

追従挙動分析による潜在的危険性評価に関する研究*

A study on the evaluation of potential danger by the vehicle movement data*

浜岡秀勝**・横井宏行***・清水浩志郎****

By Hidekatsu HAMAOKA**・Hiroyuki YOKOI***・Koshiro SHIMIZU****

1. はじめに

積雪寒冷地では道路環境の悪化に伴う、運転挙動の変化が想定される。例えば走行速度の低下や車間距離の増大などが存在し、これらはドライバーの危険意識の増大に起因している。これまでに、積雪寒冷地における運転挙動に関する研究¹⁾²⁾として、衝突危険性評価の期間別・地点別比較が行われている。その結果、降雪期における安全性の向上、道路規格・道路線形別比較による降雪の影響、及び規格別の道路管理方法が明らかとなった。しかし、これらの危険性評価指標では定時的な評価にとどまっており、顕在化した危険性が対象となる。交通流の安全性をより精緻にとらえるためには顕在化した危険性の把握だけでなく、潜在的な危険性の把握も必要と考えられる。

対策面に着目すると、融雪剤やロードヒーティング、防雪策の設置など様々な冬期対策が行われたが、対象が不規則な気候変化であり、対策費用も高額なため、無雪期と同様の利便性を確保するには至っていない。また、降雪期のみを対象とした道路整備では、無雪期における危険走行を誘発するとも考えられ、気候の変化に柔軟な道路環境の提供が必要である。この様なニーズに対応する手段として AHS を利用した道路基盤の整備が注目されている。これらの実現のためにはドライバーに対する適応性の確保や寒冷地型情報通信技術とともに、無雪期と降雪期での挙動変化を明確に把握する必要がある。そこで本研究では潜在的危険性に着目し、期間別・地点別の危険性評価・運転挙動把握を目的としている。

* キーワーズ：積雪寒冷地，交通挙動，安全性評価

** 正会員 博(工) 秋田大学土木環境工学科
(秋田市手形学園町 1-1、Tel:018-889-2974
e-mail: hamaoka@ce.akita-u.ac.jp)

*** 正会員 建設技術研究所

**** フェロー 工博 秋田大学土木環境工学科

2. 使用データの概要

本研究の分析では平成 14 年 12 月に行われた調査データ²⁾を用いた。データ概要を表 1 に示す。なお、国道 2 車線においては平成 13 年のデータ¹⁾である。

表 1 データの概要

	国道13号線 秋田市(直線 国道2車線)		国道101号線 天王町(カーブ 国道2車線)		国道13号線 六郷町(直線 国道1車線)		県道41号線 秋田市(直線 県道2車線)	
	無雪期	降雪期	無雪期	降雪期	無雪期	降雪期	無雪期	降雪期
	日時	2001 11/22	2002 1/29	2003 12/3	2002 12/13	2002 12/6	2002 12/26	2002 12/3
交通量(台)	1034	662	1442	970	883	768	1596	1226

3. 潜在的危険性の表現方法について

過去の研究¹⁾²⁾では、衝突距離を用いて無・降雪期における危険性評価を行っている。衝突距離では安全走行時に正の値、危険走行時に負の値が算出される。また、先行車両の速度が後続車両よりも高い場合を相対速度正、低い場合を相対速度負と定義する。また、相対速度正で車間距離の増大、相対速度負で車間距離の短縮となる。ここで、衝突距離正・相対速度負の走行状態が有する意味は、安全走行時における車間距離の短縮である。この場合、将来的には危険走行に移行すると言える。このように、本研究では衝突距離と相対速度の組み合わせにより潜在的危険性を表現した。表 2 に潜在的危険性分類が保有する意味を示す。以降、衝突距離正を衝正、衝突距離負を衝負と略す。

表 2 潜在的危険性の分類

衝突距離	相対速度	分類の持つ意味
正	正	安全性は確保しているが円滑性が失われる。
正	負	安全性は確保し、車間は減少、潜在的危険性を含む。
正	0	安全な走行状態にあり、一定車間を維持。
負	正	危険走行状態で車間を増大。安全性が回復。
負	負	危険走行状態で車間が縮小。危険性が増大。
負	0	危険な走行状態を維持。

4. 潜在的危険性の構成割合

図1、図2に無・降雪期における衝突距離と相対速度の分布と、割合を示した。また、図中の分割線は衝突距離0m、相対速度0km/hを示したものである。右下が衝正相正、左下が衝正相負、右上が衝負相正、左上が衝負相負を表している。ここで、5%以上の存在範囲において期間別比較を行ったところ、衝突距離の正方向への移行や、相対速度分布の縮小が降雪期において確認された。これは、路面悪化に伴う危険意識の向上や、急激な速度変化への警戒がドライバーに働いた結果と考えられる。次に、潜在的危険性の構成割合に着目し、図1と図2を比較したところ、降雪期における衝正相正の増加、衝正相負の増加、衝負相正の減少が2つの図から見て取れる。これらの原因は降雪期における走行形態の安全化で説明できる。しかし、衝負相負では存在割合に明確な差が生じていない。よって、真に危険な走行を行う車両においては期間別の差異が存在しないと云える。

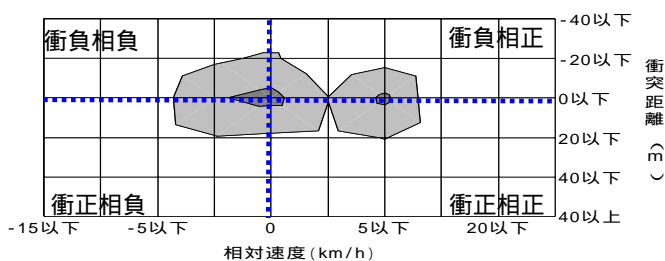


図1 無雪期における衝突距離と相対速度の分布

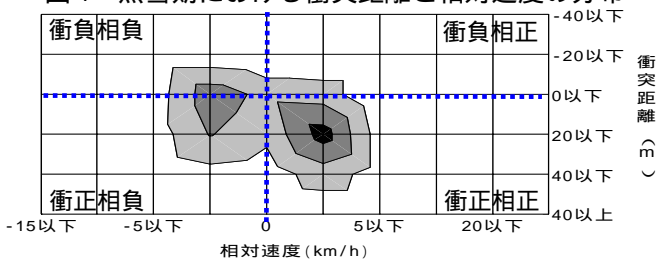


図2 降雪期における衝突距離と相対速度の分布

5. 速度と車間距離の相関

ドライバーの危険認識に影響を与える挙動要因として車間距離・走行速度・相対速度などがある。特に車間距離と速度はドライバーの危険意識を形成する情報と考えられる。過去の研究により、降雪期に

おいて無雪期よりも低速な走行形態が確認された。しかし、車間距離の期間別変化は明確なものではなく、降雪期における車間距離の増大と言う仮説に十分な説明に至っていないと考えられる。

ここで、車間距離は速度に比例するという仮説を加え、車間距離と速度の関係を期間別に確認した。図3は4地点のデータを統合し、車間距離と速度の相関図を期間別に示したものである。速度と車間距離の相関に着目すると、速度の増加に伴い車間距離の上限が増加している。高速度で車間距離が短い車両も存在し、車間距離の下限には個人差が多く含まれていると考えられるが、高速走行時には長い車間距離が必要とされる傾向は現れた。次に期間別に着目すると、同程度の速度域における車間距離の上限が無雪期よりも降雪期で長い結果となった。よって、降雪期では車間距離が増大する傾向にあると考えられる。

これらを踏まえると、速度の増加による車間距離の増大が無雪期とも存在すると言える。また、同程度の速度域においては降雪期の車間距離が増大する結果が生じた。一般に降雪期における走行速度は低いため、車間距離が減少し、無・降雪期における車間距離に明確な差が確認されなかったと考えられる。

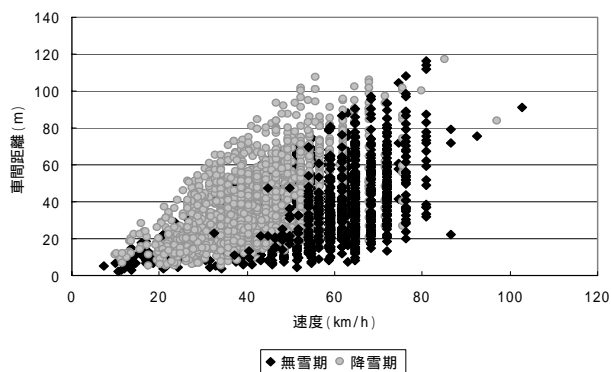


図3 無・降雪期における速度と車間距離の相関図

6. 潜在的危険性評価指標の導入

本研究では潜在的危険性の定量的評価指標として潜在時間を提案した。潜在時間とは追従相互車両が速度変化を行わないと仮定した時、車両間の衝突距離が0mに到達するまでの時間、又は到達後に経過した時間である。衝突距離をL、相対速度をVとし

たとき潜在時間 T は $T = |L/V|$ で算出される。例えば、衝正相負における潜在時間は安全走行から危険走行に変移するまでに要する時間であり、この時間が短いほど潜在的危険性が高いと考えられる。各分類における潜在時間の意味を表 3 に示す。

表 3 潜在時間の意味付け

衝正相正	安全走行状態に至った後、車間距離を拡大し続けた時間
衝正相負	安全走行状態において危険性が生じるまでに要する時間
衝負相正	危険走行状態において安全性を確保するまでに要する時間
衝負相負	危険走行状態に至った後、車間距離を縮小し続けた時間

7. 潜在時間による潜在的危険性評価

ここでは、衝正相正・衝正相負・衝負相負における潜在的危険性の期間別比較と、降雪による潜在時間変化率の地点比較を行う。

(1) 衝正相正における潜在時間の比較

図 4 に衝正相正における平均潜在時間と冬期における増加率を示す。期間別の平均潜在時間に着目すると、全地点で降雪期における潜在時間の増加が確認された。これは、路面環境悪化に伴い、ドライバーの危険意識が向上した結果と考えられる。降雪期における潜在時間の変化率では、国道 1 車線での大きな増加率が見て取れる。1 車線道路では交通容量の低下や、追い越し走行の難化により、降雪の影響が他の地点よりも大きく、より慎重な走行形態が取られたと考えられる。

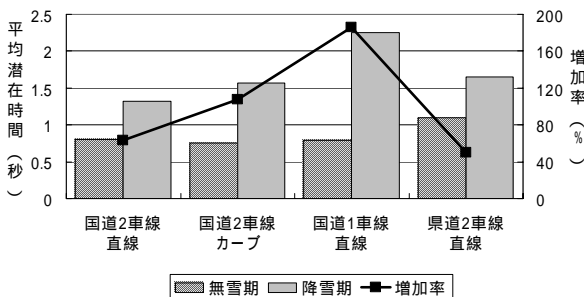


図 4 潜在時間の期間別平均と増加率

(2) 衝正相負における潜在時間の比較

図 5 に衝正相負における平均潜在時間と潜在時間の増加率を示す。降雪期の平均潜在時間においては全地点で増加が確認できる。よって、降雪期におい

ては危険性を有するまでの時間が長く、危険性回避への時間的余裕があると言える。冬期における潜在時間の増加率に着目すると、国道 1 車線で大きな増加が見られた。国道 1 車線では他地点よりも交通容量が小さく、追い越し走行が困難であるため、降雪による影響が大きいと考えられる。

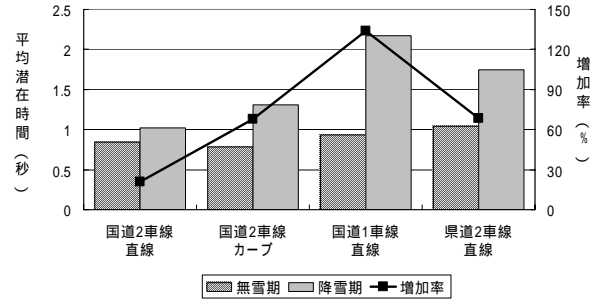


図 5 潜在時間の期間別平均と増加率

(3) 衝負相正における潜在時間の比較

図 6 は衝負相正における平均潜在時間と減少率である。衝負相正は危険走行状態において車間距離の確保を行っている状態であり、潜在時間は安全性を回復するまでに要する時間を表す。図 6 より、全地点においての潜在時間の減少が確認された。よって、冬期においては夏期よりも短時間で安全性を回復する走行状態にあると言え、潜在的危険性は低いと考えられる。また、減少率を地点別に比較するとカーブ地点の減少率が大きく、冬期において危険走行時に安全性の回復が速やかに行われると言える。一般に冬期カーブ地点では進入の際に十分な減速を行うと言われる。それが、カーブ地点で冬期における潜在時間の変化率を減少させたと考えられる。

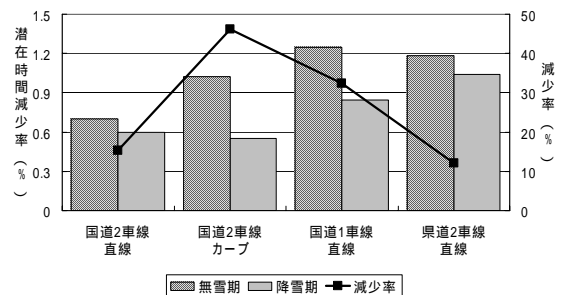


図 6 潜在時間の期間別比較と減少率

(4) 衝負相負における潜在時間の比較

図 7 は衝負相負における平均潜在時間の期間別変

化である。ここでは、期間別の変化に差が見られなかった。よって、降雪期では無雪期よりも安全な走行が行われるが、真に危険な走行を行うドライバーは降雪による影響が少ないと考えられる。

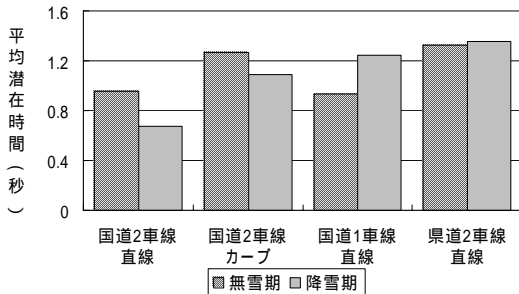


図7 潜在時間の期間別平均

8. まとめ

本研究では潜在的危険性に着目した車両挙動把握と、特異車群における車群特性把握を行った。

ここで、調査地点での追従走行車両において潜在的危険性分類の構成割合を季節別に比較した。その結果、衝正相正・衝正相負における存在割合が降雪期で増加、衝負相正の存在割合は降雪期で減少することが明らかとなった。これは、降雪期における走行形態の安全化に起因したと考えられる。しかし、衝負相負においては存在割合に季節別差異が確認されず、降雪期には潜在的危険性の両極化が確認された。

次に潜在的危険性分類に基づいた車間距離比較を、地点別・期間別に行った。潜在的危険性別比較では衝正相正・相負相正で衝正相負・衝負相負より車間距離が短いことが明らかとなった。相対速度正の車両は比較的車間距離が短いため危険意識が高まり、速度調整による車間距離の拡大を希望したと考えられる。逆に、相対速度負の車両は比較的最長い車間を確保していたため、車間距離の短縮を行ったと考えられる。また、潜在時間を用いて潜在的危険性の期間別評価を行った。この結果、衝正相正では降雪期において潜在時間の増加が確認された。また、衝正相負では降雪期における増加、衝負相正では降雪期における減少が確認され、これらは降雪期における危険意識の向上に起因する結果であった。しかし、衝負相負においては潜在時間に期間別差異が少なく、

降雪期における潜在的危険性の両極化が明らかとなった。

9. 今後の課題

本研究では潜在的危険性に着目した車両挙動把握を行った。しかし、用いたデータの中に加速度が含まれておらず、積雪寒冷地における加速度を考慮した詳細な車両挙動把握が必要と考えられる。また、追従相互車両における時系列データの取得により、降雪期における車両相互間の挙動把握の必要性も挙げられる。このような、より詳細な車両挙動分析と追従モデルの構築、更にはドライバーの心理要因に着目した反応特性の詳細把握などを経ての寒冷地における AHS の開発が重要と考えられる。

参考文献

- (1) 成瀬研治、菅本倫志、浜岡秀勝、清水浩志郎：積雪寒冷地での交通挙動に着目した交通安全性の評価に関する研究、土木計画学研究・講演集、No.26、CDROM、2002
- (2) 浜岡秀勝、佐藤弘治、清水浩志郎：積雪期における道路規格別の安全性評価に関する研究、土木計画学研究・講演集、No.28、CDROM、2003
- (3) 元田良孝：錯綜手法に関する研究の概観、交通工学 Vol. 27, No. 2, pp35-45, 1992
- (4) 石田高志・内山久雄・中村誠・野中康弘：高速道路単路部における追従挙動分析、土木学会題 55 回年次学術講演会, pp435-436, CD-ROM, 2000
- (5) 若林拓史・蓮花一己・河本裕子・大石理・野田勝：交通コンフリクトの主観分類と定量的評価を組み合わせた交通安全対策の効果分析と課題、第 24 回土木計画学研究発表会講演集, CD-ROM, 2001
- (6) 飯田恭敬・宇野伸宏・井坪慎二・菅沼真澄：織込み部におけるコンフリクト分析と車線変更モデル化、第 24 回土木計画学研究発表会講演集, 2001
- (7) 吾田洋一・浅野基樹・中辻隆：RTKGPS を使用した夏期と冬期の追従実験の解析、北海道開発土木研究所月報, No595, pp17-28, 2002
- (8) 金子学・加治屋安彦・福澤義文：冬期道路とヒューマン・ファクターに関する研究 - 障害物回避行動に関する被験者実験 -, 土木学会題 55 回年次学術講演会, CD-ROM, 2000
- (9) 近江隆洋・下条晃裕・浅野基樹積：雪寒冷地域における高速道路の追従走行の特性、土木学会題 55 回年次学術講演会, pp435-436, CD-ROM, 2000