

沿道状況に着目した 主要道路における事故リスク分析

兵頭 知¹・吉井 稔雄²・柴崎 宏武³・白柳 洋俊⁴

¹学生会員 愛媛大学大学院 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番)
E-mail: hyodo.satoshi.07@cee.ehime-u.ac.jp

²正会員 愛媛大学教授 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番)
E-mail: yoshii@cee.ehime-u.ac.jp

³正会員 研究部主任研究員 公益財団法人交通事故総合分析センター
(〒101-0064 東京都千代田区猿樂町2-7-8)

E-mail: h_shibasaki@itarda.or.jp
⁴正会員 愛媛大学助教 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番)
E-mail: shirayanagi@cee.ehime-u.ac.jp

従来の交通事故リスク分析においては、主に曲率や縦断勾配等の道路構造要因、天候などの環境要因および車両感知器等で計測された速度や密度等の交通流要因が考慮され、それらの要因が交通事故リスクに及ぼす影響について分析がなされてきた。一方で、近年では大都市圏との比較において、地方部での交通事故リスクが高い傾向にあることから、各地域における道路幾何構造、沿道利用状況の差異、住民の交通行動特性や安全意識の差異を検討することの必要性について議論が行われている。そこで本研究では、主として沿道状況の差異に着目し、大都市圏と地方部における一般国道を対象とした交通事故リスク分析を行い、道路幾何構造と沿道状況が事故リスクに与える影響を把握する。

Key Words : *accident risk, highways, road geometry, land use*

1. はじめに

交通事故の死者数は平成26年までに14年連続で減少してきたが¹⁾最近は通減傾向となり、平成27年には前年より若干増加するなど、既存の事故対策による効果が限界を示し始めているものと考えられる。このため、事故発生要因を抽出し、有効な対策を確立して実施していくことが重要となる。交通事故については、道路構造、道路環境および交通流等の要因が絡み合って発生することが知られており、それら要因と事故発生との関連については、これまで多数の分析が行われ、多くの有用な知見が蓄積されている。

一方、近年では、都市圏との比較における地方での交通事故の危険性の高さが指摘されており²⁾、その土地における交通行動特性、住民の安全意識および土地利用や沿道の状況など地域性による違いについて検討することの必要性についても議論が行われている。既存の事故多発地点や特定箇所を特定・抽出する事故対策に対して、地域別の予算や効果を反映した合理的な交通事故対策の構築が期待されている。

交通事故と地域性あるいは沿道状況の違いに着目した既往研究としては、以下のものが挙げられる。例えば、

小嶋³⁾らは、地域性と交通事故の関連に着目して、アンケート調査より得られた都道府県別の気質と、事故類型ごとの交通事故発生件数の間の相関関係について共分散構造分析を行っている。その結果、「のんびり」や「親切」の気質が少ない地域特性が追突事故や右左折事故に対して影響を与えることなどを指摘している。また、大柳⁴⁾は埼玉県内の事故を対象に分析を行い、交通行動の違いや地域内外における交通行動に対する認識の違いが交通事故の発生に影響を与えていることなどを報告している。また、若者事故の特徴および地域性と交通事故の関係性に着目した研究として、交通事故総合分析センター⁵⁾は、47都道府県を対象に年齢層別に各県の人口あたりの事故件数を分析している。その結果、若者事故については、全国におしなべて同様の傾向ではなく、それらの傾向は地域間によって差異が生じることなどを指摘している。一方、塩見⁶⁾は、事故発生要因の内、交差点幾何構造に着目して、それら要因が事故リスクに与える影響について県別に分析している。具体的には、交差点構造特性として、停止線間距離、横断歩道長、横断歩道セットバック距離、交差角度、交差点枝数などの変数を考慮して、滋賀県、香川県および愛知県の全365カ

所の交差点を対象に事故リスク要因を分析している。その結果、停止線間距離、横断歩道長、横断歩道のセットバック距離の変数が有意に事故リスクに影響を与えることや事故類型別に県別の事故リスクは異なることなどを示している。

これらに対して、本研究では、大都市圏と地方部における一般国道を対象とした交通事故リスク分析を行い、道路幾何構造と沿道状況が交通事故リスクに与える影響を把握する。

2. 分析方法

(1) 事故リスクの定義

本研究では、事故リスクを時間帯別の走行台キロで除することにより基準化した事故件数と定義して、式(1)より算出する。

$$R_{ij} = \frac{N_{ij}}{q_{it} L_i \times 365} \times 10^8 \quad (1)$$

ここで、

R_{ij} : 道路区間*i*の事故形態*j*の時間帯*t*における事故リスク [件/億台・km]

N_{ij} : 道路区間*i*で1年間に発生した事故形態*j*の事故件数[件/年]

q_{it} : 道路区間*i*の時間帯*t*における時間交通量[台/時]

L_i : 道路区間*i*の道路延長[km]

である。

(2) 事故リスクに影響を与える要因

事故リスクについては、交通量、道路環境、沿道の土地利用状況、その地域の公共交通機関の多寡および運転者の技術および安全意識など多くの要因が影響すると考えられる。そこで、本研究では以下に示す要因に着目して、事故発生の傾向について整理する。

a) 道路構造要因

道路構造要因により、事故の発生の傾向は異なると考えられる。このため、本研究では道路構造に関わる変数として、車線数、無信号交差点数および信号交差点数を考慮する。

b) 地域性・沿道状況

地域が異なるとその地域における交通状況も異なると考えられ、特に交通混雑の状況の違いは事故発生に影響を与えると考えられる。そこで、これらの地域性を要因として考慮する。ここでは、地方の主要道路として愛媛県の直轄国道、都市の主要道路として東京都の直轄国道をダミー変数としてそれぞれ考慮する。また、沿道状況の土地利用の違いがある場合、それらの違いが事故発生

に影響を与えると考えられる。具体的には、道路の沿道に商業施設などが多く立地している場合とほとんど道路の周辺に立地がない山地部を比較すると、沿道上の施設へ出入りする交通量に違いが生じると考えられる。そのため、山地部と比べてDIDなどの市街部の道路リンクでは道路に面する施設に出入りする車両が多く、その車両と接触する機会や出入りにより減速する機会が増大することで追突事故のリスクが高くなることなどが考えられる。したがって、沿道状況についても要因として考慮する。また、代表沿道状況については「DID(人口集中地区)」、「その他市街部」、「平地部」および「山地部」の4つの沿道状況に区分される。なお、「DID」とは、「市区町村の区域内で人口密度の高い(約4,000人/km²以上)調査区が互いに隣接して、その人口が5,000人以上の地域」を示している。「その他市街部」とは、DIDに含まれないが調査路線の道路の両側に人家が連担していて、車両の運転手から見て市街部を形成しているところをいう。「平地部」とは人家が連担していない地域で、平野など道路の縦断勾配が比較的ゆるやかな地域をいう。「山地部」とは山地、丘陵及び山麓等をいい、線形条件が厳しい地域を示す。

c) 時間帯

時間帯により利用者や車種構成が変化することが予想され、それにより交通特性も異なるため、事故発生にかかわる影響要因も変化すると考えられる。このため、本研究では時間帯による場合分けを行う。時間帯は、朝(7:00~8:59)、昼間(9:00~16:59)、夕方(17:00~18:59)、夜間(19:00~6:59)の4区分としている。

(3) 事故リスク算定モデル

ここで、各区間および各時間帯における事故発生の確率は式(2)で与えられるポアソン回帰モデルに従うものとする。

$$P(Y_{it} = y \mid \lambda_{it}, l_{it}) = \frac{e^{-\lambda_{it}} (\lambda_{it} l_{it})^y}{y!} \quad (2)$$

$$\lambda_{it} = \exp(a + a' D_{Tokyo} + \sum_j (\beta_j D_{ehime} + \beta'_j D_{tokyo}) x_{ij})$$

ここで、

Y_{it} : 区間*i*, 時間帯*t*における事故発生件数[件]

λ_{it} : 区間*i*, 時間帯*t*の事故リスク [件/台・km]

l_{it} : 区間*i*の時間帯*t*における総走行台キロ [台・km]

x_{i1} : 区間*i*における信号交差点密度 [箇所/km]

x_{i2} : 区間*i*における信号無し交差点密度 [箇所/km]

x_{i3} : 区間*i*における車線数

x_{id} : 区間 i における沿道状況ダミー
 D_{dtime} : 愛媛県ダミー(愛媛県の場合 : 1, それ以外 : 0)
 D_{tokyo} : 東京都ダミー(東京都の場合 : 1, それ以外 : 0)
 a : 定数項
 a', β_j : 未知パラメータとする.

3. 分析データの概要

(1) 分析データ

本研究では、東京都および愛媛県の幹線道路で発生した事故を対象に以下三つのデータを組み合わせて分析をおこなう。

a) 道路交通センサデータ

平成22年度道路交通センサデータ（以下、道路交通センサデータ）からは、路線名、交通調査基本区間番号、区間延長、昼間12時間交通量、24時間自動車類交通量に加え、道路状況調査単位区間における沿道状況、車線数および交差点箇所数などの情報が獲得される。なお、以下では、道路交通センサデータの交通調査基本区間を集計単位として分析を行う。交通調査基本区間とは、「都道府県（2桁）」+「道路種別（1桁）」+「路線番号（4桁）」+「順番号（4桁）」からなる11桁の番号で、路線の起点から終点に向けて昇順となるように分割された道路区間を示す。

b) 交通量観測データ

本研究では、交通量観測データとして、平成22年度道路交通センサの一般交通量調査の時間帯別交通量表より得られたデータを用いる。同データには、1時間、上下方向別、車種別および時間帯別交通量のデータが記録されている。

c) 交通事故データ

交通事故データについては、平成24年から平成26年の3年間において、愛媛県に関しては、愛媛県警の交通事故原票に基づく事故データ、東京都に関しては、交通事故総合分析センター（以下、ITARDA）で集計された事故データを用いた。同データからは、交通事故が発生日時、場所および事故要因、事故類型などの情報が獲得される。

なお、事故発生の場所については経度・緯度の位置情報により特定され、その情報を基に事故発生場所と各交通調査基本区間の直線距離を算出し、事故発生場所の最近傍に当たる交通調査基本区間を事故発生道路リンクとして対応付けている。同期間中、対象道路ネットワーク内で発生した全事故のうち右左折事故、出会い頭事故、追突事故および車両単独事故の発生件数は、述べ2,901件（愛媛県 1,384件、東京都内 1,517件）である。同事故

の内訳については、図-1に示すように対象ネットワークでは、右左折事故、出会い頭事故および車両単独事故と比較して、追突事故の割合が最も高く。本分析では、まず、両都市において最も多く発生している追突事故を分析対象とする。ただし、本分析では対象路線上下別に事故件数を集計しているが、対象とした事故のうち上下線の区別が不明な事故に関しては上下線それぞれに1件ずつ重複して計測していることに注意されたい。

(2) 分析対象期間

平日と休日では、ドライバー特性が変化すると考えられる。このため、分析対象期間については平成24年1月1日～平成26年12月31日3年間の1,096日の内、土日・祝日を除いた平日745日を対象とする。

4. 分析対象区間の概要

(1) 分析対象ネットワーク

本研究における分析対象とする道路ネットワークは、地方の主要道路の代表路線に愛媛県の直轄国道R11, R33, R56, R192およびR196の5路線を選定する（図-2(a)参照）。そして、都市の主要道路に東京都の直轄国道R1, R4, R6, R14, R15, R17, R20, R246, R254, R357の10路線を選定する（図-2(b)参照）。

(2) 分析対象区間

本分析の対象区間は、道路交通センサデータの交通調査基本区間のうち、直轄国道の区間および24時間の交通量観測区間を対象とした。さらに、ここでは、対象道路区間が短い場合、事故リスクを過大に評価する可能性があるため、同影響をできるだけ排除するため区間延長が1km以上の区間のみを対象とする。その結果、対象路線を上り下り方向に区別した計274区間（愛媛188区間、東京86区間）を対象に事故発生要因と事故の関連を分析する。

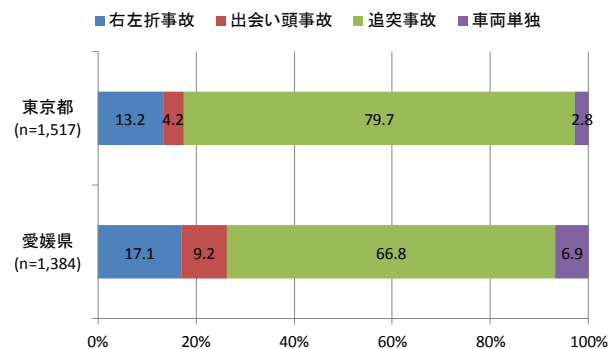
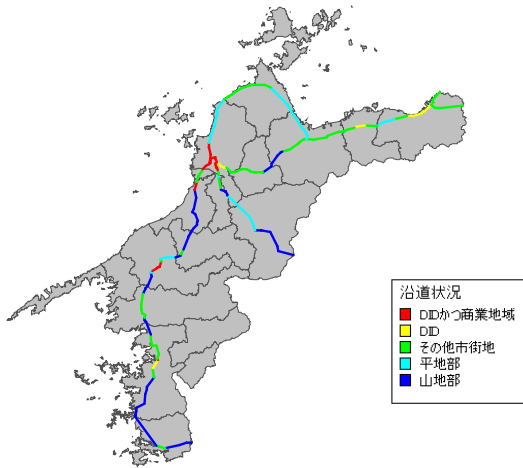
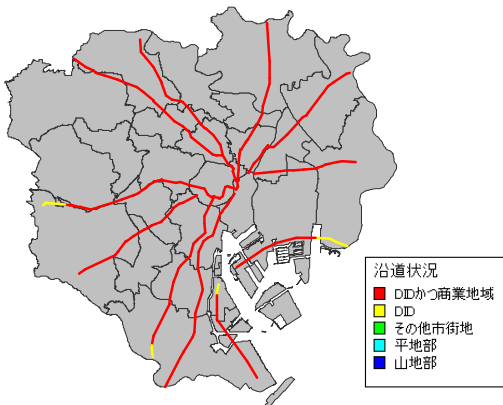


図-1 地域別交通事故発生件数の構成比



(a) 愛媛県直轄国道 (総延長 377.4 km)



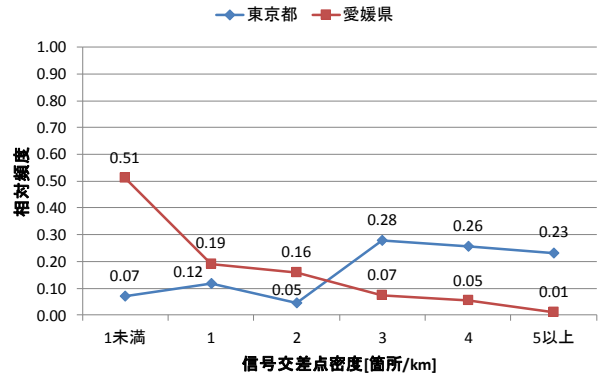
(b) 東京都内直轄国道 (総延長 147.8 km)

図-2 対象道路ネットワーク

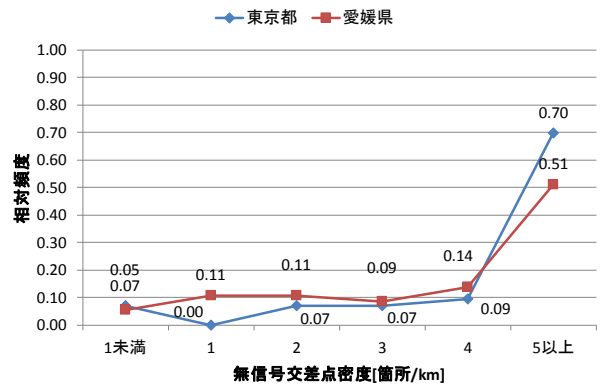
(3) 道路状況の都市間比較

ここでは、東京都と愛媛県の直轄国道の道路状況の差異について、道路状況の特性を示す各要因の都市間比較を行う。具体的には、信号交差点密度、信号無し交差点密度、車線数および土地利用状況を考慮して、東京都と愛媛県のそれぞれの道路区間分布についての比較を行う。なお、それぞれのカテゴリーの道路区間数を各道路区間数の合計値で割った値を各カテゴリーの相対頻度としている。まず、図-3(a)には、信号交差点密度別相対頻度の比較結果を示す。結果より、交差点密度が3箇所/km以上の比較的高密度の割合は東京都の方が高く、2箇所/km以下の割合については、愛媛県の方が高いことが分かる。図-3(b)に、無信号交差点密度別の比較結果を示す。結果より、5箇所/kmについて愛媛県と東京都の割合を比較すると、東京都の方が割合が高くなっていることが分かる。これは、愛媛県に比べ、都市部である東京都の方が交差する道路の数が多いことが推察される。

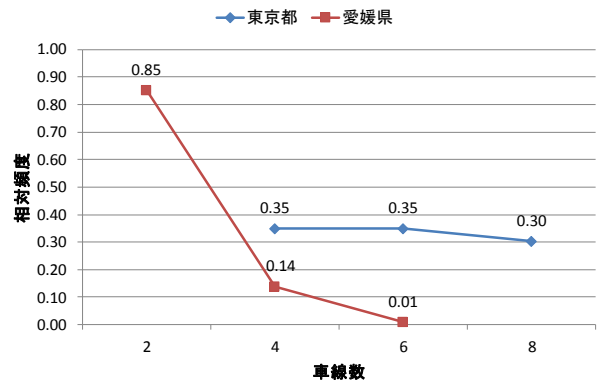
次に、図-3(c)に車線数別の比較結果を示す。



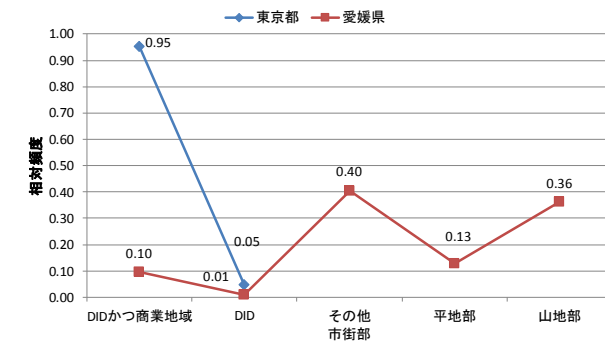
(a) 信号交差点密度別の相対頻度分布



(b) 無信号交差点密度別の相対頻度分布



(c) 車線数別の相対頻度分布



(d) 沿道状況別の相対頻度分布

図-3 道路状況別相対頻度分布の都市間比較結果

同図より、4車線以上の道路区間の割合は東京都の方が高く、2車線区間の割合は愛媛県の方が高いことが確認できる。図-3(d)に沿道状況別の比較結果を示す。結果に示すように、DIDかつ商業地域の道路区間の割合は東京都の方が高く、DIDを含む地域以外の非市街地の割合は愛媛県が高いことが分かる。なお、ここで今回対象とした東京都のすべての道路区間は、DIDかつ商業地域・DIDのいずれかであることを注意されたい。

以上の結果より、両都市の道路幾何構造および沿道状況の道路区間の分布は大きく異なることから、道路状況の程度に大きな差があることが分かる。

5. 分析結果

(1) 基礎集計の結果

ここでは、事故リスクに影響を与える要因と事故リスクの関係について基礎的な分析を行う。今回の分析では、事故リスクに影響を与える要因として、5つの変数を取り上げ、各変数と事故リスクの関係を集計し分析を行った。まず、信号交差点密度と事故リスクの関係を図-4に示す。結果に示すように、愛媛県では交差点密度が増大するに従い事故リスクも増大する傾向を示している。対して、東京都では、交差点密度が3箇所/kmまでは、密度の増大に伴い事故リスクも増大する傾向を示しているが、3箇所/km以上では、事故リスクはほぼ一定値に推移している。無信号交差点密度と事故リスクの関係を図-5に示す。結果より、両都市において、概ね交差点密度が増大するに従い事故リスクも増大する傾向を示している。車線数別事故リスクを図-6に示す。同図に示すように、愛媛県では、車線数の増大に伴い、事故リスクは増大傾向を示している。東京都においては、6車線区間が最大の事故リスクを示している。次に、沿道状況と事故リスクの関係を図-7に示す。結果に示すように、DIDかつ商業地域で大きな事故リスク値を示した。また、愛媛県と東京都の同沿道における事故リスクを比較すると、やや愛媛県の方が東京都のリスクより高いが、両都市の事故リスクに明確な差異は認められない。そして、時間帯別の事故リスク結果を図-8に示す。結果に示すように、愛媛県では、朝と夕方において高い事故リスク値を示している。一方、東京都において朝と昼間において高い事故リスク値を示している。以上より、愛媛県と東京都では交通量変動の傾向が異なるため、両都市の時間帯別の事故リスクの傾向に差異が生じたものと推察される。具体的には、愛媛県などの地方部では、ピーク交通量の変化が大きいことが予想され、対する東京都などの都市部においては、ピーク交通量の変化が小さいことなどが予想される。

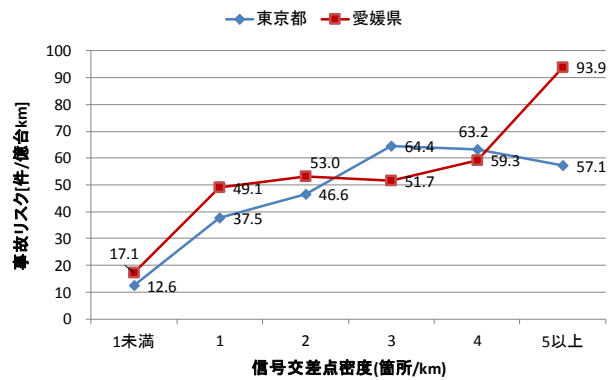


図-4 信号交差点密度別事故リスク

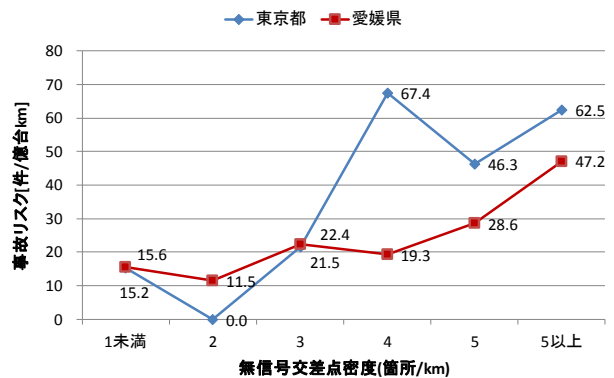


図-5 無信号交差点密度別事故リスク

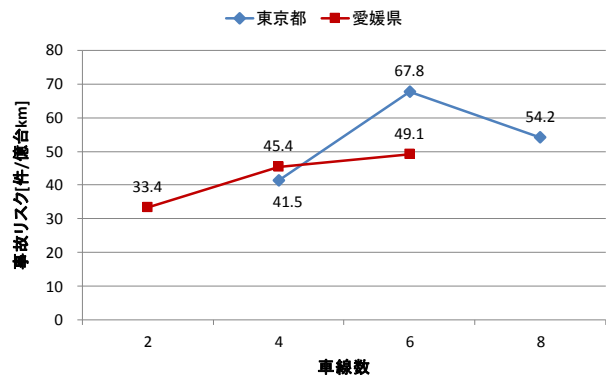


図-6 車線数別事故リスク

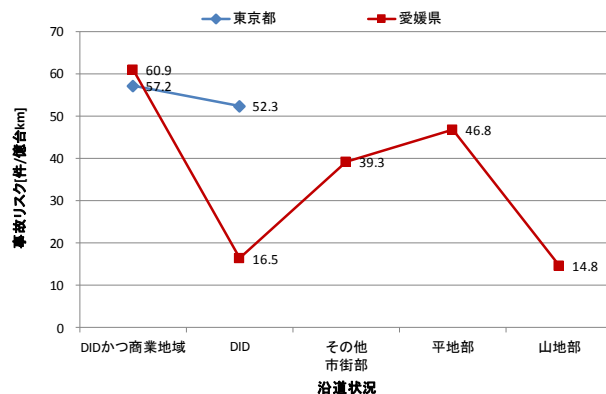


図-7 沿道状況別事故リスク

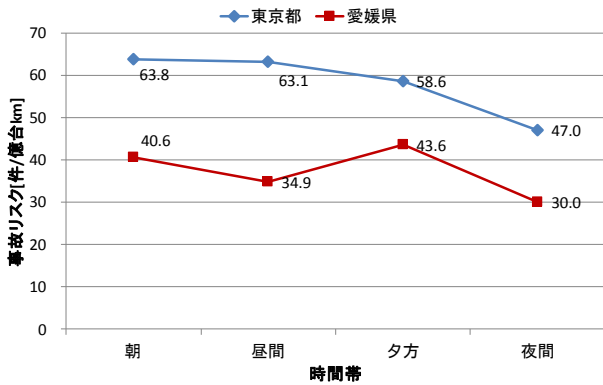


図-8 時間帯別事故リスク

(2) モデル推定結果

表-1に、式 (2) によるモデルを用いて、各時間帯ごとの追突事故リスク算定モデルのパラメータ推定を行った結果を示す。

時間帯間で事故リスクと影響要因との関係を比較すると、時間帯によって有意となる変数に違いはあるが、交差点密度に関する変数（信号交差点密度、無信号交差点密度）、車線数および沿道状況の変数が、多くの時間帯で統計的に有意となる傾向が読み取れる。具体的には、信号交差点密度については、東京都における係数と愛媛県における係数値を比較すると、いずれの時間帯においても愛媛県の方が高い係数値を示している。すなわち、

市街化した東京都より地方都市である愛媛県の方が、交差点密度の増大に伴う事故リスクの増分が大きいことが分かる。車線数については愛媛県では夕方の時間帯を除くすべての時間帯において、有意に負の影響を与えることを示した。一方、東京都では夕方および夜間の時間帯において、有意に正の影響を与えることを示した。これは、愛媛県では本研究で対象とした路線の多くの区間が2車線区間であり、4車線以上の区間に比べて、店舗の出入りなどの影響により減速が発生しやすいことなどから車線数減少に伴い事故リスクが上昇したものと推察される。東京都では、すべての道路区間が4車線以上の区間であるため、車線数増大に伴う交錯機会の増大により、事故リスクが高くなる傾向にあることが推察される。

沿道状況については、DIDかつ商業地域、その他市街部および平地部が事故リスクに有意に影響を与えることを示した。さらに、平地部においては、時間帯に関わらず事故リスクに有意に正の影響を与えることを示した。また、時間帯別に平地部ダミーの係数値を比較すると、夕方において最も高い値を示しており、帰宅ピーク時に事故リスクが高まる傾向が示唆される。そして、地域性については、昼間の時間帯に東京都ダミーが有意に正の影響を与えることを示した。一方で、夜間の時間帯は東京都ダミーが有意に負の影響を与えるとの結果を示した。

表-1 追突事故リスクの推定結果

変数	朝 (7:00~8:59)		昼間 (9:00~16:59)		夕方 (17:00~18:59)		夜間 (19:00~6:59)	
	係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値
定数項	3.03	11.3 **	2.87	13.6 **	2.34	9.71 **	3.17	13.0 **
信号交差点密度×愛媛県D (箇所/km)	0.21	2.63 **	0.38	9.20 **	0.23	3.45 **	0.44	5.87 **
信号交差点密度×東京都D (箇所/km)					0.15	2.89 **	0.06	1.71 **
無信号交差点密度×愛媛県D (箇所/km)	0.07	1.98 **	0.04	1.85 **	0.13	3.54 **		
無信号交差点密度×東京都D (箇所/km)	0.04	2.06 **	0.06	5.93			0.04	3.13 **
車線数×愛媛県D	-0.52	-2.81 **	-0.36	-2.89 **			-0.68	-3.22 **
車線数×東京都D					0.25	2.74 **	0.21	2.65 **
DIDかつ商業地域	0.81	2.96 **			0.38	1.66 *	0.70	3.41 **
その他市街部	0.66	2.43 **	0.33	2.82 **				
平地部	0.80	2.68 **	0.40	2.49 **	1.00	5.42 **	0.73	3.52 **
東京都D			0.77	3.31 **			-1.29	-2.86 **
サンプル数	548		2192		548		3288	
初期対数尤度	-494		-1872		-516		-1246	
最終対数尤度	-463		-1742		-475		-1181	
尤度比指標	0.06		0.07		0.08		0.05	

* 5%有意, **1%有意

6. おわりに

本研究では、大都市圏および地方部における道路幾何構造および沿道状況の違いに着目して、両地域間の事故リスクの差異を把握することを目的に、事故発生要因が事故リスクに与える影響について分析を行った。

その結果、大都市圏と地方部の違いにより、道路幾何構造および沿道状況が事故リスクに与える影響がそれぞれ異なることを示した。具体的には、市街化した東京都より地方都市の愛媛県の方が、交差点密度増大に伴う事故リスクの変化が大きいとの結果を示した。また、車線数については、2車線区間が多くを占める地方部では車線数減少に伴い事故リスクが増大する傾向を示すものの、東京都など4車線以上の多車線道路区間が多くを占める都市圏においては車線数増大に従い事故リスクが増大する傾向を示した。沿道状況については、時間帯に関わらず平地部において高い事故リスクを示した。そして、地域性については、大都市圏では昼間の時間帯において事故リスクに対して有意に正の影響を与えるものの、夜間においては有意に負の影響を与えることを示した。

今後については、交通流状態に関する説明変数の検討のため、感知器データおよびプローブデータ等を用いて

速度などの交通状態量の変数と事故リスクの関係性を明らかにする分析などを引き続き進めていく予定である。

謝辞：最後に、同分析を進めるに際しては、四国地方整備局松山河川国道事務所の平岡氏には貴重なデータを提供頂くなど多大なご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 警察庁：平成 27 年 警察白書，2015
- 2) (公財) 交通事故総合分析センター編：交通統計（平成 26 年度版），2015
- 3) 小嶋文，加藤優実，久保田尚：気質及び交通行動の地域性に着目した交通事故危険性に関する研究，土木計画学研究・講演集，CD-ROM Vol51，2015
- 4) 大柳和紀，小嶋文，久保田尚：交通の地域性と交通事故の関係に関する研究，第 32 回交通工学研究発表会論文集，CD-ROM，2012.
- 5) 若者事故の特徴と地域差交通事故の地域差に関する研究報告書，交通事故総合分析センター，1998. .
- 6) 塩見康博，渡部数樹，中村英樹，赤羽弘和：交差点幾何構造を考慮した交通事故リスク要因の分析，土木計画学研究・講演集，CD-ROM Vol51，2015

(2016.4.22 受付)

AN ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENT RISKS ON THE HIGHWAYS CONSIDERING THE ROADSIDE CONDITION

Satoshi HYODO, Toshio YOSHII, Hiromu SHIBASAKI, Hirotooshi SHIRAYANAGI