。積雪深が0.5~1.0mであることから、道路での

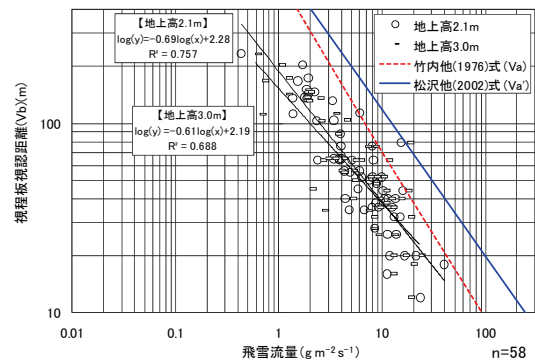


図3 飛雪流量と視程板視認距離(地上高2.1m, 3.0m)

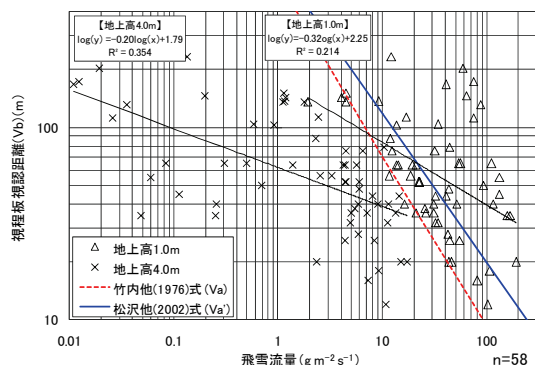


図4 飛雪流量と視程板視認距離(地上高1.0m, 4.0m)

性別が男性 50 名、女性 50 名、年齢が 20 代 25 名、30 代 38 名、40 代 17 名、50 代 11 名、60 代以上 9 名である。

その後、各道路映像の視認距離（以下、 V_r （道路映像視認距離）とする）をランクの中心値を各ランクの代表値とし、平均することで算出した。

なお、実験に用いた道路映像と映像に対応する視程（以下、 V_m （視程計測値）とする）、吹雪風向は、前方散乱型視程計（TZF-4）、風向風速計（KDC-S04）、ビデオカメラを搭載した視程障害移動観測車を用いデータを取得した。実験に用いた道路映像は表 1 に示す 19 種類の映像である。

2.2.2. 調査結果

(1) 気象状況の影響

図 8 は、吹雪風向の違いによる V_m と V_r の関係を示したものである。

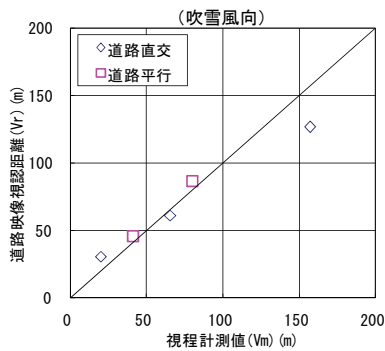


図 8 視程計測値と道路映像視認距離（吹雪方向）
（道路映像 No. 1, 2, 3, 4, 5）

図 8 より、吹雪風向の違いに関わらず V_r は概ね V_m と一致する傾向が見られ、昨年度の結果²⁾同様に吹雪風向の違いによる V_r の違いはあまり見られない。

次に図 9 は、降雪の有無の違いによる V_m と V_r の関係を示したものである。

図 9 より、 V_m が 150m 以上と 50m 未満では降雪の有無に関わらず V_m に V_r は近い傾向が見られる。一方、 V_m が

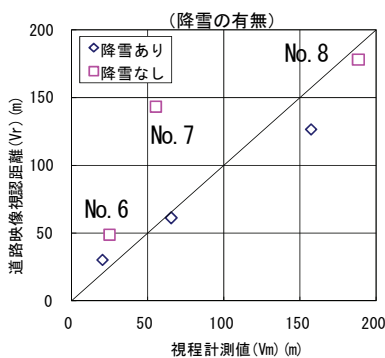


図 9 視程計測値と道路映像視認距離（降雪の有無）
（道路映像 No. 1, 2, 3, 6, 7, 8）

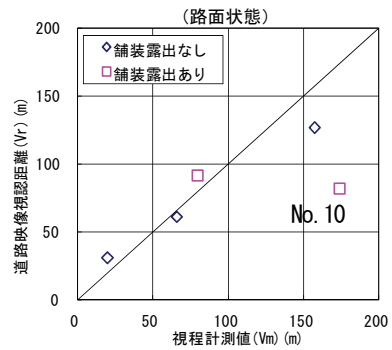


図 10 視程計測値と道路映像視認距離（路面状態）
（道路映像 No. 1, 2, 3, 9, 10）

50m 以上 100m 未満では降雪がない場合、 V_r は V_m より大きい傾向が見られる。降雪のない道路映像のうち V_m が 50m 未満の道路映像 No. 6 では飛雪がドライバーの目線の高さ以上に舞っており（高い地吹雪）、 V_m が 50m 以上の道路映像 No. 7, 8 では飛雪が目線の高さより低い範囲でしか舞っていなかった（低い地吹雪）。

このことから、低い地吹雪の厳しい場合、 V_m の計測高さがドライバーの目線より低かったために道路利用者は V_m より視程を長く感じたと考えられる。

また図 10 は、路面状態の違いによる V_m と V_r の関係を示したものである。

図 10 より、 V_m が 174m の舗装露出あり（道路映像 No. 10）の V_r を除くと、路面状態に関わらず V_r は概ね V_m と一致する傾向が見られる。道路映像 No. 10 の V_r が V_m と一致しない原因としては、他の道路映像に比べ降雪が濃い状況であったことが考えられる。

これらの結果から、吹雪時の視程は気象状況の中では降雪の有無による影響が最も大きいことが考えられる。ただし、調査に用いた道路映像の事例が少ないため、ケースを増やしさらに検証することが必要と考えられる。

(2) 道路環境の影響

図 11 は、沿道家屋の有無の違いによる V_m と V_r の関係

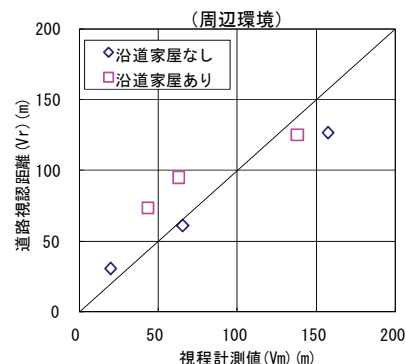


図 11 視程計測値と道路映像視認距離（周辺環境）
（道路映像 No. 1, 2, 3, 11, 12, 13）

を示したものである。

図 11 より、沿道家屋が無い場合の V_r は概ね V_m と一致しているが、 V_m が 100m 未満の厳しい視程障害時には沿道家屋がある場合に V_m より V_r が高い傾向が見られる。

このことから、沿道家屋がある場合には無い場合に比べ V_r を長く、 V_m よりも長く感じる事が考えられる。

次に図 12 は、電柱など沿道施設の有無の違いによる V_m と V_r の関係を示したものである。

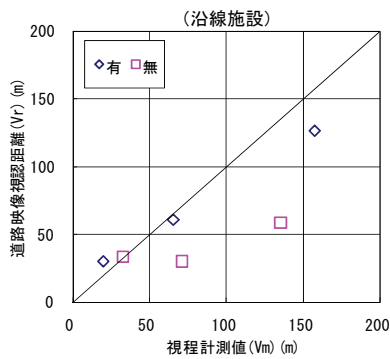


図 12 視程計測値と道路映像視認距離 (沿道施設)
(道路映像 No. 1, 2, 3, 14, 15, 16)

図 12 より、沿道施設がある場合には V_m と V_r が概ね一致しているが、沿道施設が無い場合には V_m に比べ V_r は短い傾向がみられる。このことから、電柱などの沿道施設の有無によって道路利用者の感じる視程は異なり、沿道施設がない場合には V_m より視程を短く感じる事が考えられる。

また図 13 は、時間帯の違いによる V_m と V_r の関係を示したものである。

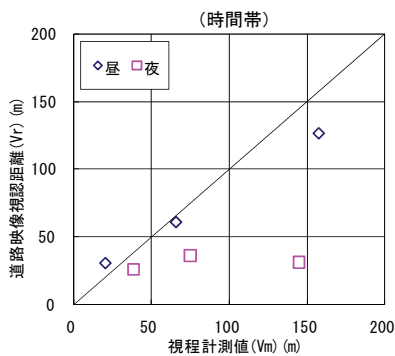


図 13 視程計測値と道路映像視認距離 (時間帯)
(道路映像 No. 1, 2, 3, 17, 18, 19)

図 13 より、昼間の V_r は V_m と概ね一致しているが、夜間には V_m が大きいほど V_m より短い傾向が見られる。このことから、時間帯によって道路利用者の感じる視程は異なり、昼間に比べ夜間では道路利用者が視程を短く感じる事が考えられる。

2.3. 吹雪時の気象データの計測位置に関する調査

2.3.1. 調査方法

吹雪時における道路上の視程を評価する上で必要となる気象データの適切な計測位置を明らかにするため、石狩吹雪実験場の試験道路(片側1車線)及び試験道路の風上側近傍で視程、飛雪流量の計測を1秒間隔で行った。また、観測中は試験道路の風上側路側の雪堤、風上側の計測機器周辺にスノーポールを立て静止画を撮影することで積雪深を把握した。

試験道路での計測位置は、ドライバーの目線に最も近いと考えられる中央分離帯の地上高 1.5m とした。また、試験道路の風上側近傍での計測位置は、計測位置と高さの違いによる試験道路での視程及び飛雪流量との差異について把握するため、試験道路の計測位置から風上側へ 30m 程離れた地上高 1.5m, 2.1m, 3.0m とした。

なお、視程の計測には透過型視程計 (TZE-2T)、飛雪流量の計測には飛雪粒子測定装置 (SPC-S4) を用いた。また、静止画像の撮影には静止画カメラ (KADEC-EYE II) を用いた。

2.3.2. 調査結果

図 14、図 15、図 16 は、厳しい吹雪が発生した平成 21 年 2 月 1 日 14 時-15 時、2 月 21 日 3 時-4 時、2 月 21 日 10 時-11 時の観測データを抽出し、飛雪流量の 1 時間平均値、最低値から飛雪流量と視程の関係式 (式(2))⁴⁾ を用い推定した視程(以下、推定視程とする)を計測位置別に示したものである。

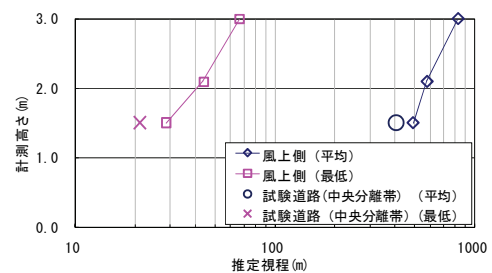


図 14 推定視程と計測位置

(平成 21 年 2 月 1 日 14 時-15 時)

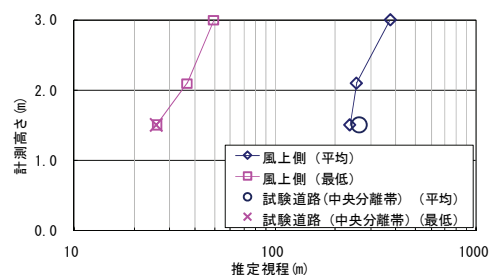


図 15 飛雪流量から推定した視程と計測位置

(平成 21 年 2 月 21 日 3 時-4 時)

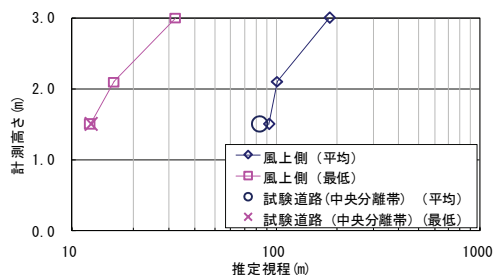


図16 飛雪流量から推定した視程と計測位置
(平成21年2月21日10時-11時)

なお、計測時における試験道路の風上側路側の雪堤高さ、風上側の計測機器周辺の積雪深は表2に示す通りである。また、今回抽出した計測データは試験道路が除雪された状態で計測したものである。

表2 計測時の路側の雪堤と風上側の積雪深

計測日時	路側雪堤	風上側積雪深
2月1日14-15時	40 cm	35 cm
2月21日3-4時	60 cm	60 cm
2月21日10-11時	80 cm	60 cm

図14、図15、図16より、試験道路の地上高1.5mの中央分離帯で計測した推定視程は試験道路の風上の地上高1.5mで計測した推定視程とほぼ一致しており、計測高さが高くなるほど推定視程は大きい傾向が見られる。この傾向は、推定視程の平均値、最低値に関わらず同様である。

この計測結果を踏まえると、道路上の視程を計測するには、道路の風上側近傍、地上高1.5mで計測することが最も良いと考えられる。ただし、計測箇所の積雪深によっては計測機器が埋もれてしまう可能性がある。その場合には「2.1 吹雪時の視程と気象状況の関係に関する調査」の結果を踏まえると積雪面上1.0-2.5m程度で計測することが妥当と考えられる。

ただし、各計測日の試験道路風上側の積雪深と道路雪堤は概ね一致していたため、路側雪堤が風上側の積雪深と大きく異なる場合には傾向が異なる可能性がある。

2.4. 調査結果から考えられる吹雪時における視程の計測方法

本研究で行った調査から、以下の知見が得られた。

- 透過型視程計で観測される視程計測値と吹雪時に被験者が感じる視程板の視認距離には差異があり、吹雪時の地上高2.1mで観測した視程計測値が200mでは視程板の視認距離を概ね130m短く感じている。
- 吹雪時に被験者が感じる視程板の視認距離と地上高2.1m、3.0mで観測した飛雪流量、雪粒子の投影面積フラックスの関係については、飛雪流量や雪粒子の投影面積フラックスが大きい程、視程板の視認距離

が低下する傾向が見られ、高い相関が見られる。

- 視程計測値と視程板視認距離の相関係数と飛雪流量や投影面積フラックスと視程板視認距離の相関係数は概ね等しい結果が得られた。
- 吹雪時に走行中の道路映像を基に評価した被験者の感じる視認距離は気象条件では降雪の有無、道路環境では電柱などの沿道施設の有無、時間帯の違いによる影響が大きい傾向が見られる。

最初に述べたように、現在道路の視程障害の監視や評価には、一般に光学式視程計が用いられているが、国内では視程計の具体的な設置方法については定められていない。

そこで、本研究の結果を踏まえ吹雪時における視程評価に向けた計測方法について検討をおこなった。吹雪時に評価した被験者の視程板の視認距離は視程計測値、飛雪流量及び雪粒子の投影面積フラックスとの相関が高く、各々の要素間の相関係数に大きな違いが無かった。このことから、道路利用者の感じる吹雪時の視程評価に必要な計測項目については視程計測値、飛雪流量、雪粒子の投影面積フラックスのいずれかが必要と考えられる。

また、除雪した試験道路上の視程はその風上近傍の地上高1.5mの計測値と概ね一致する傾向がみられたことから、吹雪視程に関する気象データの計測は道路の可能な限り風上近傍、地上高さ1.5mで行うことが妥当と考えられる。ただし、積雪が多い地域では計測機器が積雪に埋もれる恐れがあることから積雪深が多い地域では雪面上1.0-2.5m程度の高さで計測することが良いと考えられる。

3. 冬期走行環境と走行速度の関係調査

3.1. 調査方法

本調査では、冬期道路の走行速度とそれに対応する冬期道路の視界や路面状況を調査し、吹雪時の視程や冬期路面の状況の違いによる走行速度の変化について分析を行った。

3.1.1. 走行速度の計測

走行速度の計測には、北海道開発局が一般国道の交通量把握のため設置している交通量常時観測装置を利用し行った。

5分インターバルで5分間に通過した車両の平均走行速度を観測した。観測期間は平成21年1月22日～平成21年2月31日までとした。

吹雪時の視程や冬期路面の違いによる走行速度への影響は、道路の平面線形、縦断線形の違いによって異なることが考えられる。このため、走行速度の観測箇所につい

表 3 観測箇所と観測箇所の道路線形

観測箇所				平面線形			縦断線形
				観測箇所	手前	通過後	観測箇所
日高	国道237号 KP120.700付近	日高町	上り	∞	直線区間(手前300mから)	直線区間	-1.70%
			下り		直線区間	直線区間(手前300mから)	1.70%
寒別	国道276号 KP30.300付近	倶知安町	上り	∞	直線区間	直線区間	0.42%
			下り		直線区間	直線区間	-0.42%
厚田	国道231号 KP 39.010付近	石狩市	上り	∞	R300(60m手前)	R300(70m手前)	3.38~0%
			下り		R300(70m手前)	R300(60m手前)	-3.38~0%
ルクシ峠	国道333号 KP 88.600付近	佐呂間町	上り	∞	サロマトンネル(60m手前)	R140(150m手前)	-5.20%
			下り		R140(150m手前)	サロマトンネル(60m手前)	5.20%
稲里	国道274号 KP 84.700付近	むかわ町	上り	∞	R150(5m手前)	R250(30m手前)	0.20%
			下り		R250(30m手前)	R150(5m手前)	-0.20%
早来	国道234号 KP 47.000付近	安平町	上り	600	R600(130m手前)	R600(170m手前)	-0.40%
			下り		R600(170m手前)	R600(130m手前)	0.40%
中越	国道273号 KP 3.300付近	上川町	上り	∞	直線区間	R400(50m手前)	-1.40%
			下り		R400(50m手前)	直線区間	1.40%
喜茂別	国道230号 KP129.100付近	喜茂別町	上り	R1200	R1200(50m先まで)→直線	直線区間(400m手前から)	0%
			下り		直線区間(400m手前から)	R1200(50m先まで)→直線	0%

ては道路の平面線形、縦断線形が異なる8箇所で行うこととした。観測箇所とその道路線形は表3に示す通りである。

3.1.2 視界及び路面状況の把握

走行速度の観測を行った交通量常時観測装置8箇所の観測時における視界や路面状況を把握するため、交通量常時観測装置近傍の路側には静止画カメラ(KADEC-EYE II)を設置し道路上の画像を10分毎に撮影した。

その後、10分毎に撮影した静止画像を基に視界状況、路面状況を判別した。路面状況の判別については「乾燥」「湿潤」「シャーベット」「積雪」「凍結」の5分類で行った。視界状況の判別については「1000m以上」「500m以上1000未満」「200m以上500m未満」「100m以上200m未満」「100m未満」の5分類で行った。

3.1.3 視界・路面状況と走行速度の関係分析の方法

観測した走行速度と静止画像から把握した視界状況及び静止画像を対応させ、各視界、路面状況における走行速度の平均値を整理した。その後、視界状況が「1000m以上」、路面状況が「乾燥」の場合の平均速度を100%とし、この状況での平均速度に対する各視界、路面状況での平均速度の割合を整理することで冬期の視界や路面状況の走行速度への影響について分析した。

なお、「厚田」「中越」「喜茂別」の夜間については計測箇所に道路照明が存在しないため、静止画像から視界、路面状況を判別できないため整理対象から除外した。

3.1.4 研究結果

図17は、計測した8箇所の視界状況が「1000m以上」で路面状況が「乾燥」における平均走行速度に対する各視界、路面状況での平均走行速度の割合をマトリクス表に整理したものである。

図17(a)(b)より、平面線形が直線区間である「寒別」「日高」では、視界状況が同程度の場合においては、路面状態がシャーベット、積雪路面で乾燥路面からの走行

速度の低下割合が大きい傾向があった。また、凍結路面での速度の低下割合は、シャーベット、積雪路面に比べると小さかった。

一方、図17(c)(d)(e)(f)(g)(h)より観測箇所又はその前後がカーブ区間である「厚田」「ルクシ峠」「早来」「稲里」「中越」「喜茂別」では、視界状況が同程度の場合においては路面状況が凍結路面においてもシャーベット、積雪路面と概ね同程度、乾燥路面から走行速度の低下が見られた。

観測箇所やその前後区間が直線区間、カーブ区間に関わらずシャーベット、積雪路面では走行速度が乾燥路面に比べ低下していることから、シャーベット、積雪路面では路面上の積雪そのものが走行性を低下させていると考えられる。一方、凍結路面については走行中に制動を加える必要が高いカーブ区間で乾燥路面からの走行速度の低下が見られ、制動を加える必要があまりない直線区間では走行速度の低下が見られなかったと考えられる。

さらに、カーブ区間の中で視界状況が1000m以上と良好の場合には、「厚田」「ルクシ峠」での走行速度の低下が「早来」「稲里」「中越」「喜茂別」に比べて大きい傾向が見られる。これは、観測箇所またはその前後の縦断勾配が比較的大きいことが原因として考えられる。

次に、視界状況の走行速度の影響については、図17(b)(d)(f)より、(b)「日高」(d)「ルクシ峠」(f)「早来」では路面状況が同じ場合には視界状況が1000m以上に比べ500-1000m、200-500mの方が走行速度の低下割合が大きい傾向が見られた。一方、図17(a)(c)(e)(g)(h)より、(a)「寒別」(c)「厚田」(e)「稲里」(g)「中越」(h)「喜茂別」では路面状態が同じであっても多くの路面状態で視界状況の悪化に伴う速度低下がほとんど見られなかった。

このように、道路線形が同じ箇所であっても視界状況の悪化による走行速度への影響に違いが見られた。この

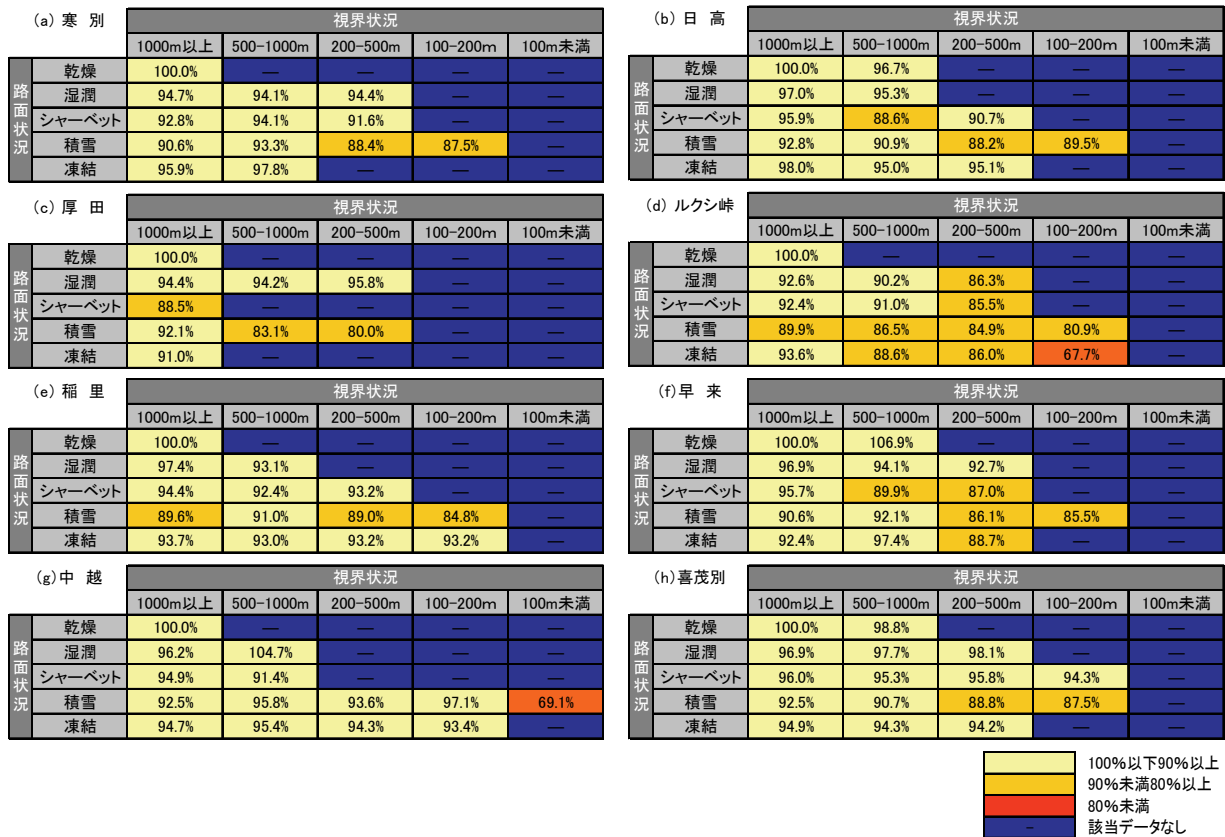


図 17 視界・路面状況と走行速度の関係

原因については、沿道環境など道路の背景に影響する要因や交通量などが考えられる。さらに、調査事例を増やし視界状況の影響については検証していきたい。

4. 今後の課題

この後は、道路交通管理に適した視程の評価方法の提案にむけ、視程への影響が大きいことが確認された降雪の有無、電柱など沿道施設の有無、時間帯の違いによる視程の変化について着目し調査を進めていく予定である。

さらに、冬期走行環境情報の提供に向けては本年度把握した視界や路面状況と走行速度の関係を基に、走りやすさに関する指標を検討していく予定である。

参考文献

- 1) 気象庁：地上気象観測指針，(財)気象業務支援センター，2002
- 2) Masaru Matsuzawa, Hiroataka Takechi, Yasuhiko Kajiya, Yasuhiko Ito and Mitsunori Igarashi：How Drivers Perceive Visibility in Blowing Snow: Human Subject Experiments on Visibility by Viewing Videos of Blowing Snow, The 88th TRB Annual Meeting (CD-ROM), 2009
- 3) 竹内政夫, 福沢義文:吹雪時における光の減衰と視程, 雪氷,38,165-170,1967
- 4) 松沢勝, 竹内政夫, 小林利章:吹雪時の道路上における視程と高さの関係, 北海道の雪氷,21,46-49,2002

STUDY ON SNOWSTORM-INDUCED POOR VISIBILITY

Abstract : The term *visibility*, as used in highway snowstorm countermeasures and road traffic management, refers to the meteorologically defined distance at which a black object can be distinguished from visual angles of between 0.5 and 5 degrees. The nature of visibility and methods for its measurement in road traffic management have not yet been sufficiently established. To promote safer driving during snowstorms, it is necessary to present a method of evaluating visibility closer to the viewpoint of road users and to provide environment information that facilitates driving on winter roads.

To establish methods for the measurement and evaluation of visibility in road traffic, a study was conducted on the relationship between visibility and weather conditions during snowstorms, the effects of road environments on visibility and the positioning of measurement for the weather data needed to evaluate visibility during snowstorms. The relationship between visibility/road surface conditions and driving speed was also studied to clarify the influences of these factors (which change in real time during snowstorms) on the ease of driving on winter roads.

Key words : snowstorm, visibility, poor visibility, visibility measurement, winter driving environment, ease of driving, driving speed