

太陽の眩しさが交通事故に与えた影響の分析*

An Analysis of Traffic Accident Influenced by Glare of the Sun*

萩田 賢司**, 森 健二***

By Kenji HAGITA**, Kenji MORI***

1. はじめに

一般に、交通事故の発生確率が天候や気象によって変動することが知られている。雨や雪の悪天候が交通事故に及ぼす影響については広く研究されている¹⁾。太陽の眩しさについても、交通事故に悪影響を及ぼしていると考えられ、様々な交通安全対策が実施されている。

例えば、太陽の眩しさ対策として、自動車にはサンバイザーが設置されている。しかし、サンバイザーは、前方の一部の視覚情報を遮断する形状になっており、運転者の前面を全て覆うことができない。そのため、太陽が低い位置に存在する時間帯は、サンバイザーにより前方の眩しさを防止することができない。

一方、交通安全施設面では、太陽光線の逆光により信号が見えにくくなることが問題となっているが、LED 信号灯器の導入によって改善が進んでいる。しかし、太陽が眩しいという根本的な問題が解決することはないため、道路交通に少なからず悪影響を与えていることが想定される。しかし、この太陽の眩しさが交通事故発生に与える影響について定量的に示した研究は存在せず、問題の深刻さがどの程度なのか把握できていない。

そこで本研究では、交通事故発生時における日照時の太陽と車両の相対位置を計算して、太陽の眩しさが交通事故に与える影響を、交通事故原票を活用して分析することを目的とした。

2. 千葉県警の交通事故原票

全国で統一された交通事故原票には、発生日時や場所、天候や路面等の交通環境、交通事故類型（追突、出会い頭、右折直進等）、性別や年齢等の当事者の属性、車種や装備等の車両属性などの項目が記録されている。しかし、このような統一された交通事故原票の記録だ

けでは、交通事故発生時に、当事車両からみた太陽の位置を把握することはできない。

一方、千葉県警では、全国共通の交通事故統計原票様式に加え、事故発生地点の緯度経度情報、当事者の進行方向ベクトルが追加項目として記録している。こうした交通事故記録を活用することにより、事故発生時・発生地点における太陽の位置と交通事故当事者の進行方向が算出可能である。そこで本研究では、千葉県警の交通事故原票を活用して、太陽の眩しさが事故発生に与える影響を検討することとした。

3. 交通事故発生時の太陽位置の算出方法

交通事故発生地点における太陽の位置の表し方は、図-1に示すように天頂角(θ)と方位角(χ)で表すこととした²⁾。天頂角とは、交通事故発生地点から天頂への垂線と事故発生地点と太陽位置を結ぶ直線の交差角である。すなわち、天頂角が大きいくほど太陽の位置が低いことになり、 90° 以上は夜間ということになる。

方位角は交通事故発生地点の平面上における、交通事故発生地点から真北への直線と交通事故発生地点と太陽位置を交通事故発生平面に投影した点の結んだ直線の交差角である。太陽の方位角は、真北方向を 0° とし、時計回りに $0 \sim 360^\circ$ で表すこととした。

交通事故の当事者の進行方向ベクトルも、太陽の方

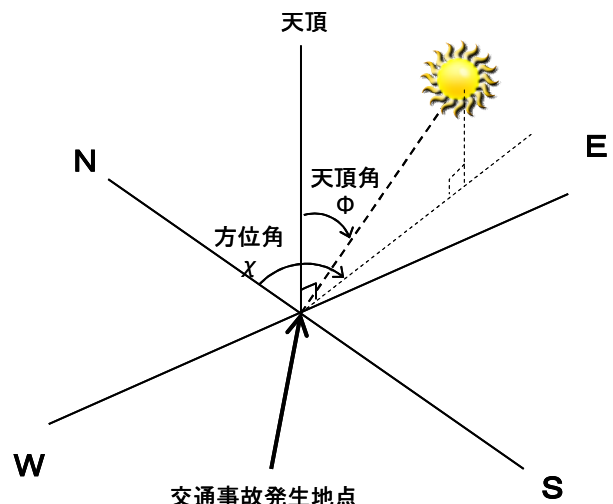


図-1 太陽の位置の表し方

*キーワード：交通管理、交通安全、交通環境

**正員、博(工)、科学警察研究所 交通科学部交通科学第三研究室

***正員、工修、科学警察研究所 交通科学部交通科学第一研究室
(千葉県柏市柏の葉 6-3-1,

TEL:04-7135-8001(Ex.2755), E-mail: hagita@nrips.go.jp)

位角と同様に、時計回りに0～360°で表すこととした。

太陽の天頂角と方位角の計算方法は以下のとおりである。天頂角 θ は、式1のように赤緯 δ 、交通事故発生地点の緯度 ϕ 、時角 t を用いて、 $\cos \theta$ を算出し、天頂角 θ を計算した。

$$\cos \theta = \sin \delta \cdot \sin \phi + \cos \delta \cdot \cos \phi \cdot \cos t \dots (\text{式1})$$

ただし

θ : 太陽天頂角(rad)

δ : 赤緯(rad)

ϕ : 緯度(deg, 交通事故発生地点)

λ : 経度(deg, 交通事故発生地点)

t : 時角(rad)

$$\begin{aligned} \delta = & 0.006918 - 0.399912 \cos A + 0.070257 \sin A \\ & - 0.006758 \cos(2A) + 0.000907 \sin(2A) \\ & - 0.002697 \cos(3A) + 0.00148 \sin(3A) \end{aligned}$$

$$A = 2\pi J \div 365$$

J : 1月1日からの通算日

$$t = 15 \cdot \frac{\pi}{180} (TST - 12)$$

$$TST = MST + ET$$

$$MST = GMT + \frac{\lambda}{15}$$

$$ET = (0.000075 + 0.001868 \cos A - 0.032077 \sin A - 0.014615 \cos(2B) - 0.040849 \sin(2A)) \cdot 12/\pi$$

TST : 真太陽時

MST : 平均太陽時

GMT : グリニッジ標準時(交通事故発生時刻-9)

ET : 均時差

方位角は、(式2)、(式3)のように、赤緯 δ 、時角 t 、天頂角を用いて、 $\sin \chi$ 、 $\cos \chi$ を算出する。その後、これらの得られた数値を場合分けにより、方位角を算出した。

$$\sin \chi = \cos \delta \frac{\sin t}{\cos \theta} \dots (\text{式2})$$

$$\cos \chi = \frac{-\cos \phi \cdot \sin \delta + \sin \phi \cdot \cos \delta \cdot \cos t}{\sin \theta} \dots (\text{式3})$$

この場合に

$$\cos \chi < 0 \quad \text{なら} \quad \chi_1 = 2\pi - \chi$$

$$\cos \chi > 0 \quad \& \quad \sin \chi < 0 \quad \text{なら} \quad \chi_1 = 3\pi + \chi$$

$$\text{その他なら} \quad \chi_1 = \pi + \chi$$

そのうえで

$$\chi_1 > 2\pi \text{ の場合には} \quad \chi_2 = \chi_1 - 2\pi$$

最終的に算出 χ_1, χ_2 が方位角

4. 研究の方法

2008年に千葉県内で発生した交通事故は31,161件である。これらのうち、以下の条件を満たす、18,042

件を分析対象とした。

- ・第一当事者が原動機付自転車以上の車両であるもの。

ただし、ひき逃げ等により第一当事者が不明なものは除いた。

- ・天候が“晴”であるもの。なお、交通事故原票による天候の項目は、晴、曇、雨、霧、雪の5分類で記録されている。

これらの交通事故のうち、4,726件は日没後に発生した事故であり、比較対象として用いたものであり、昼間に発生した13,316件を中心に分析を行った。

これらの抽出された交通事故データを用いて、交通事故発生時の発生地点における太陽の天頂角と方位角を算出した。そして、事故類型や事故発生時刻等の記録と組み合わせて、太陽位置が交通事故に与える影響についての分析を行った。

5. 結果

(1) 昼夜別の分析

交通事故原票には、昼夜の別が記録されている。しかし、本研究では前記の方法により、交通事故発生時の太陽位置が計算可能である。そのため、前記の方法により天頂角を計算して、天頂角が90°以下の場合を昼間、90°を超える場合を夜間と定義した。

図-2の横軸は、太陽の方位角から第一当事者の進行方向ベクトルを引いた値であり、太陽と第一当事者の方位角差とした。ただし、太陽と第一当事車両の方位角の差が-180°～+180°以内であればそのままの値を用いるが、-180°より小さい場合には360°プラスした値を、+180°より大きい場合には360°マイナスした値を用いた。すなわち、第一当事者からみて、右方向に太陽が存在する場合には、プラスの値となり、左方向に存在する場合にはマイナスの値となる。

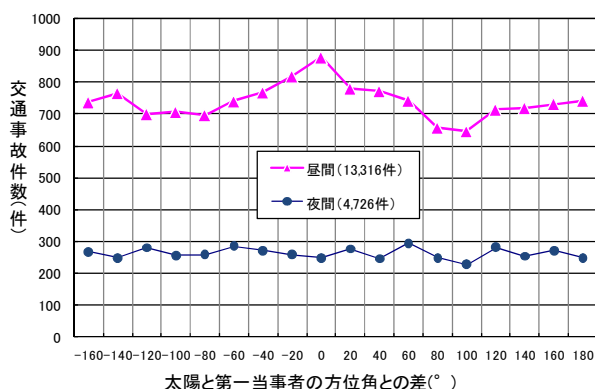
そのうえで、算出された方位角の差を20°単位でまとめた。0°というのは、方位角の差が-10°～+10°であるものであり、順に20°単位でまとめたものである。

図-2から明らかなように、昼間においては太陽の位置が第一当事者の正面にある場合には、他の位置と比較して交通事故件数が多いことが示された。一方、夜間においては、ほとんど方位角による差がないことが示された。

道路の路線方向は太陽の方向に関係なく建設されており、そのうえ、ほとんどの道路は上りと下りが存在する。そのため、道路を走行する車両の進行方向は太陽の方位角に左右されないといえるため、車両の進行方向と太陽の方位角は、互いに独立の関係にあるといえる。よって、方位角差を等角度だけ区切って分類し

た場合には、全車両の運転者が体験する太陽位置の頻度は等しいといえる。

すなわち、昼間においては、太陽の眩しさが原因となって交通事故が増加しているのではないかと考えられる。



図－2 太陽と第一当事者の方位角差別の交通事故件数

(2) 天頂角別の比較

北緯 35 度 30 分の地点（千葉県庁は約北緯 35 度 36 分）においては、夏至における太陽の南中高度は約 78° になり、冬至の南中高度は約 31° になる。このときの天頂角は、それぞれ約 12° と約 59° ということになる。すなわち、全日において太陽は最も低くても、天頂角が 59° までは登ってくることになり、天頂角が 12° 以下になることはないといえる。

表－1 は、太陽の天頂角別の交通事故件数を示したものである。表頭に記載された「東（午前）」とは、太陽の位置が真南方向より東に位置している交通事故を集計したものであり、「西（午後）」とは、太陽の位置が西に位置している交通事故を集計したものである。天頂角が 90° を超えているものは示しておらず、昼間に発生した事故のみを分析している。これから明らかのように、太陽の天頂角が 50～80° の範囲内で交通事故が多く発生している。そのうえで、天頂角が 80° を超えた状態、すなわち、太陽が地平線に近づく直前には交通事故件数が減少している。

このような結果となった理由としては、天頂角が

表－1 太陽天頂角別の交通事故件数

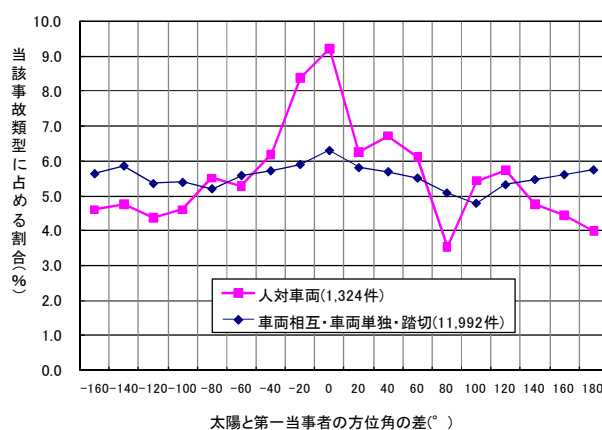
天頂角	東(午前)	西(午後)	合計
10～20	248 (49.0%)	258 (51.0%)	506 (100.0%)
20～30	494 (49.3%)	508 (50.7%)	1,002 (100.0%)
30～40	617 (52.0%)	569 (48.0%)	1,186 (100.0%)
40～50	885 (51.2%)	843 (48.8%)	1,728 (100.0%)
50～60	1,317 (49.5%)	1,344 (50.5%)	2,661 (100.0%)
60～70	1,247 (48.9%)	1,301 (51.1%)	2,548 (100.0%)
70～80	986 (44.7%)	1,218 (55.3%)	2,204 (100.0%)
80～90	471 (31.8%)	1,010 (68.2%)	1,481 (100.0%)
合計	6,265 (47.0%)	7,051 (53.0%)	13,316 (100.0%)

50～80° においては、太陽が眩しく感じられることや、天頂角が 80° を超えると地形や建物の状況により、太陽が見えなくなることが多いためと考えられる。また、太陽が東方向に位置している時間帯に発生した事故は、天頂角が 70° 以上のものが西方向に位置しているものより少なくなっている。これは、日の出直後の早朝時間帯であり、交通量や経済活動が少ないためと考えられる。

(3) 事故類型別の比較

図－3 は、昼間に発生した交通事故を抽出して事故類型別に、太陽と第一当事者の方位角差別の発生割合を比較したものである。これをみると、人対車両、車両相互・車両単独・踏切とも、方位角差が 0° の付近で交通事故発生の割合が高くなっている。

特に、人対車両事故の場合には、方位角差が 0° 付近での交通事故発生割合が高くなっており、車両の運転者は、太陽の眩しさにより歩行者が発見しづらくなっていることが想定される。



図－3 事故類型別の方位角差別の交通事故発生状況（昼間）

(4) 事故類型(車両相互事故)別の比較

図－3 に示した 11,992 件の車両相互・車両単独・踏切事故の中で、車両単独事故と踏切事故を除いた純粋な車両相互事故は 11,802 件を占めている。そこで、次に、この 11,802 件を対象として、様々な車両相互事故の事故類型別に、方位角差による事故発生状況の相違について分析を行う。

図－4 は、昼間に発生した車両相互事故を抽出して、事故類型別に、太陽と第一当事者の方位角差別の発生割合を比較したものである。これをみると、人対車両事故での分析でみられたほどの大きな差はみられないものの、右左折時、出会い頭において、方位角差が 0° の付近での交通事故発生割合が高くなっている。これらの事故類型は他の事故類型に比べて太陽の眩しさの影響を受けやすいものと推察される。

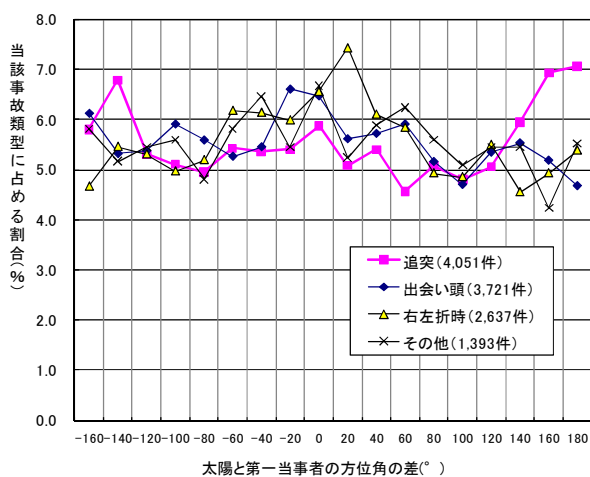


図-4 各種車両相互事故の方位角差別の交通事故発生状況(昼間)

6. まとめ

本研究では、千葉県警による交通事故発生時の緯度経度と進行方向ベクトルが記録された交通事故原票のデータを用いて、交通事故発生時に当事者の進行方向と太陽の位置を計算し、太陽の眩しさが交通事故発生に与える影響について分析を行った。

その結果、太陽が第一当事者からみて眩しいと考えられる位置に存在する場合には、交通事故が比較的多く発生しており、太陽の眩しさが交通事故に悪影響を与えていることが想定された。

事故類型別に分析すると、人対車両事故や右左折時、出会い頭等において、太陽の正面に近い状況での事故割合が高くなっていた。すなわち、太陽が正面に近づくほど、歩行者等は非常に発見されづらくなっていることが考えられる。また、比較的複雑なタスクが要求される右左折時や交差点進入時にも、太陽の正面に近い状況での事故割合が高くなっている。複雑なタスクを要求される状況においての太陽の眩しさの影響ではないかと考えられる。

7. 今後の課題

今後の課題としては様々なことが考えられるが、第一に、天頂角別の発生頻度を算出することが必要である。すなわち、太陽が見える方向や時間帯は、地点毎に異なっており、何らかの基準により、各地点の日照時間や太陽の位置を算出し、天頂角の発生頻度を定量化する必要がある。

また、各地点における太陽が実質的に見えなくなる時刻を算出することも必要である。すなわち、天頂角が 80° を超えていると交通事故件数が減少する傾向にあるが、太陽の眩しさの影響を定量化することが可

能になることが考えられる。このためには、GIS を活用して、地形や建物を GIS に搭載したうえで、交通事故発生地点における日照状況を決定する必要がある。

また、太陽が真正面に存在するときには、運転に影響が出ることは容易に想定できる。真正面から左右方向に少しずれた場合にも運転に影響が出ると考えられるが、対策を検討するには定量化が必要である。図-2をみると、左右両方向とも 70° くらいまでは影響が出ていることが想定されるが、人間工学的な観点からの検証も必要となってくる。

今回の研究で活用した交通事故データは、千葉県内のものだけである。進行方向ベクトルが全国の交通事故原票に記録されれば、太陽の眩しさの影響が詳細に分析できる可能性があり、今後の展開が期待されるところである。

参考文献

- 1) (財) 交通事故総合分析センター自主研究報告書：天災地変が交通事故に及ぼす影響に関する調査研究、2002
- 2) 村上拓彦：太陽天頂角・太陽方位角の算出方法、<http://ffpsc.agr.kyushu-u.ac.jp/forman/murata/>