

スウェーデンの冬期道路マネジメント・モデル「ウインター・モデル」について（その3）

文献名「冬期の自動車事故危険度の変動」

寒地交通チーム

はじめに

ここで紹介する「冬期の自動車事故危険度の変動」は、交通機能や交通安全などの道路利用者へ直接影響する項目以外に経済や環境への影響も含め、貨幣価値へ換算して総合的に最適化するという視点で、冬期道路管理を評価しようとするスウェーデンの冬期道路管理(特に路面管理)に関するマネジメント・モデル「ウインター・モデル」に包含されるサブ・モデル「事故危険度モデル」の拡張を論じたものであり、2006年3月イタリアのトリノで開催された第12回 PIARC 冬期道路トリノ大会で発表された4編の論文の内の一つで

ある。

「ウインター・モデル」についての論文は、3月号(寒地土木研究所月報 No.646、2007年3月)¹⁾に、また、「冬期道路コンディション・モデル」については4月号(寒地土木研究所月報 No.647、2007年4月)²⁾に紹介したが、本号では引き続き標記論文を翻訳し紹介するものである。

以前紹介した2論文同様、翻訳は筆者が行っているので浅学なため誤訳等の可能性もあることをお含み置きいただきたい。

残りの1編についても次号以降に紹介する予定である。

文献

冬期の自動車事故危険度の変動

アンナ・ベルクストローム

スウェーデン道路交通研究所(VTI)

要旨

初冬期と終冬期は厳冬期に比べて、雪氷路面での交通事故の危険度が大きい。この結果は、スウェーデンにおいて、4年間の路面状態の目視観測と冬期交通事故データから得られたものである。本研究の目的は、雪氷路面における交通事故の危険度が一冬に渡ってどのように変化するかを把握することである。そのため、冬期を「初冬期」「厳冬期」「終冬期」の3つの期間に分割した。それぞれの期間における事故率を算出し「厳冬期」と比較した。ここで、事故率(交通事故の危険度)は事故件数を走行台距離で割った数と定義し、事故は警察が所有している1993/94から1996/97までの冬期間においてスウェーデンの国道で発生した事故で、野生動物との衝突を除いたものである。事故率は、警察から報告された5つの異なる路面状態ごとに算出した。路面状態は、①乾燥した舗装露出状態、②湿りまたは

湿潤で舗装露出状態、③圧雪または厚氷状態、④ブラック・アイスか白露の状態、⑤緩い圧雪またはシャーベットの状態であり、後者の3つが雪氷状態である。各路面状態における走行台距離は、路面状態を観測するための目視観測をベースに算出した。分析の結果、雪氷路面では、初冬期と終冬期は厳冬期と比べて危険度がより大きくなることが示された。この理由として、道路利用者は、厳冬期は初冬期や終冬期よりも雪氷路面を予測しているらしいと考えられる。さらに、交通事故の危険度は、初冬期よりも終冬期に高く、初冬期や終冬期の期間が短いほどより高くなる。

キーワード

冬期路面管理、効果、事故危険度、事故率、冬期

1. 背景

幹線道路や街路の投資計画は、計画や建設コストに加えて、交通需要、旅行時間、事故危険度などの様々な要素を評価するモデルを古くから適用してきた。予算制約の中で、道路の維持管理分野は軽視されている。冬期の道路維持管理においては特に軽視されている。

このウインター・モデル・プロジェクトは、スウェーデンの冬期道路維持管理における種々の戦略や手段からもたらされる最も重要な影響や、道路利用者、道路管理者および環境への影響の金銭価値を評価するためのモデルとなるだろう(Wallman 他、2005)。このプロジェクトはVTIとKlimator AB(イエテボリ大学の知的法人)の協力により実現した。

ウインター・モデルは、サブ・モデルに分割され、そのうちの1つに「事故危険度モデル」がある。事故危険度モデルは、路面状態や天候、道路や交通に関するデータによる自動車事故への影響を論ずるモデルである。本論文では事故危険度モデルの拡張を論じる。当初このモデルでは、事故の危険度は乾燥した舗装露出路面に比べ圧雪または厚氷状態のほうが高く、またブラック・アイスは最も危険な路面状態であると結論を出した。冬期の平均事故率(100万走行台キロあたりの事故件数)は、ブラック・アイスにおいて乾燥路面の16倍となる。また、雪氷路面での事故率は、その路面状態の継続時間が短いほど事故率が高くなるという継続時間との指数関数的関係を持つ。この点に関しては、本大会でも発表される基礎的な「事故危険度モデル」(Wallman、2006)を論ずる論文に記述されている。

本大会では、ウインター・モデルのサブ・モデルを論ずる論文は合計4本発表される。本論文のほかに、Wallman(2006)の論文と、基礎的な「路面状態モデル」(Möller、2006)について論ずる論文の他「環境モデル」(Blomqvist、2006)についての論文がある。

2. 方法と定義

本論文で紹介する研究の目的は、例えば滑りやすい路面状態が最初に発生したときに起こるような事故危険度の変動などから、事故危険度モデルの基礎モデルを補完することにある。

事故率(事故危険度)は100万走行台キロ当たりの事故件数で表わされる。交通事故データは警察が所有している1993/94から1996/97までの冬期間においてスウェーデンの国道で発生した事故で、野生動物との衝突

を除いたものである。ある道路網における特定の雪氷路面状態での事故率を評価するためには、当該路面状態での事故件数と走行台距離の2つのデータが必要である。事故率は、警察の報告で判断した次の5つの路面状態毎に算定された。

- ①乾燥した舗装露出状態
 - ②湿りまたは湿潤で舗装露出状態
 - ③固い圧雪または厚氷状態
 - ④ブラック・アイスまたは白露の状態
 - ⑤緩い圧雪またはシャーベットの状態
- ここで、③、④、⑤は雪氷路面である。

各路面状態での走行台距離は年平均日交通量(AADT)によって推定され、路面状態データは、スウェーデン道路庁が1993/94から1996/97の4年の観測年度に渡って全土で道路状態を観測するために実施した目視観測により収集された。目視観測は、各箇所週1回の頻度で国道網の約2000箇所において実施された。これらのデータから、この4年の観測年度の路面状態分布を推定することが可能となった(Möller、Wretling、1998)。路面状態データは道路網で集計され、維持管理水準毎にグループ化した。スウェーデンの国道での冬期道路維持管理基準(スウェーデン道路庁、1996)では、A1からA4、B1およびB2の6つの水準が設定されている。A1は最も高い維持管理水準であり、年平均日交通量が16,000台以上の国道が該当し、B2は最も低い維持管理水準であり、年平均日交通量が500台未満の道路が該当する。基準によると、A1からA4の道路は好天時または降雪後においては規定時間後には雪氷を残さないことになっている道路であり、一方、B1とB2は満足できる摩擦は保持するが道路上に雪氷を残すことを許している道路である。一般的に、すべり対策として、A1からA4は薬剤を散布する道路であり、B1とB2は薬剤を散布しない道路である。

路面状態データは気象区分によって、南部、中部、下北部、上北部の4つにグループ化された。スウェーデンの国土は、冬期間の長さの違いに従い、通常これら4つの気象区分に分割される。これらの冬期間の長さの違いは以下のとおりである。

- ・スウェーデン南部：11月15日－3月15日(4ヶ月)
- ・スウェーデン中部：10月15日－4月15日(6ヶ月)
- ・スウェーデン下北部：10月1日－4月30日(7ヶ月)
- ・スウェーデン上北部：10月1日－4月30日(7ヶ月)

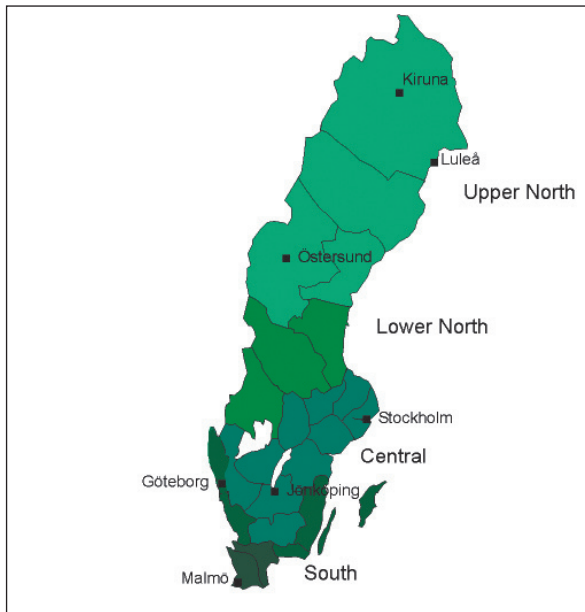


図-1 スウェーデンの4つの気象区分

冬期に雪氷道路での自動車事故の危険度がどのように変化するかを分析するために、冬期の路面状態データを「初冬期」「厳冬期」「終冬期」の3つに分類した。事故率は各期毎(観測年度、気象区分、路面状態および維持管理水準別)に推計され、初冬期や終冬期の事故率を対応する厳冬期の事故率と比較した。各観測年度において、気象区分毎に3種類の異なる初冬期、終冬期および厳冬期の期間を設定し、事故率を算出した。

- ・初冬期と終冬期の期間1：15日
- ・冬期と終冬期の期間2：22日
- ・冬期と終冬期の期間3：30日

厳冬期の長さは、観測期間の全体の長さに従って、53～183日となった(表-1)。

表-1 スウェーデンの4つの気象区分における期間毎の日数

Winter Period	Southern Sweden	Central Sweden	Lower and Upper Northern Sweden
Early 1	Nov. 15 - 29	Oct. 15 - 29	Oct. 1 - 15
Mid-winter 1	Nov. 30 - Feb. 28	Oct. 30 - March 31	Oct. 16 - April 15
Late 1	March 1 - 15	April 1 - 15	April 16 - 30
Early 2	Nov. 15 - Dec. 6	Oct. 15 - Nov. 5	Oct. 1 - 22
Mid-winter 2	Dec. 7 - Feb. 21	Nov. 6 - March 24	Oct. 23 - April 8
Late 2	Feb. 22 - March 15	March 25 - April 15	April 9 - 30
Early 3	Nov. 15 - Dec. 14	Oct. 15 - Nov. 13	Oct. 1 - 30
Mid-winter 3	Dec. 15 - Feb. 13	Nov. 14 - March 16	Oct. 31 - March 31
Late 3	Feb. 14 - March 15	March 17 - April 15	April 1 - 30

3. 分析と結果

事故率は、全ての維持管理水準、4種の気象区分、全ての観測年度の3つの期(初冬期、厳冬期、終冬期)毎に、それぞれの路面種類毎に推計され、計4,320の

データを得た。しかし、事故が発生しなかったため、あるいは当該の維持管理レベル、3つの期、観測年度または気象区分における路面状況が観測されなかったために事故率が算出されなかったケースが幾つかあった。より多くの事故件数に基づいてより安定したデータ・セットを得るために、データは全ての4年の観測年度(1993/94, 1994/95, 1995/96, および1996/97)において、A1 + A2、A3 + A4、およびB1 + B2のように維持管理水準を二つ一組にして集計された。スウェーデン上北部のデータについては、A1からA4までの全ての維持管理水準におけるデータを集計しなければならなかった。最終的に、固い圧雪または厚氷状態、ブラック・アイスまたは白露、および緩い圧雪またはシャーベットという全ての雪氷路面におけるデータが集計された。当然のこととして、データは気象区分毎、3つの期毎に分割されている。

図-2～5に、各気象区分、維持管理水準の組み合わせ、および各期毎に推計された事故率を示す。これらの事故率は、全ての観測年度における全ての雪氷路面でのデータを集計した結果に基づいている。棒グラフの両端に最も期間が短かった「初冬期と終冬期の期間1」を載せていることに注意願いたい。図中の厳冬期の事故率は、気象区分毎(表-1参照)、維持管理水準の組み合わせ毎に算出された3回の厳冬期の事故率の平均である。全ての厳冬期は初冬期や終冬期に比べて長く継続し、その事故率はほぼ同じであった。

事故率を示すY軸の目盛は図毎に異なっていることに注意願いたい。いくつか非常に高い事故率が計算された場合、グラフ表示はグラフの上限に収め、推計された事故率をグラフ欄外に数字で示した(図-3および図-4参照)。集計後も、当該の期間の冬期道路状況における事故が報告されたにもかかわらず、雪氷路面状況の観測がなされなかったため、全ての期間においていくつかの事故率は推計できなかった。このような場合、分母がゼロとなり事故率が無限大となってしまうため、グラフでは該当部の欄外に事故件数そのものを、割るゼロという表示とともに示した(図-3および図-5参照)。ほとんどの場合、該当する走行台距離に対応しないような小数の事故しか報告されなかった。しかし、スウェーデン中部の「初冬期の期間1」、維持管理標準レベルA1 + A2の道路において、79件(内、ブラック・アイス/白露で71件、緩い圧雪/シャーベットで7件、固い圧雪/厚氷状態で1件)もの事故が報告された(図-3)。ただ、この時点では当該の走行台距離を推計するための基本をなす目視観

測において、これらの路面状態は観測されなかった。スウェーデン下北部(図-4)では、雪氷路面ではない初冬期に1件の事故しか観測されなかったため、臨時に追加的な冬期間(初冬期4)を設け、事故率を算定した。

分析の結果は、ほとんど全ての場合において、雪氷路面は厳冬期よりも初冬期及び終冬期に大きな危険度を成すことを示した(図-1~図-4参照)。この原因として、運転者は初冬期や終冬期よりも厳冬期によりこのような雪氷路面を予測している可能性を指摘できる。さらに、事故の危険度は、ほとんどの場合において、初冬期よりも終冬期のほうがより高かった。この結果は他のスウェーデンでの交通事故研究(Brude, Larsson, 1980)と一致している。加えて、多くの場合において、初冬期や終冬期の期間が短いほど、事故の危険度は高かった。このような結果は、最も低い水準で維持管理されている道路、すなわち維持管理水準B1、B2において、より明白であった。

4. 考察

データを集計しない段階では、事故件数が少なかったこともあり(事故が少ないということはありがたいことである)、データはいくぶん不安定であったが、不安定であった主たる原因は、全ての冬期間において雪氷路面状態が観測されなかったところにある。前述したように、ある路面状態での事故が報告されたが、その時点での路面状態が、対応する走行台距離を推計のための基本を成す目視観測で、観測されない場合があった。その理由の一つは、目視観測は午前6時から午後10時までしか行われていないが、当然事故は夜間でも発生するからであろう。当該の走行台距離に対応しない事故の報告が、ブラック・アイス/白露において多く発生していることはこのことを裏付けている。例えば気温が低下し湿った路面が凍結することでブラック・アイス/白露の状態となることは、夜間においてより一般的である。

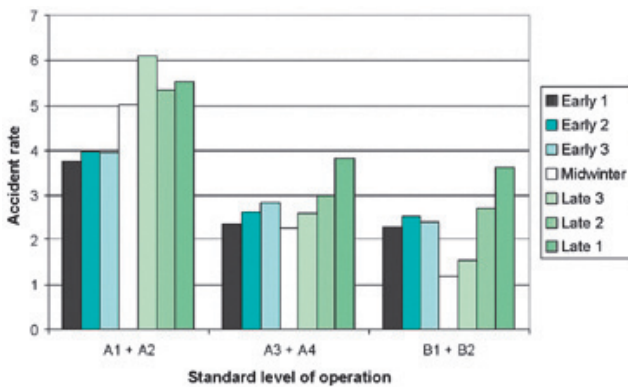


図-2 スウェーデン南部の冬期各期間における雪氷路面での事故率

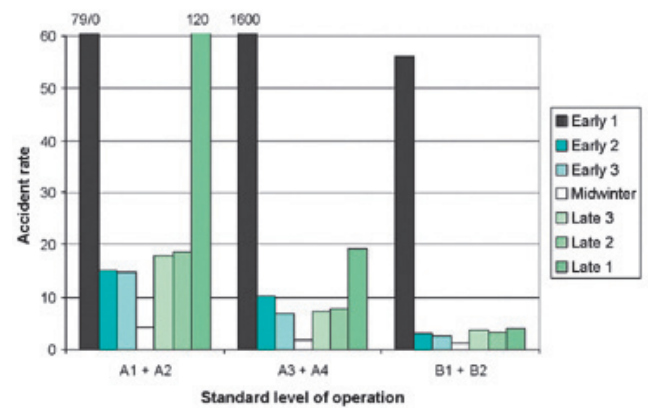


図-3 スウェーデン中部の冬期各期間における雪氷路面での事故率

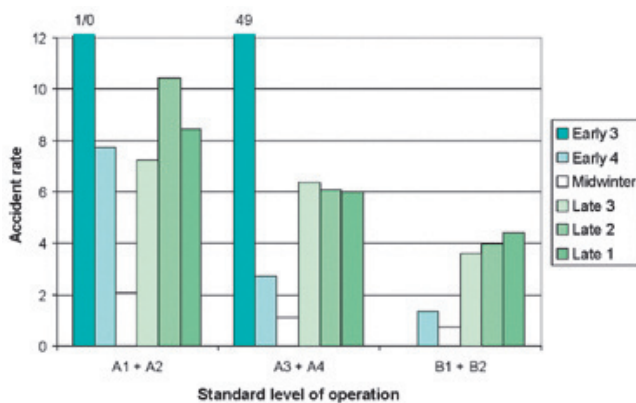


図-4 スウェーデン下北部の冬期各期間における雪氷路面での事故率

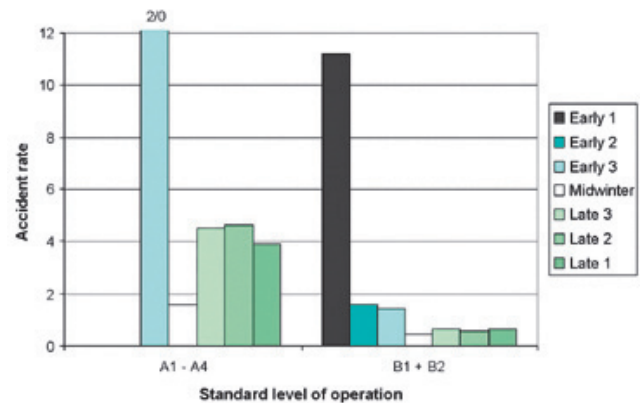


図-5 スウェーデン下北部の冬期各期間における雪氷路面での事故率

警察と路面状態観測者の路面状態評価が異なっているかもしれないとも説明できる。目視観測が週に一度しか行われず、また、全国国道網の代表地点であるとしている2,000箇所の観測地点が、当然道路網全体を網羅しているわけではないということも強調されるべきである。

予想に反して、一般的に終冬期の事故率の方が初冬期の事故率に比べて高くなった。仮に、厳冬期に比べ初冬期に事故の危険度が高い理由として、道路利用者がまだ冬期の状況に順応しておらず滑りやすい状況に驚くためだとしたら、事故の危険度が終冬期にさらに高くなるのはなぜだろうか。考えられる理由としては、おそらく終冬期に冬タイヤを夏タイヤに履き替えた後、乾燥状態が長期間続いた後に最後の滑りやすい状況が発生するからであろう。このことは、実際には運転者は初冬期よりも終冬期の滑りやすい路面状態に驚くという結果になるのかもしれない。

おわりに

はじめににあるように、残りの1編「スウェーデンのウインター・モデルの環境サブ・モデル - 現状データからモデル化したシナリオへ」についても次号以降に紹介する。

5. 結論

この研究における結論は以下のように要約することができる。

- ・ 雪氷状況における自動車事故の危険度は、一般的に厳冬期よりも初冬期や終冬期に大きくなる。
- ・ 初冬期や終冬期が短いほど、事故の危険度は高くなる。
- ・ これらは、最も低いサービス水準で維持管理されている道路、すなわち薬剤を散布しない道路、維持管理水準B1およびB2において、より明白である。
- ・ 事故の危険度は、一般的に初冬期よりも終冬期においてより大きくなる。

6. 謝辞

ウインター・モデル・プロジェクトはスウェーデン道路庁(SRA)とスウェーデン改革庁(VINNOVA)により共同で予算措置されている。

【参考文献】

- 1) 寒地交通チーム：スウェーデンの冬期道路マネジメント・モデル「ウインター・モデル」について(その1)、寒地土木研究所月報 No.646、pp.45～50、2007
- 2) 寒地交通チーム：スウェーデンの冬期道路マネジメント・モデル「ウインター・モデル」について(その2)、寒地土木研究所月報 No.647、pp.43～46、2007

(文責：浅野 基樹、武本 東)