令和 2 年（2020 年）
第 23 回　交通事故・調査分析研究発表会

「幹線道路に囲まれた非幹線道路ブロックエリアにおける交通事故リスク評価手法に関する研究」

兵頭　知
客員研究員（日本大学　理工学部　助教）

1. はじめに

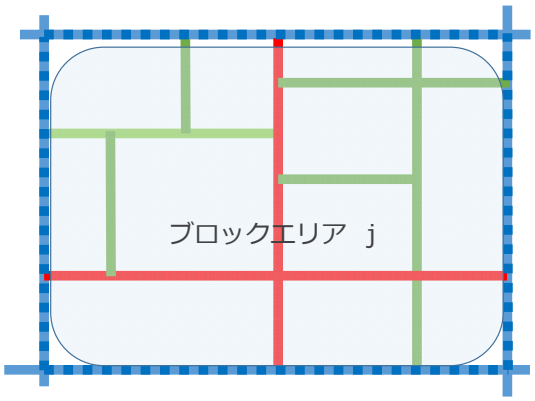
一般的に、道路の種類別に交通事故の発生件数をみた場合、幹線道路に比べて市町村道など非幹線道路において高い割合を占めることが知られている。例えば、平成 30 年における千葉県警察の統計[1)]によると、その内訳については、交通事故発生件数は 60.3%、死亡事故では 45.4%が市町村道等で発生している[1)]。また、歩行者が巻き込まれる事故の割合が高いことも、その特徴の一つとして挙げられる。そのような現況を受け、非幹線道路における安全通行の確保が重要であることは論を待たない。一方、近年では、カーナビ等から個々の車両挙動を示すプローブデータの収集・蓄積が進んでおり、非幹線道路の交通状況の情報収集が可能な状況になりつつある。これらの情報を活用した「鳥の目」的なマクロ事故実態の分析とこれまでの「虫の目」的なミクロの調査分析を両輪で実践することで、より効果的かつ効率的に安全対策を展開することが期待される。また、それらの対策を計画する上で、エリアの特徴を規定する要因と事故の起こりやすさ（以下、事故リスク）との関係性を把握することは非常に重要である。このため、これまでに同関係性を対象にした研究が数多く行われてはいるものの、その多くはエリアの道路特性や沿道特性を対象に分析した研究であり、例えば外周の幹線道路の混雑状況などマクロな交通特性に焦点を当てた分析研究は、筆者らの知り得る限り存在しない。このような背景の下、本研究では、非幹線道路のマクロ交通特性と同エリアにおける事故リスクとの関係性を明らかにすると共に、それらの関係性を包括的に調べる事故リスク評価手法の検討を目的とする。

2. 分析方法

2-1. データ概要

本研究の分析で使用した計 6 つのデータを以下の項にて詳説する。本分析に用いた交通事故データは千葉県警から提供頂いたデータである。これらのデータは発生地点（緯度・経度）の情報に基づき GIS 上で確認することができる。さらに、各地点のデータに対して、発生日時や事故類型などを含めた約 22 の項目が記録されている。対象期間は 2015 年 1 月 1 日から 2018 年 12 月 31 日までの 4 年間であり、その期間に発生した交通事故 34,751 件を分析対象とする。対象の交通事故については、車道幅員が 3.5m 以上、かつ 13.0 m 未満の本研究で定義した骨格幹線道路ブロック内の市町村道路上で発生した事故を抽出した。その他のデータに関して、道路ネットワークデータとしては、 2019 年の DRM データおよび ArcGIS Geo Suite 道路網データ(ESRI 社)を使用した。また、プローブデータは，株式会社 NAVITIME® ジャパンが運営する 携帯カーナビゲーションサービスにて携帯の GPS により取得されたプローブデータを用いた。同データには、集計期間単位のリンク別平均旅行速度、ユニークユーザー数、通過回数等の 41 項目のデータが収録されている。本研究では、千葉県内における 2015 年 1 月 1 日から 2018 年 12 月 31 日の 4 年間収集されたリンクごとのプローブ通過回数、リンク長及び平均旅行速度のデータを

用いる。道路交通センサスデータとして、平成 27 年度道路交通センサス一般交通量調査データに基づき、混雑度のデータ、センサス道路リンクの位置データを参照している。周辺環境データとして、千葉県警により整理されたゾーン 30 設置面積 [2)]、国土数値情報より学校、駅、医療機関の位置情報、DID 面積データ、ナビタイム及びゼンリンよりそれぞれ大型ショッピングモールとコンビニの位置情報などを取得し、それらの情報を使用している。さらに、本研究では非幹線道路に対応する観測交通量データを取得するために、実測調査を実施した。同調査日時は、4 月～7 月の中の平日の晴天時を選び 10 時 00 分から 11 時 00 分までの約 1 時間観測とした。また、その調査場所は特徴の異なる計 50 地点の非幹線道路毎に自動車通過台数観測結果を使用している。



道路の種類	道路幅員	通行法
センサスリンク	13m以上	双方
主要生活道路	5.5-13.0m	双方
区画道路	5.5m未満	双方/一方

図 1. ブロックエリアの概念図

2-2. 事故リスクモデル分析手法

(1)　非幹線道路ブロックエリアの定義

本研究の集計単位であるブロックエリアについては、安全対策地区である幹線道路を境界とする地区との整合を図るために、骨格幹線道路を基に設定される。非幹線道路は主要生活道路と区画道路にて構成され、概念図（図 1）に示すように、センサスリンク（図中の青色の道路リンク）を境界として設定される。また、同エリア面積の大きさに対して、一定の基準化を図る。このため、①ブロックエリア面積：1.0～10.0 [km^2]と②非幹線道路密度：1.0 [km/km^2] 以上の２つの条件に基づきながら、対象ブロックエリアを抽出する。その結果、全 507 エリアの内、287 エリアが分析対象として抽出された。

表 1. 説明変数の一覧

特性	変数	平均値	最小値	最大値
交通特性	周囲幹線道路の平均混雑度	0.90	0.21	1.90
	平均旅行速度（主要生活道路）[km/h]	32.0	0.0	54.4
	平均旅行速度（区画道路）[km/h]	22.9	9.6	53.0
	平均旅行速度分散（主要生活道路）[km^2/h^2]	173.4	0	2947
	平均旅行速度分散（区画道路）[km^2/h^2]	239.4	47.4	5145
道路特性	信号交差点密度（中×中）[箇所/km]	0.16	0	1.26
	信号交差点密度（中×小）[箇所/km]	0.12	0	0.71
	信号交差点密度（小×小）[箇所/km]	0.002	0	0.10
	無信号交差点密度（中×中）[箇所/km]	0.36	0	4.88
	無信号交差点密度（中×小）[箇所/km]	2.60	0.22	7.03
	無信号交差点密度（小×小）[箇所/km]	5.30	0.49	11.7
	道路密度[km/km^2]	11.26	1.24	27.8
	主要生活道路割合	0.23	0	0.89
	幹線道路との接続密度[箇所/km]	0.45	0.19	0.96
周辺環境特性	ゾーン３０設置面積割合	0.01	0	0.33
	学校密度 [箇所/km]	0.06	0	0.88
	駅密度 [箇所/km]	0.01	0	0.43
	大型ショッピングモール密度[箇所/km]	0.008	0	0.19
	医療機関密度[箇所/km]	0.26	0	2.00
	コンビニ密度[箇所/km]	0.09	0	0.75

(2)　ブロックエリア事故リスク

本研究で定めるブロックエリア事故リスクλ_j^mは以下の式(1)にて算定する。具体的には、車両 1 億台 km あたりの交通事故発生件数、すなわち、あるブロックエリアにおける単位総走行台キロ当たりの事故件数にて表現される。なお、ここで集計に用いる事故件数は非幹線道路、すなわち主要生活道路と区画道路にて発生した事故のみを使用する。

$$\lambda_j^m = \frac{N_j^m}{L_j} \tag{1}$$

ここで、j はブロックエリア ID（j=1,2,3. . . ,287） 、N_j^m とは、ある対象期間のブロックエリア j を構成する各リンクで発生した事故類型 m の総事故件数 [件/年]である。また、L_j はある対象期間のブロックエリア j を構成する各リンクの総走行台キロ[億台・km/年]である。

（3） 事故リスクモデル式

本研究では、前節で示したブロックエリアの各特徴量とブロックエリア事故リスクとの関係をポアソン回帰モデルを用いて分析する。具体的には、目的変数をブロックエリアにおける交通事故件数[件]、説明変数を交通特性はじめとする各種要因およびそのオフセット項をブロックエリア走行台キロ[台・km]として定式化する。 このため、モデル式については、以下の式(2)、 (3)に示すように記述する。

$$Y_j^m \sim \text{Poisson}\ (\mu_j^m) \tag{2}$$

$$\ln(\mu_j^m)=a^m+\sum \beta_{jk}^m x_k + \ln(Lj) \tag{3}$$

ここで、Y_j^m はブロックエリア j における事故類型 m（m＝ 車両相互事故、人対車両事故）の年間の事故件数、μ_j^m はエリア j における事故類型 m の年間の期待事故件数 [件/年]、x_k はブロックエリアの特徴を示す変数群（k=1,2,3,・・・, 20）、a は定数項、β は未知パラメータ、L_j はある対象年のブロックエリア j を構成する各リンクの総走行台キロ[億台・km/年]である。また、ブロック内エリアの特徴は交通特性に加え道路特性や沿道状況など様々である。このため、ブロックエリア事故リスクに影響する要因を包括的に分析するため、それら要因についても考慮する。本研究で設定した説明変数を表 1 に示す。ここでは、要因を交通特性、道路特性および周辺環境特性の三つの特性に大別し各特性に応じた計 20 の説明変数を考慮した。

3. モデル推定結果

ポアソン回帰モデルによる推定を行った結果を表 2 に示す。その分析の結果、両モデル共にモデルの適合度を示す尤度比 ρ^2 が 0.36 および 0.40 と高い値を示していることから，良好なモデルであるものと判断できる。次に、各種の変数の影響については以下の通りである。車両相互事故では、①交通特性として、平均混雑度（センサスリンク），主要生活道路および区画道路の平均旅行速度の 3 つの変数が有意なパラメータとして抽出され，主要生活道路および区画道路の平均旅行速度が低下しているリンクを多数有するブロックエリアで事故リスクが高まることが示された。②道路特性として、考慮した変数の内，無信号交差点密度（中×小）を除くすべての変数が有意に影響を与え、例えば道路密度は正の値を示す一方、主要生活道割合は負の値を示し、主要生活道路が高く分担しているほど事故リスクを低下する傾向を示している。③周辺環境の要因として、学校密度，大型ショッピングモールおよびコンビニの施設密度が有意に正の影響を与えており、事故の危険性が高まることが示された。

人対車両事故では、①交通特性として、平均混雑度（センサスリンク），主要生活道路および区画道路の平均旅行速度の影響に加え、区画道路の平均旅行速度の分散が事故リスクに対して正の有意な影響を持つことが示された。②道路特性として、信号交差点密度（中×小）と無信号交差点密度（小×小）が正の影響を示しており，交わる道路種別によって、交差点密度の影響が異なることを示した。さらに、道路密度が高いエリアほど事故リスクが高まるものの、主要生活道路が高く分担しているブロックエリアではその事故リスクは低下する傾向を示した。そして、③周辺環境特性については、集客施設が密に集積されたエリアほど事故リスクは高まる一方で，ゾーン 30 の設置割合の高いエリアでは，車両相互事故と同様，その事故リスクは低下する傾向を示した。

表 2. モデルの推定結果

変数	車両相互事故		人対車両事故	
	係数値	Z-value	係数値	Z-value
定数項	2.58	18.2 ***	0.76	2.67 **
交通特性				
平均混雑度（センサスリンク）	0.34	8.19 ***	0.48	5.93 ***
平均旅行速度（主要生活道路）	-0.03	-11.29 ***	-0.03	-5.10 ***
平均旅行速度（区画道路）	-0.02	-4.68 ***	-0.03	-4.20 ***
平均旅行速度の分散（主要生活道路）	$-1.55*10^{-4}$	-1.57		
平均旅行速度の分散(区画道路)	$-9.55*10^{-5}$	-1.70 *	$2.54*10^{-4}$	3.48 ***
道路特性				
信号交差点密度（中×中）				
信号交差点密度（中×小）	1.36	9.12 ***	0.86	3.19 ***
信号交差点密度（小×小）	-3.51	-2.59 ***		
無信号交差点密度（中×中）	-0.20	-6.47 ***	-0.14	-2.67 ***
無信号交差点密度（中×小）	0.03	1.48		
無信号交差点密度（小×小）	0.08	10.44 ***	0.10	6.82 ***
道路密度	0.02	9.69 ***	0.03	5.67 ***
主要生活道路割合	-0.90	-6.57 ***	-1.34	-4.88 ***
幹線道路接続密度	-0.42	-5.61 ***		
周辺環境特性				
ゾーン３０設置割合	-0.69	-3.03 ***	-1.21	-3.04 ***
学校密度	0.77	3.64 ***	0.83	2.09 **
駅密度	-5.08	-8.05 ***		
大型ショッピングモール密度	3.77	7.33 ***		
医療機関密度	-0.15	-3.23 ***	0.41	5.88 ***
コンビニ密度	1.04	8.22 ***	0.80	3.60 ***
サンプルサイズN	1026		1026	
AIC	5763		3196	
尤度比$\rho 2$	0.40		0.36	

有意水準: '***' : p<0.01, '**' : p< 0.05, '*' : p< 0.1

※ 信号交差点密度（小=幅員5.5m未満, 中=幅員5.5m-13m未満）

4. まとめ

本研究では、千葉県内の非幹線道路を対象に、マクロな交通特性に着目し、エリアの規定要因が交通事故リスクに与える影響を包括的に分析した。具体的には、安全対策地区の適用範囲に基づき幹線道路に囲まれた非幹線道路ブロックエリアを設定し、交通特性の指標を含む規定要因とエリア単位の交通事故リスクとの関係をポアソン回帰モデルにより分析した。その結果、エリア外周の幹線道路の混雑度が高く、かつ当該エリアの主要生活道路および区画道路の平均旅行速度が低下しているエリアでは，そうでないエリアに比べ車両相互事故と人対車両事故共に事故リスクが高まることを明らかとした。また，人対車両事故については、区画道路の平均旅行速度の分散が大きいエリアほど，そのエリア事故リスクが高まるとの結果を得た。さらに，人が集中する施設が集積しているエリアほど人対車両事故リスクは大きく、ゾーン 30 設置割合が高いエリアほど事故リスクは低下することが分かった。今後の課題としては、個々の車両履歴に基づくトリップ長や走行速度の情報を用いて、リンク別の交通特性による違いを考慮するなどの工夫が必要であるといえる。

＜引用・参考文献＞

(1) 千葉県警察本部 HP：交通事故統計資料集
(https://www.police.pref.chiba.jp/kotsusomuka/traffic-safety_hakusyo.html).
(2) 千葉県警察本部 HP：「ゾーン 30」の概要
(https://www.police.pref.chiba.jp/kotsukiseika/traffic-safety_defend-08.html). (了)