

運転者の視線を考慮した歩行者事故の分析*

Analysis of Pedestrian Accidents Based on Drivers' Eye Movement*

萩田 賢司**・森 健二***

By Kenji Hagita**・Kenji Mori***

1. はじめに

四輪車が横断歩行者をはねる交通事故は、運転者が歩行者を見落としたり、発見が遅れたときに多発している。このような事故を防止するためには、運転者の認知・判断ミス进行分析する必要がある。

歩行者の横断事故を防止するための対策としては、運転者や歩行者に対する交通安全教育等とともに、運転者に歩行者を認知しやすくさせるような交通環境を整備することも非常に重要である。そのためには、運転者が運転中に目を向けている方向、すなわち運転者の視線について着目することも必要である。運転者の認知状況を客観的に把握するには、アイマークレコーダーの活用が有効であり、これまで運転者の注視挙動に関して、多くの知見が蓄積されている。しかし、ある特定の方向を注視するが故に発生すると考えられる交通事故について、注視方向と実際に発生した事故との関連性について述べられた研究はあまりない。

そのため、本研究では歩行者が横断中に四輪車と衝突した事故を分析し、先行研究で得られた運転者の視線に関する知見との比較を行った。そして、運転者の視線方向や道路交通環境が歩行者の横断事故に与える影響を単路部と交差点で考察した。

2. 先行研究

カーブにおける運転者の視線を調査したものとして、三井¹⁾の研究が挙げられる。この研究は、夜間において自発光式の中央線鉈が運転行動に与える影響を調査したものである。その結果、カーブ走行時の運転者の視線は、主にカーブの内側に向けられていることが明らかになった。また、小島²⁾は、昼間に熟練運転者と

初心運転者の注視特性を比較した研究を行った。その結果、熟練運転者、初心運転者ともカーブ走行時の視線は、主にカーブの内側に向けられていることが示された。このように、カーブ走行時の運転者の視線は、カーブの内側を見ている時間が長く、カーブの外側への注意が散漫であることが窺える。Land³⁾らは、乗用車のステアリングの切り角と運転者の視線の関係を調査し、カーブ進入前からカーブ走行時にかけて、運転者の視線がカーブの内側に向けられていることを示した。市村⁴⁾は、林道においてアイマークレコーダーを用いて、運転者の視線の調査を行い、カーブ走行時には、カーブの内側を凝視している時間が長いことを示した。

一方、交差点を対象とした研究として、内田⁵⁾らは、右折時の運転者の視線移動パターンを分析した。運転者は右折時には、前方側の横断歩道の入口付近は注視することもあるが、手前側の横断歩道入口付近は、ほとんど注視していないことを示した。

このような先行研究をまとめると、昼夜、運転技能、地点等に関わらず、運転者はカーブや屈折時に、視線を内側に向けていることが明らかである。また、交差点においては、運転者から向かって手前側は凝視されにくいことも考えられる。こうした特徴が事故発生の多さに反映されるかを検証するため、本研究では運転者の視線が歩行者事故に与えている影響を、交通事故データから分析した。

3. 分析対象事故

平成8～12年の警察庁の交通事故統計データを用いて分析を行った。表-1に示すように、この5年間の交通事故件数は410万件余りである。単路部を対象とした分析では、信号機が設置されていない横断歩道外を横断中に四輪車と横断歩行者が衝突した65,943件の事故を対象とした。

また、単路部で事故当事者となった四輪車と横断歩行者の位置関係は、図-1に示すとおりである。四輪車が道路の左側から横断してきた歩行者と衝突した事

*キーワード：交通管理、交通安全、交通制御

**正員、科学警察研究所交通部交通規制研究室
(千葉県柏市柏の葉6-3-1)

TEL:04-7135-8001、FAX:04-7133-9187

***正員、工修、科学警察研究所交通部交通規制研究室
(千葉県柏市柏の葉6-3-1)

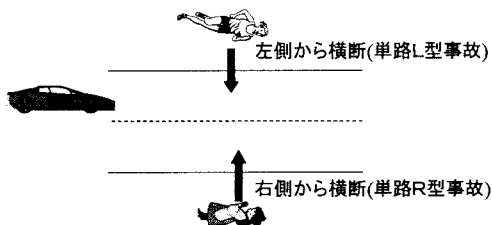
TEL:04-7135-8001、FAX:04-7133-9187

故を単路のL型事故、道路の右側から横断してきた歩行者と衝突した事故を単路のR型事故と定義した。

表－1 交通事故件数(平成8～12年)

	件数	割合(%)
全事故	4,137,658	100.0
人対車両事故	402,174	9.7
単路の横断歩道外で四輪車と歩行者が衝突した事	65,943	1.6
交差点で四輪車と横断歩行者が衝突した事故		
左折時*	7,706	0.2
右折時*	41,949	1.0
直進時*	61,156	1.5

* 横断方向は一部のみを対象



図－1 単路部での歩行者の横断方向と四輪車の位置関係

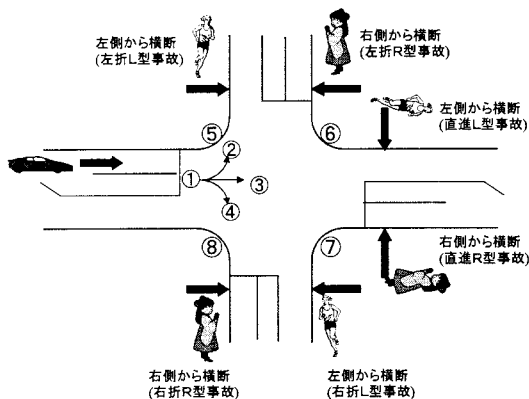
交差点においては、事故発生時の四輪車と横断歩行者の行動は図－2の丸数字で表示されている軌跡で記録される。すなわち四輪車の進行方向は、交差点進入方向を①として右折は①→④、直進は①→③、左折は①→②のいずれかが記録される。そして、歩行者の進行方向は図－2に示す⑤～⑧の位置番号で、横断軌跡を記録する。

また、運転者からみて、左側からの歩行者との事故をL型事故、右側からの歩行者との事故をR型事故とし、表－2に示す組み合わせについて分析した。例えば、四輪車が右折時(①→④)の横断歩行者事故は、歩行者の横断方向が⑦→⑧、⑧→⑦であるものを分析対象とした。よって、分析対象とした交差点で発生した事故件数は、四輪車左折時が7,706件、右折時が41,949件、直進時が61,156件であった。

そして、これらの単路部と交差点の事故を、運転者の視線を考慮して進行方向、横断方向、道路交通環境等の観点から分析した。

表－2 交差点事故における四輪車と歩行者の軌跡

四輪車の挙動	L型事故	R型事故
左折	四輪車①→② 歩行者⑤→⑥	四輪車①→② 歩行者⑥→⑤
右折	四輪車①→④ 歩行者⑦→⑧ 歩行者⑧→⑦	四輪車①→④ 歩行者⑦→⑧ 歩行者⑧→⑦
直進	四輪車①→③ 歩行者⑤or⑥→⑦or⑧	四輪車①→③ 歩行者⑦or⑧→⑤or⑥

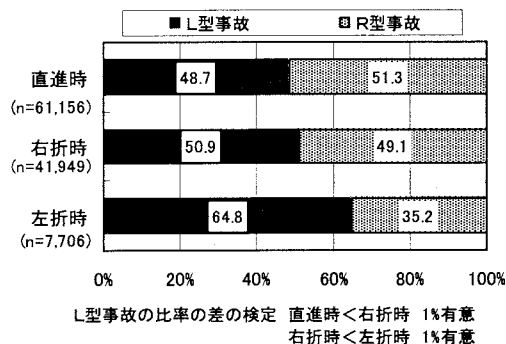


図－2 交差点での歩行者の横断方向と四輪車の位置関係

4. 結果

4.1 交差点事故の進行方向別・横断方向別分析

図－3は、直進・左折・右折時の横断方向別事故発生割合を示したものである。これを見ると左折時は、L型事故の割合が非常に高い。この理由として、左折L型事故は、運転者の死角方向から、歩行者が横断するためであると考えられる。



図－3 交差点事故の進行方向別・横断方向別割合

4.2 昼夜別分析

(1) 単路部事故の昼夜別分析

単路部事故の横断方向を昼夜別に比較したものが図－4である。この結果、夜間はR型事故が50%を超えているが、昼間はR型事故が50%以下であり、夜間は昼間と比較してR型事故の割合が高いことが明らかになった。

日本において車両は左側通行であるため、右側からの横断歩行者が車道内に進入してから四輪車と衝突するまでの時間は、左側からの横断歩行者が四輪車と衝突するまでの時間より長くなる。また、昼間は明るい

ため、運転者が横断歩行者を認知しやすい。そのため、昼間には、運転者が右側からの横断歩行者を認知してから事故を回避するための余裕時間は、左側からの横断歩行者との事故を回避するための余裕時間より長くなると考えられる。よって、R型事故が少なくなると考えられる。

これに対して夜間は暗いため、右側からの横断歩行者を認知しにくい。そのため、横断歩行者との衝突を回避するための余裕時間を横断方向別に比較した場合、認知遅れにより必ずしも右側からの横断歩行者との余裕時間が長くないことが考えられる。

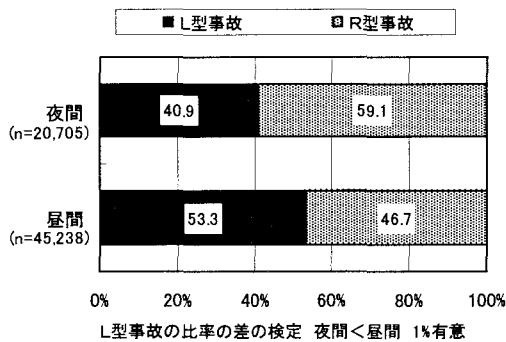


図-4 単路部事故の昼夜別・横断方向別割合

(2) 単路部事故の昼夜別・道路線形別分析

単路部事故の横断方向を昼夜別・道路線形別に比較したものが図-5である。カーブの方向は、四輪車の進行方向を基準としたものである。夜間に着目すると、左カーブにおいてはR型事故の割合が64%、右カーブにおいてはR型事故の割合が51%、直線部においては59%であった。このようにR型事故の割合は、左カー

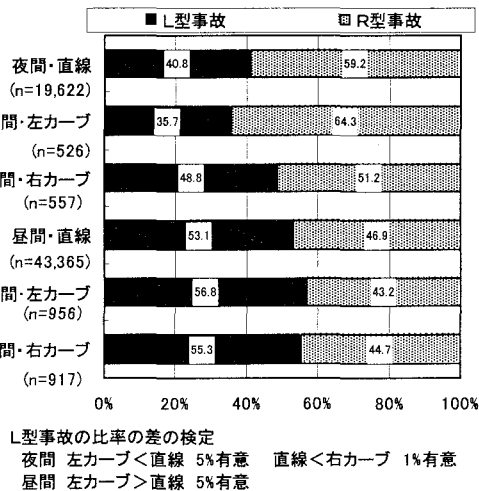


図-5 単路部事故の昼夜別・道路線形別の横断方向別割合

ブが最も大きく、順に直線部、右カーブとなった。このような構成割合となった原因としては、先行研究に見られるように、カーブ走行時に運転者は、カーブの内側を注視することが挙げられる。そのため、左カーブにおいては、直線部や右カーブと比較して相対的に、左からの横断歩行者を発見しやすく、L型事故の割合が低いのではないかと考えられる。

昼間に着目すると、直線部ではR型事故の割合が47%であるのに対し、右カーブではR型事故の割合が44%であり、右カーブでは運転者がカーブの内側を注視しているため、R型事故の割合が小さくなったのではないかと考えられる。しかし、左カーブではR型事故の割合は43%となっており、L型事故の割合が高くなっている。この結果は、カーブの内側を注視しているという先行研究の結果のみでは説明できなかった。

(3) 交差点事故の昼夜別分析

図-6は、交差点事故の進行方向別・昼夜別・横断方向別割合を示したものである。これを見ると、直進時、右折時には、夜間は昼間よりR型事故の割合が高くなることが示されたが、左折時には、夜間は昼間よりR型事故の割合が低くなった。この理由として、直進時、右折時は、昼間には運転者は横断歩行者を発見しやすい。そのため、右側からの横断歩行者との事故を回避する余裕時間が、左側からの横断歩行者との余裕時間より長くなるが、夜間は暗いため、このような傾向が見られないと考えられる。この傾向は、単路部と同様である。一方、左折時も、夜間は暗いため横断歩行者が発見しにくくなるが、右側からの横断歩行者は、左折車の運転者にとって前方を歩行してお

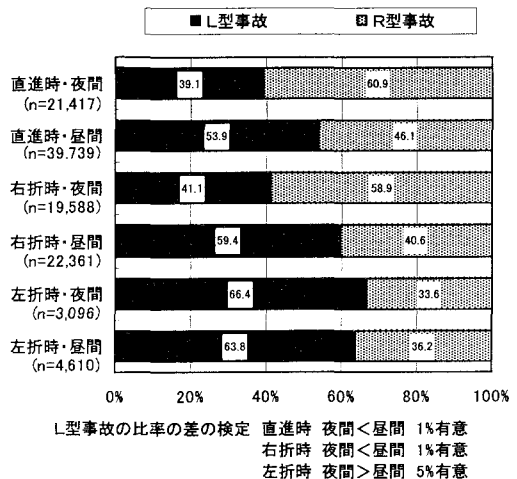


図-6 交差点事故の進行方向別・昼夜別・横断方向別割合

り、運転者の視線方向であるため、比較的発見しやすく、そのため、R型事故の割合が低くなっていることが考えられる。

4.3 防護柵等が事故に与える影響

(1) 単路部事故の歩車道区分別分析

図-7は、単路部事故の昼夜別・歩車道区分別・横断方向別割合を示したものである。“防護柵等あり”は、歩車道を分離するためのデバイスとして、ガードレールや柵が設置されており、これらが歩行者を認知するための障害物となる恐れがある地点である。“防護柵等なし”はこれらが存在しない地点である。昼夜とも“防護柵等あり”の地点では、防護柵等により左側からの横断歩行者が認知しづらくなっているため、L型事故の割合が高くなっているのではないかと考えられる。

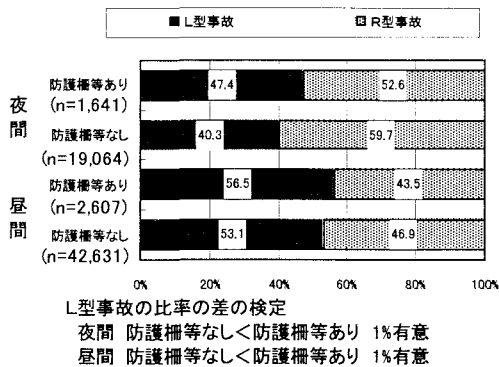


図-7 単路部事故の昼夜別・歩車道区分別の横断方向別割合

(2) 交差点事故の歩車道区分別分析

図-8～9は、交差点事故の昼夜別・歩車道区分別の横断方向別割合を示したものである。図-8は、左折時の昼夜別・歩車道区分別の事故発生割合を示したものであり、昼夜とも“防護柵等あり”のL型事故の割合が高くなっている。左折時のL型事故は、四輪車の進入方向から横断してきた歩行者との事故であり、防護柵等が横断歩行者の認知の妨げになっているために、左折時にはL型事故が多発していると考えられる。

図-9は、右折時の昼夜別・歩車道区分別の事故発生割合を示したものであり、昼夜とも“防護柵等あり”のR型事故の割合が高くなっており、特に夜間はその傾向が強い。右折時のR型事故も同様に、四輪車の進入方向から横断してきた歩行者との事故であり、防護柵等が横断歩行者の認知の妨げになっているために、右折時にはR型事故が多発していると考えられる。

このように、四輪車の右左折時には交差点の進入側の防護柵等により、歩行者の認知が妨げられ、その結

果として、進入側からの横断歩行者との事故がより多く発生していることが窺える。

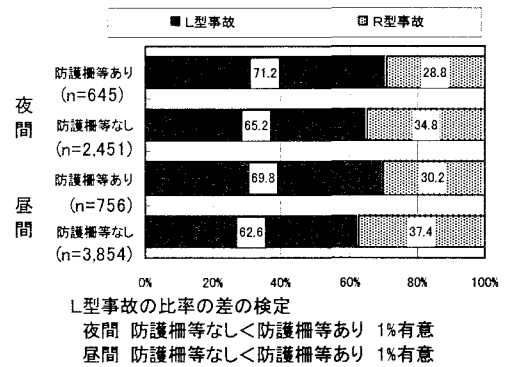


図-8 昼夜別・歩車道区分別の横断方向別事故割合 (左折時)

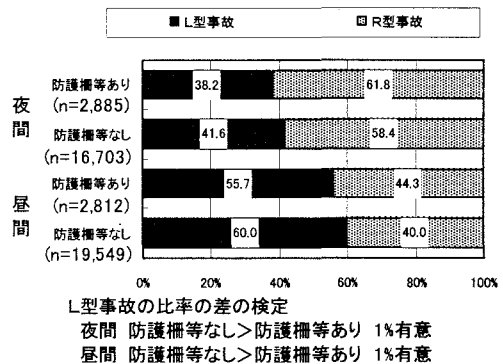
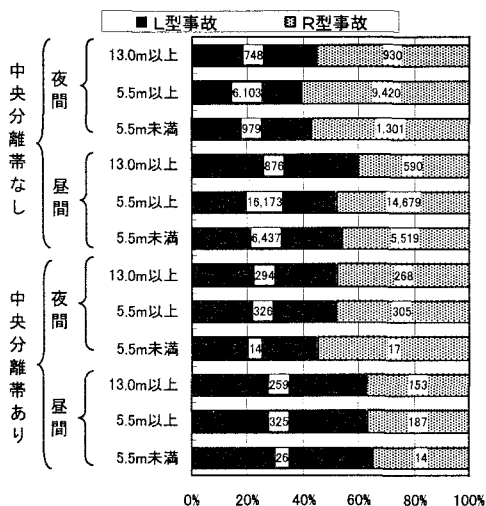


図-9 昼夜別・歩車道区分別の横断方向別事故割合 (右折時)

4.4 車道幅員が事故に与える影響

(1) 単路部事故の車道幅員別分析

図-10は単路部事故の昼夜別・車道幅員別・横断方向別割合を示したものである。この事故では、車道幅員は四輪車の進入道路の幅員を表しており、中央分離帯設置地点では片側車線の車道幅員、中央分離帯非設置地点では、両方向の車道幅員を計測している。そのため、中央分離帯の有無別に分析している。この結果、単路部においては道路幅員とL型事故の割合については明確な傾向は見いだせなかった。



L型事故の比率の差の検定

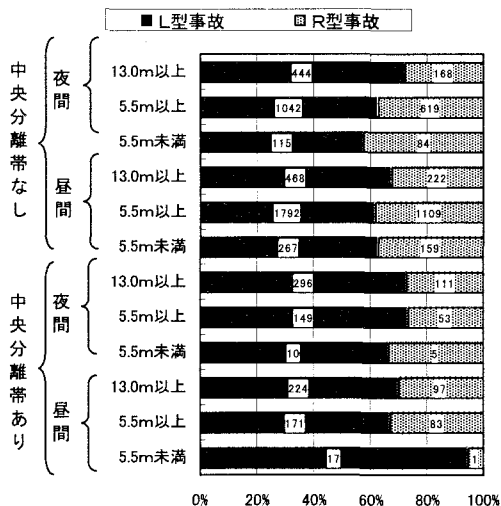
中分なし・夜間 5.5m未満>5.5m以上<13.0m以上 1%有意

中分なし・昼間 5.5m未満>5.5m以上<13.0m以上 1%有意

図－10 単路部事故の昼夜別・車道幅員別の横断方向別割合

(2) 交差点事故の車道幅員別分析

図－11～12 は、右左折時の車道幅員別・昼夜別にみた横断方向別事故割合を示したものである。中央分離帯の有無に関係なく、昼夜とも、左折時には道路幅員



L型事故の比率の差の検定

中分なし・夜間 5.5m以上<13.0m以上 1%有意

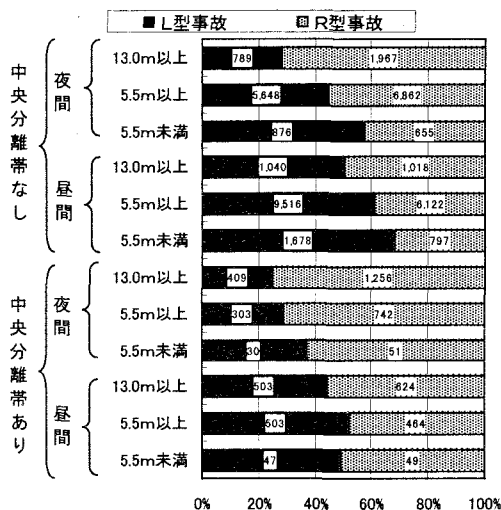
中分なし・昼間 5.5m以上<13.0m以上 1%有意

中分あり・昼間 5.5m未満>5.5m以上 5%有意

図－11 昼夜別・車道幅員別の横断方向別事故割合(左折時)

が大きくなるにつれてL型事故の割合がやや高くなっており、右折時には車道幅員が大きくなるにつれてR型事故の割合が高くなっている。つまり、道路幅員が大きくなるにつれて、四輪車の進入側からの歩行者事故が増加しており、特に、この傾向は右折時に顕著であるといえる。

この理由としては、交差点においては、車道幅員が大きくなるにつれて、特に四輪車進入側の、四輪車から向かって右側を歩いている歩行者が認知されにくくなっていることが考えられる。



L型事故の比率の差の検定

中分なし・夜間 5.5m未満>5.5m以上>13.0m以上 1%有意

中分なし・昼間 5.5m未満>5.5m以上>13.0m以上 1%有意

中分あり・夜間 5.5m以上>13.0m以上 5%有意

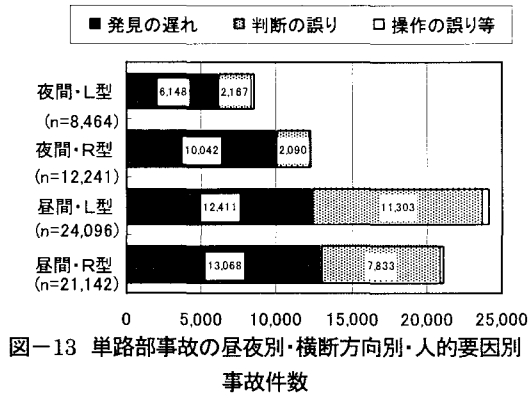
中分あり・昼間 5.5m以上>13.0m以上 1%有意

図－12 昼夜別・車道幅員別の横断方向別事故割合(右折時)

4. 5 人的要因別分析

(1) 単路部事故の昼夜別・横断方向別の人的要因比較

単路部事故を昼夜別・横断方向別に、四輪車運転者の人的要因別の事故件数を示したものが図－13 である。このような歩行者事故を引き起こした運転者の人的要因は、「発見遅れ」、「判断の誤り」、「操作上の誤り等」の3つに分類することができる。「判断の誤り」というのは、「危険でないと思った」、「相手が譲ってくれる、ルールを守る、と思った」といったものであり、これらの多くは、事故の相手方当事者を認識していると考えられる。この結果、割合で見ると夜間においては、「発見遅れ」が約78%を占め、昼間の約56%と比較して、割合が圧倒的に高くなっている。すなわち、夜間は暗いために横断歩行者を見落としていることが示されている。



また、昼間においてR型事故とL型事故を比較すると、人的要因が「発見遅れ」である事故件数はあまり差がないものの、人的要因が「判断の誤り」である事故件数はL型事故が非常に多い。昼間に運転者が歩行者を認知した場合には、右側からの横断歩行者に対する「判断の誤り」を修正するための余裕時間は、左側からの横断歩行者に対する「判断の誤り」を修正するための余裕時間より長くなる。よって昼間には、人的要因が「判断の誤り」であるR型事故が、L型事故より相対的に少なくなると考えられる。

夜間におけるR型事故とL型事故を比較すると、人的要因が「判断の誤り」である事故件数はあまり差がないものの、人的要因が「発見遅れ」である事故件数はR型事故が非常に多い。すなわち、夜間は全体的に暗いため横断歩行者を認知しにくく、特に右側からの横断歩行者を見落としがちになることが示された。この理由としては、すれ違い用前照灯がカットオフの措置をされており四輪車は右前方の対向車線を視認するための光量が小さいこと、対向直進車のヘッドライトの影響によること等が考えられる。

(2) 運転者の人的要因が「発見遅れ」である単路部事故の道路線形別の横断方向比較

四輪車運転者の人的要因が「発見遅れ」である事故では、運転者が適切なタイミングで歩行者を発見できずにいたと考えられる。カーブ走行時における運転者の視線が歩行者事故に及ぼす影響を詳細に分析するために、人的要因を「発見遅れ」に限定して分析を行った。図-14は運転者の人的要因を「発見遅れ」に限定した場合に、昼夜別・道路線形別に歩行者の横断方向を比較したものである。

夜間に発生した事故を道路線形別に比較すると、左カーブではR型事故の割合が71%、直線では62%、右カーブでは52%となっている。すなわち、左カーブではR型事故の比率が高く、右カーブではR型事故の

比率が比較的低い。この原因としては、運転者の視線が向けられていない方向からの横断歩行者と衝突しやすいためであると考えられる。

一方、昼間においては、左カーブ、直線、右カーブともR型事故の割合は51%となっている。昼間では、視線の向きに関係なく、R型事故とL型事故の割合はほぼ等しかった。

すなわち、夜間においては、四輪車運転者の視線がカーブ走行時に一定方向を向いていると、他の方向の横断歩行者を見落としがちになりやすい。しかし、昼間においては、視線方向と視線外の横断歩行者を見落とす確率はそれほど大きな差がないことが窺える。

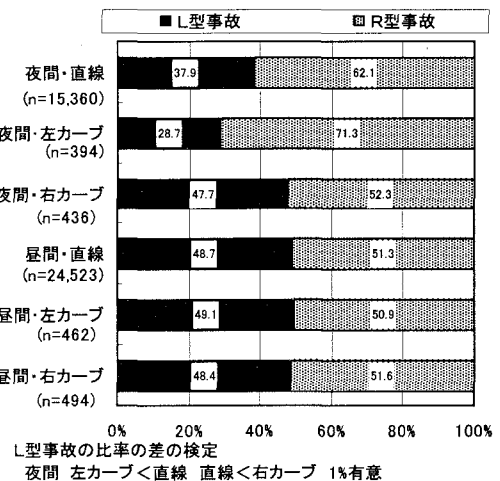
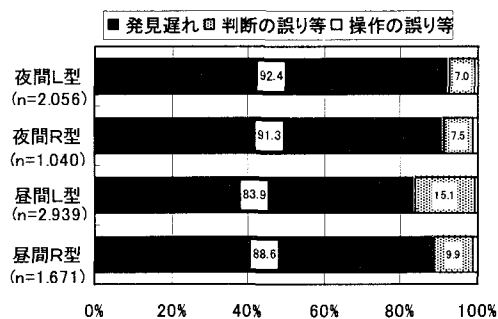


図-14 単路部事故の昼夜別・道路線形別の横断方向別割合(発見遅れのみ)

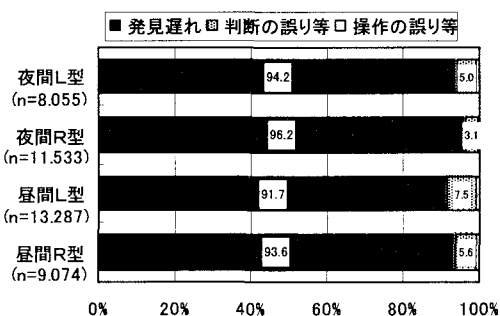
(3) 交差点事故の進行方向別・昼夜別・横断方向別の人的要因別割合

図-15～16は、右左折時の人的要因別・昼夜別にみた横断方向別事故別割合を示したものである。ここでも運転者の人的要因は、「発見遅れ」、「判断の誤り」、「操作上の誤り等」の3つに分類して分析を行った。

これらをみると、人的要因は、右左折時とも昼夜、横断方向に関係なく発見遅れがほとんどである。すなわち、横断歩行者を適切なタイミングで発見できたならば、このような歩行者事故を防止できたのではないかと考えられる。なお、右左折とも昼間のL型事故は、判断の誤りが人的要因となっているものがわずかであるがやや多い。これは、昼間には横断歩行者を発見しやすく、なおかつ、L型事故は歩行者が横断を開始してから衝突するまでに回避する時間が短いからであると考えられる。



図一15 昼夜別・横断方向別の人的要因別事故割合(左折時)



図一16 昼夜別・横断方向別の人的要因別事故割合(右折時)

5. 考察

単路部、交差点における歩行者事故は、左折時に発生した事故を除いて、夜間にR型事故が多発している傾向が見られた。昼間は対向車線上の横断歩行者を認知しやすく、回避行動をとる余裕が大きいのが、夜間は暗いため対向車線上の横断歩行者を見落としがちになるためであると考えられる。

左折時のR型事故は、運転者の視線方向と想定される前方からの歩行者との衝突事故であるため、昼間より夜間が多発していないと考えられる。また、カーブ走行時に運転者の視線はカーブの内側を向いており、そのため、夜間にはカーブの外側からの横断歩行者との衝突事故が増大していると考えられる。これらの原因として、昼間においては、視線がある方向を向いて

いても、他の方向の横断歩行者を見落とす確率はあまり上昇しないと想定される。また、運転中の視線は進行方向を向きがちであり、前照灯も進行方向を照らしている。これらのことも原因となって、夜間においては、視線がある方向を向いていると、他の方向の横断歩行者を見落とす確率は高くなるのではないかと想定される。

歩車道区分用の防護柵等が設置されている地点の事故を分析すると、単路部ではL型事故の割合が、交差点では四輪車の進入側からの横断歩行者との事故の割合が高くなっており、防護柵等が、歩行者の認知を妨げているとためであると考えられる。車道幅員も交差点における歩行者事故の発生割合に大きな影響を与えている。幅員が広い道路ほど、四輪車の進入側からの横断歩行者との事故の割合が高くなっており、これらの歩行者が見えづらいことが窺える。

交差点で発生した歩行者事故の四輪車の人的要因のほとんどは発見遅れであり、発見が早ければ事故を防止できた可能性があると考えられる。一方、単路部では、判断の誤り等も多いことが示された。

このような交通現象を解明するためには、アイマークレコーダー等を利用して運転者の視線を直接計測する研究方法も有力であると考えられる。本研究結果を補完するという意味においても、今後の課題であるといえる。

- 1)三井 達郎：自発光式中央線紙がカーブにおける運転行動に及ぼす影響、科学警察研究所報告、Vol.39、No.1、pp1-13、1998
- 2)小島 幸夫：初心運転者と熟練運転者の運転特性 1. 注視特性について、科学警察研究所報告、Vol.36、No.1、pp30-37、1995
- 3)Land, M.F. and Lee, D.N: Where we look when we steer、Nature、Vol369、pp742-744、1994
- 4)市村 秀樹：注視点の挙動に基づく林道構造の評価に関する研究、静岡大学農学部演習林報告、No.20、pp1-35、1996
- 5)内田 信行、木下 昌裕、松尾 典義、末富 隆雅、斎藤 誠一：交差点右折時における運転者の視線移動パターン、自動車研究、第24巻、第9号、pp21-24、2002

運転者の視線を考慮した歩行者事故の分析*

萩田 賢司**・森 健二***

運転者の視線を考慮して、歩行者が横断中に発生した事故を分析した。昼夜別・横断方向別に事故を分析した結果、左折時事故を除いて、昼間は道路の左側から、夜間は道路の右側から歩行者が横断している事故が多く発生していた。この理由として、運転者は昼間には右側からの横断歩行者が見えやすく、回避余裕があるが、夜間には右側からの横断歩行者が非常に見にくいためであると考えられる。また、夜間には注視方向からの歩行者の事故が昼間と比較して少なくなっていると考えられた。四輪車の進入方向から横断する歩行者は、防護柵等が設置されている地点や広幅員道路では認知されにくいことが想定された。

Analysis of Pedestrian Accidents Based on Drivers' Eye Movement*

By Kenji Hagita**・Kenji Mori***

Pedestrian accidents were analyzed based on drivers' eyes. The analysis was occurred to classify day/nighttime and direction of walking. Except left-turning accidents, accidents of pedestrian from drivers' left-hand side occurred more at daytime than nighttime, and ones from right-hand side occurred more at nighttime. It is easy to detect pedestrians from right-hand side at daytime, but difficult at nighttime. Accidents of pedestrian from direction that drivers gaze occurred less in nighttime. It may be difficult for drivers to detected pedestrians from the same direction in wider roads or roads with guardrails.
