

晴天時日照時間が冬期交通事故発生率に 与える影響の定量的評価

齊田 光¹・平澤 匡介²・高橋 尚人³・石田 樹⁴

¹正会員 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 (〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34)
E-mail:saida-a@ceri.go.jp

²正会員 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 (〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34)
E-mail:hirasawa@ceri.go.jp

³正会員 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 (〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34)
E-mail:takahashi-n24k@ceri.go.jp

⁴正会員 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 (〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34)
E-mail:t-ishida@ceri.go.jp

路面における日照時間は沿道地物の有無や形状により大きく変化し、冬期の交通事故発生率に影響を及ぼしていると考えられている。そこで本研究では、沿道地物による日射遮蔽の影響を考慮した日照時間と冬期事故率の関係について、札幌市内の一般国道を対象として検証を行った。

検証の結果、冬期は日照時間が短い地点で事故率が大きくなる傾向にあり、日照時間が1時間台となる地点の事故率は日照時間が10時間台となる地点の約5倍であった。また、この傾向は交差点付近で顕著であり、冬期に終日日陰となる交差点付近の事故率は終日日向となる交差点付近区間の8倍以上に達することが明らかとなった。

Key Words : *Sunshine hour, Wintry traffic accident, traffic safety*

1. はじめに

日本は国土の約6割が積雪寒冷地域であり、これらの地域では積雪・路面凍結に伴うスリップ事故や吹雪発生時の視程障害による路外逸脱など冬期特有の気象条件に起因する交通事故が依然として多発している。また、近年では平成26年2月に関東甲信地方で降雪による交通事故が多発するなど温暖な地域においても冬期における交通事故が大きな問題となった。このため、冬期の事故発生を防止することの重要性は積雪寒冷地域のみならずそれ以外の地域でも高まりつつある。

冬期の交通事故発生率(事故率)は気象条件や路面状態、道路構造など様々な要因の影響を受けるため路線の地点毎に大きく異なる。このため、これらの要因が冬期の事故率にどの程度影響を及ぼしているかを定量的に明らかにし、冬期に交通事故が発生しやすい地点を推定することは交通事故対策を優先的に実施すべき地点の選定や交通事故対策方法の決定といった意思決定支援に活用する上で重要である。一方で、積雪寒冷地域における道路

延長は極めて長く、例えば全域が豪雪地帯または特別豪雪地帯である北海道の一般国道延長は約6700kmに及ぶ。このような広域にわたる路線網について冬期に交通事故が発生しやすい地点の推定を詳細に行うことは多大な費用や労力を要する。このような背景から、より低コスト、広域にわたり冬期に交通事故が発生しやすい地点を推定する手法が求められている。

2. 既往の研究および本研究の目的

冬期の気象条件や路面状態が交通事故の発生に及ぼす影響についてはこれまでに様々な研究が行われており、例えば、小島・田久保¹⁾は秋田県の一般国道13号を対象として交通事故発生件数の調査を行い、冬期には人身事故件数が減少する一方で物損事故件数は大きく増加することを示した。また、平澤・浅野²⁾は北海道において気温が交通事故発生件数に及ぼす影響についての研究を行い、日平均気温が4℃付近となる場合に交通事故発生件数が最も多くなることを明らかにした。また、堀井・村井³⁾

は東北地方における冬期交通事故と気象の関係について調査し、路面状態の悪化に伴い重大事故が発生しやすくなることを明らかにした。Qiu and Nixon⁹⁾は1967年から2005年の間に発表された交通事故と気象の関連性に関する34の研究についてメタアナリシスによる解析を行い、降雪時には事故率が84%増加することを示した。

また、冬期の路面状態は降水および降雪の有無と並び日射や日照時間にも大きな影響を受けることが知られており⁷⁾、日照時間が短い条件下では路面状態が悪化しやすく交通事故発生件数や事故率が增大する可能性がある。例えば、萩原ら⁸⁾は北海道内の道央、道北、道東および道南で計測された気象要素のうち、平均気温や降雪量に加えて日照時間1か月積算値についても交通事故発生件数との間に相関があることを示している。

上記の研究は定点気象観測地点で得られた日照時間と冬期の事故率の関係について論じている。一方で、路面における日照時間は天候以外にも道路周辺の地形や建築物（沿道地物）による日射遮蔽の影響を大きく受ける⁷⁾。日陰となる区間では冬期に路面状態が悪化し交通事故が発生しやすくなる可能性があるため、沿道地物による日射遮蔽を考慮した日照時間は冬期の事故率とより密接な関係があると考えられる。また、沿道地物の影響を考慮した日照時間と冬期の事故率の関係が定量的に明らかになれば、日照時間分布を計算することで広域にわたる地点毎の冬期の事故率を推定し、危険区間を明らかにするなど冬期交通事故対策を進めるうえで有益な情報を提供できるようになる可能性がある。しかしながら、両者の関係については定量的な評価がほとんど行われておらず、両者の関係については不明な点が多い。

以上の背景より、本研究は沿道地物による日射遮蔽の影響を考慮した日照時間と冬期の事故率の関係を定量的に明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

路面における日照時間は緯度および経度、天候、道路周辺の沿道地物の影響を受ける。このうち、緯度・経度、道路周辺の沿道地物が日照時間に及ぼす影響は地点毎に一意に計算可能である。一方で、天候が日照時間に及ぼす影響は雲量などの影響を受け同一地点でも変動が生じる。このため、雲による日射遮蔽などの天候を考慮した日照時間と事故率の関係を求めるためには煩雑な計算が必要となる。他方、冬期の路面温度や路面状態は夜間や降雨時および降雪時にも日射の影響を受けることが明らかとなっており。例えば渡邊ら⁸⁾は夜間から早朝にかけて山間部道路の路面温度分布を計測し、日中に日陰となる区間では夜間においてもそれ以外の区間と比較して路面温度が数℃低いことを報告している。このことから、

晴天時の日照時間は日射量が小さい、あるいは日照時間が短い曇天時や夜間においても路面状態の悪化し易さや事故率に影響を与えていると考えられる。加えて、天候の影響を考慮しない日照時間は比較的計算が簡便であるため、広域にわたり地点毎の日照時間分布を求めることも容易である。

このような理由から本研究では、事故が発生した日および地点において快晴時に沿道地物による日射遮蔽が生じない時間（以下晴天時日照時間）の長さや事故率の関係について考察を行った。以下に詳細を示す。

(1) 晴天時日照時間の算出方法

a) 太陽位置の算出

晴天時日照時間 t の計算対象地点における太陽の位置は方位角 θ および太陽高度 α で表される。 θ は真北を0度とし、時計回り方向に0度から360度までの範囲で表される。また、 α は計算対象地点-太陽間を結ぶ線分と地平面の交差角であり、太陽が天頂に存在する場合は90度、地平面に存在する場合は0度となる。

θ および α は以下の式で表される。

$$\cos \alpha = \sin \delta \sin \phi + \cos \delta \cos \phi \cos \gamma \quad (1)$$

$$\tan \theta = \frac{-\cos \delta \sin \gamma}{\sin \delta \sin \phi - \cos \delta \sin \phi \cos \gamma} \quad (2)$$

ここに、 δ : 太陽の赤緯、 ϕ : 晴天時日照時間計算対象地点の緯度、 γ : 晴天時日照時間計算対象地点の太陽の時角である。

δ は以下の式で表される。

$$\sin \delta = \sin \lambda_s \cos e \quad (3)$$

ここに、 λ_s : 太陽の黄経および e : 黄道傾斜角である。 λ_s は長沢による式⁹⁾によって与えられる。

$$\begin{aligned} \lambda_s = & 280.4603 + 360.007697T \\ & + (1.9146 - 0.00005T) \\ & \times \sin(357.538 + 359.991T) \\ & + 0.0200 \sin(355.05 + 719.981T) \\ & + 0.0048 \sin(234.95 + 19.341T) \\ & + 0.0020 \sin(247.10 + 329.640T) \\ & + 0.0018 \sin(297.80 + 4452.670T) \\ & + 0.0018 \sin(251.30 + 0.200T) \\ & + 0.0015 \sin(343.20 + 450.37T) \\ & + 0.0013 \sin(81.40 + 225.18T) \\ & + 0.0008 \sin(132.50 + 659.29T) \\ & + 0.0007 \sin(153.30 + 90.38T) \\ & + 0.0007 \sin(206.80 + 30.35T) \\ & + 0.0006 \sin(29.80 + 337.18T) \\ & + 0.0005 \sin(207.40 + 1.50T) \\ & + 0.0005 \sin(291.20 + 22.81T) \\ & + 0.0004 \sin(234.90 + 315.56T) \end{aligned} \quad (4)$$

ここに、 T :時刻変数である。

T は2000年1月1日正午からの経過日数を K としたとき、以下の式で与えられる。

$$T = K / 365.25 \quad (5)$$

γ は次式で与えられる。

$$\gamma = \Theta - \beta \quad (6)$$

ここに、 Θ : 恒星時および β : 太陽の赤経である。

β は以下の式で表される。

$$\tan \beta = \tan \lambda_s \cos e \quad (7)$$

地表付近では、大気による屈折のため α は式(1)から式(7)で求めた値よりも大きくなる傾向にある。大気による屈折を考慮した太陽高度 α' は以下の式で与えられる。

$$\alpha' = \alpha + s \quad (8)$$

$$s = \frac{0.0167}{\tan(\alpha + 8.6/(\alpha + 4.4))} \quad (9)$$

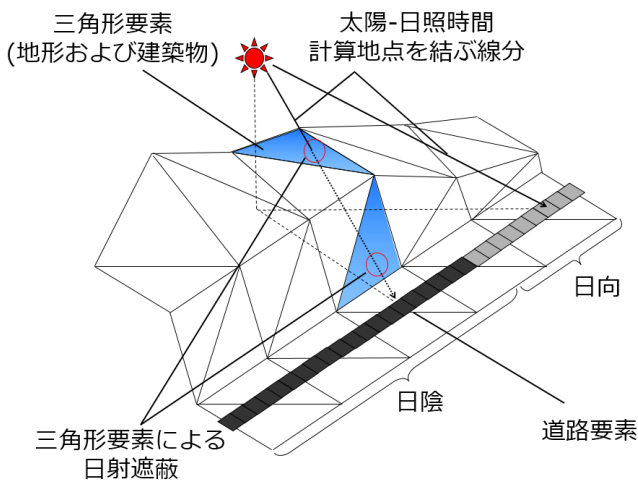


図-1 日射遮蔽判別の方法



図-2 道路周辺地物の再現例 (北海道札幌市 札幌駅周辺)

b) 日射遮蔽有無の判別

晴天時日照時間計算対象地点における日射遮蔽の有無は、デジタル地形データを用いて行われる。図-1に日射遮蔽判別の概要を示す。本研究で用いる手法では、図-2に示すように晴天時日照時間計算対象地点の沿道地物形状を多数の三角形要素の集合体として表現する。本手法では、太陽-計算対象地点を結ぶ線分と計算対象地点周辺の全ての三角形要素について交差が生じるかどうかを判別する。これにより、線分といずれかの三角形要素が交差した場合は計算対象地点において日射遮蔽が発生したと判定する。なお、日射遮蔽判別手法の詳細については参考文献^{10) 11)}を参照されたい。

c) 晴天時日照時間の算出

晴天時日照時間の計算対象地点における計算対象日の t は、3.(1) b)に示す手法を用いて日射遮蔽の有無を1時間毎に24時間にわたり算出することで求める。

(2) 事故率の算出方法

検証の対象となる区間において t が j 時間である区間における出現距離・交通量あたりの事故率 R , R_j (件/億台km) は次式で求められる。

$$R_j = \frac{10^8 f_j}{365.25 PL_j Q} \quad (10)$$

ここに、 f_j : t が j 時間のときに発生した事故件数 (件), P : 分析期間 (年), L_j : t が j 時間である区間の出現距離 (km) および Q : t が j 時間である区間における平均日交通量 (台/日) である。

4. 晴天時日照時間と事故率の関係の検証方法

本検証では、北海道札幌市内の一般国道 ($L = 152.2\text{km}$, 図-3および表-1参照) で2003年から2012年に発生した人身事故のうち冬期 (11月~翌年3月, $n = 6722$) および夏期 (5月~9月, $n = 7670$) に発生した事故について、 t と R の関係の検証を行った。図-4は検証の方法を示す。本検証ではまず事故発生地点における事故発生日の t を計算する (図-4 (a)参照)。次に、検証対象路線全てを対象として t の分布を計算する (図-4 (b)参照)。なお、検証対象路線における t の分布は、期間中の毎月1日における t の分布を1か月毎に求め、得られた値を平均化することで求める。その後、得られた結果を用いて t 毎の Q および L を求め R_j を算出する。例えば、図-4の例では t が長いおよび中程度の地点で発生した事故件数は各1件、 t が短い地点で発生した事故件数は4件となる。また、 t が長い区間の L が全区間の50%、 t が中程度の L が全区間の30%および t が短い区間の L が全区間の20%であった場合、各区間の交通量が同じであれば t が短い場合は全

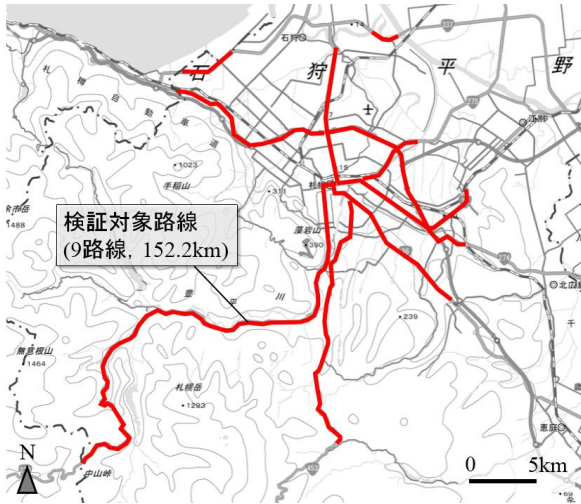


図-3 検証区間の概要

表-1 検証対象路線名，区間および距離

| 路線名 | 区間 | 距離 (km) |
|-------------|-------------------------------------|---------|
| 一般国道 5 号線 | 263.1kp ~ 282.1kp | 19.0 |
| 一般国道 12 号線 | 0.0kp ~ 14.1kp | 14.1 |
| 一般国道 36 号線 | 0.0kp ~ 14.1kp | 14.1 |
| 一般国道 230 号線 | 0.0kp ~ 45.8kp | 45.8 |
| 一般国道 231 号線 | 0.0kp ~ 7.0kp | 7.0 |
| 一般国道 274 号線 | 0.0kp ~ 17.1kp | 17.1 |
| 一般国道 275 号線 | 0.0kp ~ 6.1kp | 6.1 |
| 一般国道 337 号線 | 78.8kp ~ 81.3kp, 94.9kp ~ 99.6kp | 7.2 |
| 一般国道 453 号線 | 0.0kp ~ 21.8kp | 21.8 |
| 合計 | | 152.2 |

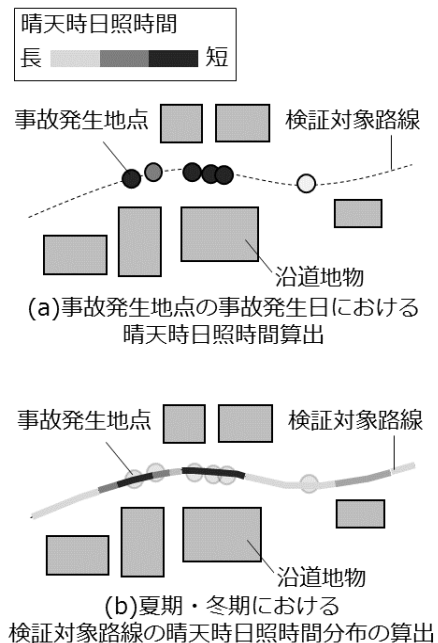


図-4 晴天時日照時間毎の事故率の算出方法

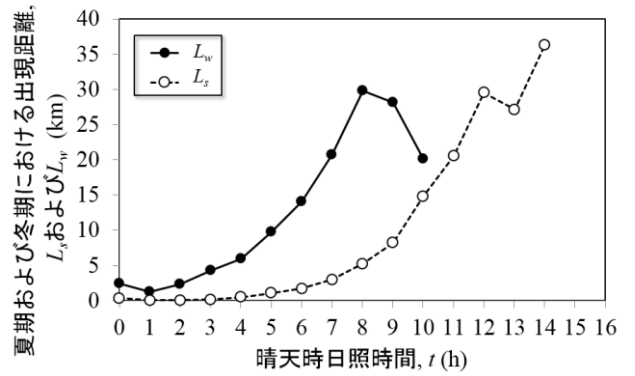


図-5 検証区間における晴天時日照時間と出現距離の関係

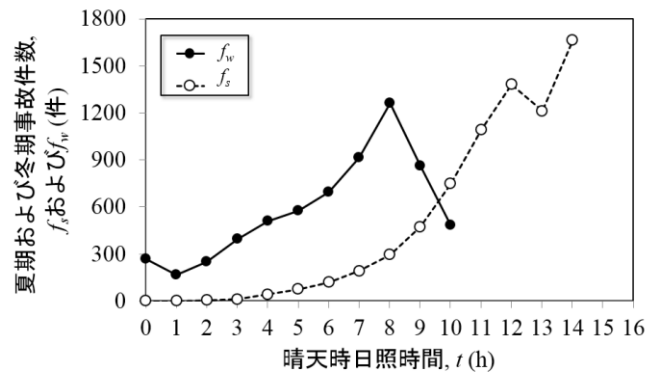


図-6 検証区間における晴天時日照時間と事故件数の関係

が中程度および長い場合と比較して事故率が高くなる。

なお、 t の計算では、道路周辺の地形データとして国土地理院基盤地図情報のデジタル標高データ（空間解像度10m）を、道路周辺の建築物形状データとして株式会社ゼンリンが発行するデジタル住宅地図データをそれぞれ用いた。また、 R の計算に用いる事故データには北海道警察によって集計された人身事故データを、日交通量データには平成17年道路交通センサスデータをそれぞれ用いた。

5. 検証結果

(1) 晴天時日照時間と出現距離の関係

図-5に検証区間の夏期（図中点線）および冬期（図中実線）における t 毎の出現距離 L_s および L_w を示す。 L_s は $t = 14$ 時間において最大となり、 t が小さくなるにつれて小さくなった。また、 $t < 5$ 時間における各階級の出現距離は1km未満であった。 L_w は $t = 8$ 時間において最大となり、夏期と同様に t が小さくなるにつれ L_w は短くなった。しかしながら、 $t = 0$ 時間および1時間における L_w はそれぞれ2.4kmおよび1.2kmであり、夏期と比較して晴

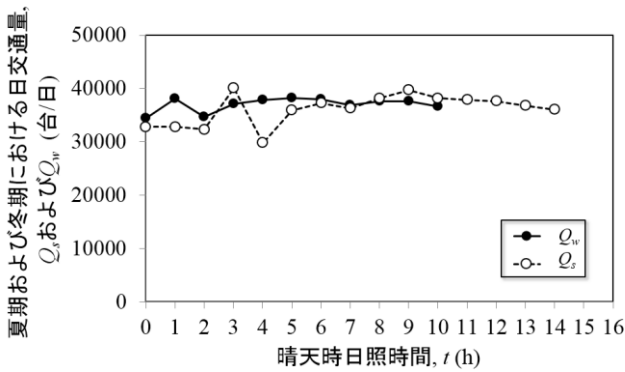


図-7 検証区間における晴天時日照時間と日交通量の関係

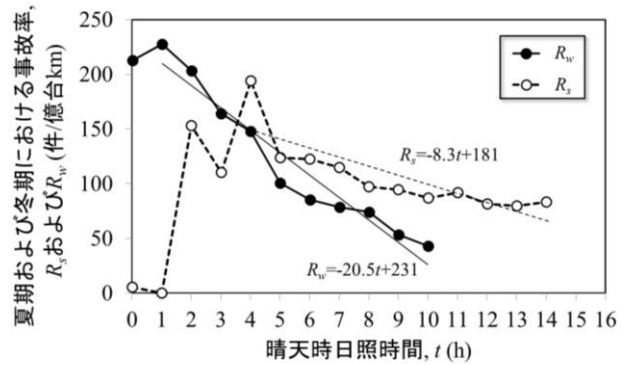


図-8 検証区間における晴天時日照時間と事故率の関係

天時日照時間が短い区間が出現しやすい傾向が見られた。

(2) 晴天時日照時間と人身事故件数の関係

図-6に検証区間における t と夏期および冬期における人身事故発生件数 f_s (図中点線) および f_w (図中実線) の関係を示す。 f_w は $t=8$ 時間で1260件となり最も大きくなった。また、 t が0, 1および2時間における f_w はそれぞれ269件, 165件および250件であり、 t が短い地点においても人身事故が多数発生していることが知れる。一方で f_s は $t=14$ 時間で1663件となり最も大きくなり、 t が0, 1および2時間の f_s はそれぞれ1件, 0件および4件と冬期と比較して t が短い地点では人身事故はほとんど発生していないことが示された。

(3) 晴天時日照時間と日交通量の関係

図-7に検証区間における t と夏期および冬期における日交通量 Q_s (図中点線) および Q_w (図中実線) の関係を示す。 Q_w は t による大きな変動は見られず、 Q_w は $t=0$ 時間で最も少なくなり約34000台/日、 $t=5$ 時間で最も多くなり約38000台/日であった。また、 Q_s は Q_w と比較してやや変動が大きく、 $t=4$ 時間で最も少なくなり約30000台/日、 $t=3$ 時間で最も多くなり約40000台/日であった。

(4) 晴天時日照時間と事故率の関係

図-8に検証区間における t と夏期および冬期における事故率 R_s (図中点線) および R_w (図中実線) の関係を示す。 R_w は t が小さくなるにつれて増大し、 $t=10$ 時間の $R_w = 43$ 件/億台kmに対し、 $t=1$ 時間では $R_w = 227$ 件/億台kmとなり前者は後者の5.3倍であった。一方で、 R_s も t の減少に伴い増大する傾向が見られるものの、 $t=14$ 時間における R の83件/億台kmに対し $t=4$ 時間における R_s は194件/億台kmと後者は前者の2.3倍であった。また、冬期に

における $t \geq 1$ 時間での R_w の線形近似式の傾き (=晴天時日照時間による事故率の変化の大きさ) は-20.5、夏期における $t \geq 4$ 時間での R_w の線形近似式の傾きは-8.3であり、前者は後者の2.5倍であった。この結果より、冬期は夏期と比較して t の長短が事故発生により大きく寄与していることが示された。これは冬期に t が短い地点では路面状態が悪化しやすく、 R が大きくなっている為だと考えられる。なお、夏期において t が短くなるにつれ R が増大する理由としては、 t が短い地点では周辺に建築物や地形などが隣接して多数存在する傾向にあり、見通し不良に起因する事故が発生しやすくなるためと推察される。

t と R の関係は事故類型や道路構造 (縦断勾配や交差点の有無など) によって異なる傾向を示す可能性がある。そのため、本研究では事故類型毎 (事故件数が多い追突、出会い頭、対歩行者、右左折および正面衝突事故の5類型)、縦断勾配の有無および交差点の有無についてそれぞれ t と R の関係を求めた。以下に詳細を示す。

a) 事故類型毎の晴天時日照時間と事故率の関係

図-9から図-13に検証区間における t と夏期および冬期における事故類型毎の事故率 R_q (図中点線) および R_{wq} (図中実線) の関係を示す。 R_{wq} は事故類型によらず t が減少するに従い大きくなり、いずれの事故類型でも R_{wq} は $t < 4$ 時間で最大となった。また、この傾向は対歩行者事故および正面衝突事故で顕著であった。また、 R_q に着目すると、追突事故、出会い頭事故、対歩行者事故および右左折事故では t の減少に伴い R_q が増加したが、 R_q の増加率は R_w と比較して小さく、これらの事故は冬期と比較して t の影響を受けにくいことが示された。また、正面衝突事故では R_q と t の間に明確な関係は見られなかった。

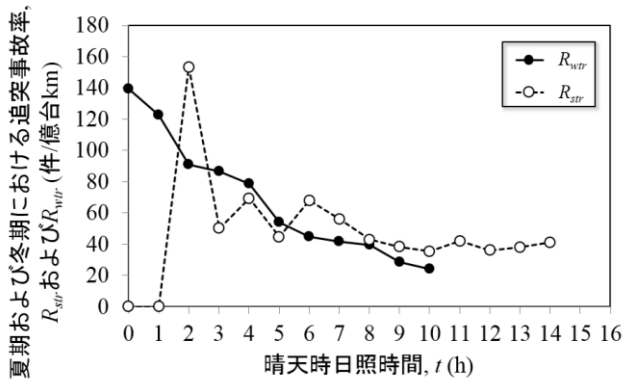


図-9 追突事故発生地点の晴天時日照時間と事故率の関係

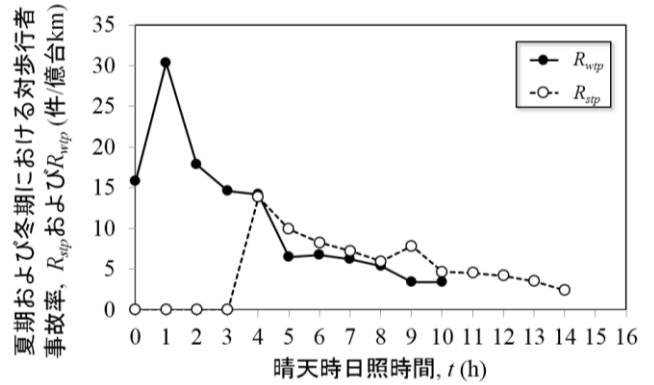


図-12 対歩行者事故の晴天時日照時間と事故率の関係

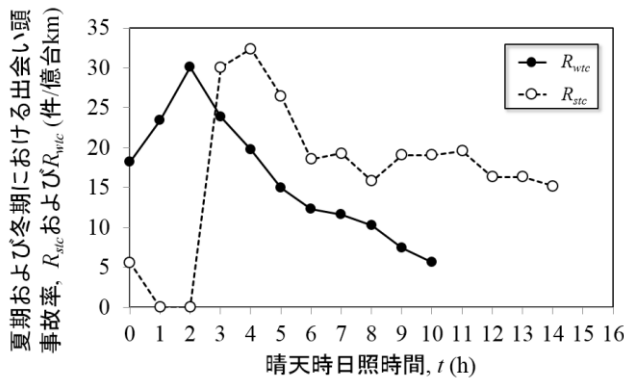


図-10 出会い頭事故の晴天時日照時間と事故率の関係

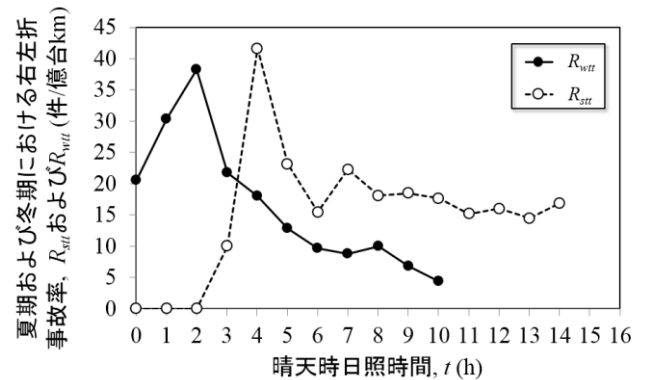


図-13 右左折事故の晴天時日照時間と事故率の関係

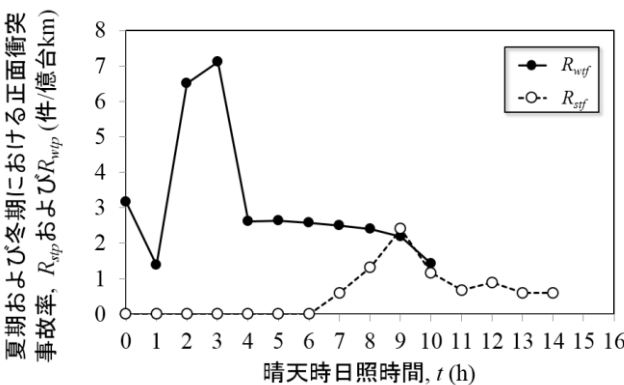


図-11 正面衝突事故の晴天時日照時間と事故率の関係

以上の結果より、追突事故、出会い頭事故、対歩行者事故および右左折事故は夏期・冬期によらず t の減少に伴い R が増加するが、冬期は夏期と比較して t の減少による R の増加率が大きくなることが示された。一方で正面衝突事故は冬期のみ t の影響を受けることが明らかとなり、事故類型によって t が R に及ぼす影響の大きさが異なることが明らかとなった。

b) 縦断勾配毎の晴天時日照時間と事故率の関係

図-14に平坦区間における t と夏期事故率 R_d (図中点線) および冬期事故率 R_wd (図中実線) を、図-15に勾配区間における t と夏期事故率 R_s (図中点線) および冬期事故率 R_ws (図中実線) の関係をそれぞれ示す。なお、本論文では交通事故原票作成時の基準に倣い、縦断勾配が概ね3%以上の区間を勾配区間と定義した。 R_wd と R_ws に着目すると、 R_ws は t の減少に伴う増加率が大きく、 $t=10$ 時間のとき $R_ws=72$ 件/億台km に対して $t=0$ 時間のとき $R_ws=521$ 件/億台km と後者は前者の7.2倍となった。他方、 R_wd は $t=10$ 時間のとき $R_ws=46$ 件/億台km および $t=1$ 時間のとき $R_ws=243$ 件/億台km であり、後者は前者の5.3倍であった。このことから、冬期の勾配区間で t が短い場合の R は平坦区間で t が短い場合と比較してより大きくなることが明らかとなった。なお、夏期の R は冬期と比較して t による影響が小さく、特に R_s と t の間に明確な関係は見られなかった。

c) 交差点付近および単路区間における晴天時日照時間と事故率の関係

図-16に単路区間における t と冬期事故率 R_w (図中点線) および夏期事故率 R_m (図中実線) を、図-17に交差

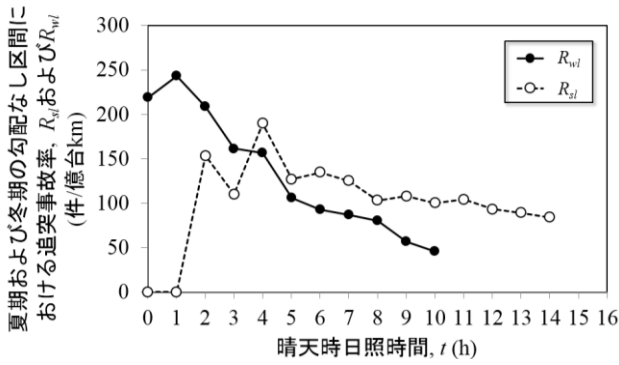


図-14 平坦区間の晴天時日照時間と事故率の関係

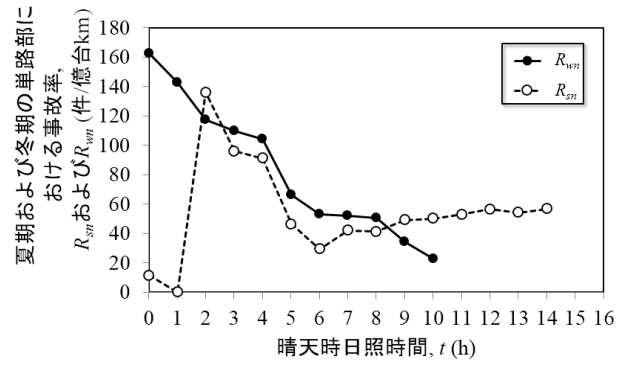


図-16 単路区間の晴天時日照時間と事故率の関係

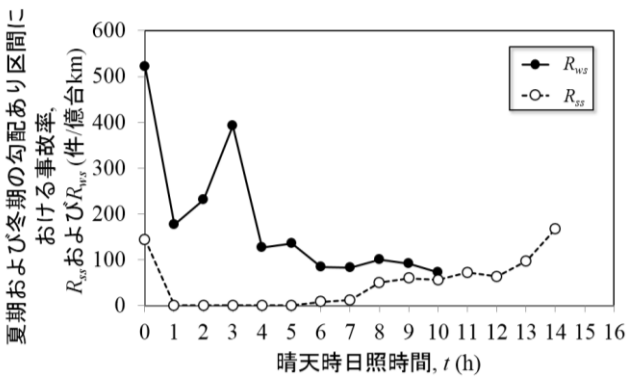


図-15 勾配区間の晴天時日照時間と事故率の関係

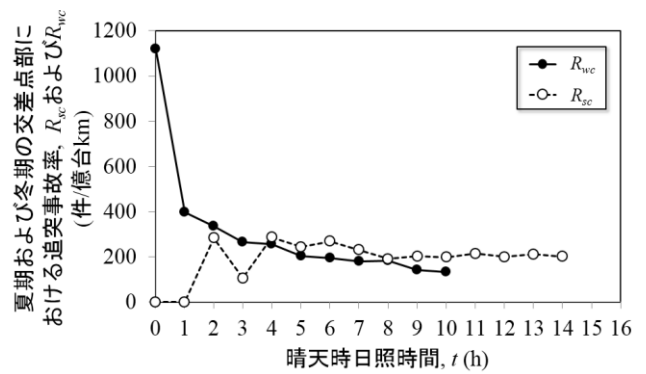


図-17 交差点区間の晴天時日照時間と事故率の関係

点付近における t と夏期事故率 R_{sc} (図中点線) および冬期事故率 R_{wc} (図中実線) の関係をそれぞれ示す。なお、本論文では検証対象路線と幅員5.5m以上の道路が平面交差する地点から概ね30m以内の区間を交差点付近区間、それ以外を単路部区間と定義した。 R_{wc} に着目すると、 $t = 10$ 時間のとき $R_{wc} = 131$ 件/億台kmおよび $t = 0$ 時間のとき $R_{wc} = 1118$ 件/億台kmであり、後者は前者の8.5倍に達した。また、 R_{sl} は $t = 10$ 時間のとき23件/億台kmおよび $t = 0$ 時間のとき162件/億台kmであり、後者は前者の7.0倍であった。一方で、 R_{sl} は t が短くなるに従い増大するものの、 R_{wc} と t の間には明確な関係は見られなかった。以上の結果より、終日にわたり日陰となる交差点付近では冬期に事故率が非常に大きくなることが示された。

6. おわりに

本研究では、人身事故発生地点における日射遮蔽を考慮した晴天時の日照時間(晴天時日照時間)を計算し、晴天時日照時間が事故率に及ぼす影響について検証を行った。以下に得られた結果を列挙する。

- 夏期および冬期のいずれにおいても、路面におけ

る晴天時日照時間が短い地点では事故率が大きくなるがこの傾向は冬期でより大きくなり、終日にわたり日向となる区間の冬期事故率と終日にわたり日陰となる区間の冬期事故率を比較すると後者は前者の5.3倍となる

- 路面における晴天時日照時間が事故率に及ぼす影響の大きさは事故類型によっても異なり、冬期における対歩行者事故および正面衝突事故の発生率は路面における晴天時日照時間が短い地点で顕著に大きくなる
- 勾配区間では夏期の晴天時日照時間と事故率の間には相関が見られない一方で、冬期には晴天時日照時間の減少に伴い事故率は大きく増大する
- 交差点付近で晴天時日照時間が短い地点では冬期における事故率が非常に大きくなる傾向にあり、終日にわたり日陰となる区間の事故率は終日にわたり日向となる区間の事故率の8.5倍に達する

今後は晴天時日照時間分布を用いた冬期交通事故リスクマネジメントへの応用方法を検討するとともに、冬期交通事故の発生により直接的に関係していると考えられ

る路面雪氷状態や路面すべり摩擦係数などの指標と事故率の関係についても調査を行う。

参考文献

- 1) 平澤匡介, 浅野基樹:平成元年以降の北海道における交通事故の傾向について, 北海道開発土木研究所月報, Vol. 576, pp.13-21, 2001.
- 2) 小島幸夫, 田久保宣晃: 気象要因が車両の安全走行に及ぼす影響 3. 降雨及び積雪・凍結路面について, 科学警察研究所報告交通編, Vol. 30, No.1, pp.115-132, 1989.
- 3) 堀井雅史, 村井貞規: 東北地方における冬期交通事故に関する調査研究, 日本雪工学会誌, Vol.6, No.3, pp.18-27, 1990.
- 4) Lin Qiu and Wilfrid Nixon : Effects of Adverse Weather on Traffic Crashes: Systematic Review and Meta-Analysis, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2055, pp. 139-146, 2008.
- 5) 高橋尚人, 徳永ロベルト, 西山直樹: 道路トンネルの路面温度分布特性把握と路面温度推定手法の基礎検討, 土木学会年次学術講演会概要集, IV-154, pp.307-308, 2010.
- 6) Toru Hagiwara, Yuki Onodera, Takashi Fujiwara, Takashi Nakatsuji and Terutoshi Kaku : Road Condition and Accident in Winter, *Surface Characteristics of Roadways: International Research and Technologies, ASTM STP*, Vol. 1031, pp. 442-453, 1990.
- 7) 齊田光, 藤本明宏, 福原輝幸: 沿道構造物が路面温度に与える影響, 土木学会年次学術講演会概要集, VII-076, pp. 151-152, 2010.
- 8) 渡邊洋, 福原輝幸: サーマルマッピングによる冬期道路の路面温度特性, 日本雪工学会誌, Vol.14, No.2, pp.133-140, 1998.
- 9) 長沢工: 日の出・日の入りの計算 天体の出没時刻の求め方, 地人書館, 1999.
- 10) 齊田光, 藤本明宏, 福原輝幸: 熱収支法による広域路面温度予測モデル-乾燥路面の路線温度分布予測-, 土木学会論文集E1(舗装工学), Vol.69, No.1, pp.1-11, 2013.
- 11) 齊田光, 福原輝幸, 藤本明宏, 平澤匡介, 石田樹: デジタル住宅地図データを用いた広域路面日陰計算手法, 寒地技術論文・報告集, Vol.31, pp.89-92, 2015.

(2016.4.22 受付)

QUANTITATIVE EVALUATION OF THE INFLUENCE OF SUNSHINE HOURS IN FINE WEATHER ON THE RATE OF WINTRY ACCIDENTS

Akira SAIDA, Masayuki HIRASAWA, Naoto TAKAHASHI and Tateki ISHIDA

The sunshine hours varies due to sunlight shielding by terrain and buildings and affects road surface conditions in winter, and the rate of wintry traffic accidents. This study examined the relationship between sunshine hours which consider sunshine shielding effect and the rate of traffic accident on a national highway of Sapporo city.

As a result, the rate of traffic accident increases at the place where sunshine hour is short in winter, and the rate of traffic accident at shady places is 5 times greater than the rate of traffic accident at sunny places. This trend is significant near intersections, and the rate of traffic accident near intersection in winter is 8.5 times greater than the rate of traffic accident at basic road sections.