

第 部門 過剰分散を考慮した自転車事故のリスク分析

大阪市立大学工学部 学生員 亀井省吾
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 吉田長裕

大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 日野泰雄
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 内田敬

1. 研究の背景と目的

自転車及安全に走行できる空間を提供するためには、既存の道路空間における客観的な安全評価に基づいた問題点の把握や総合的な安全対策の立案が不可欠である。道路空間の安全性評価を客観的に行う方法の1つとして、路線の事故の平均的傾向を読み取れるリスクモデルの構築がある。交通事故は、ランダム事象で所与の時間内においていつ起こるか分からないので、交通事故件数は誤差項に平均と分散が等しいポアソン分布をあてはめてモデル化が行われてきた。しかし、既往研究¹⁾では、実際は平均より分散が大きくなっている過剰分散という現象が生じているのが確認されている。過剰分散を考慮しないと、バイアスのかかったパラメータ推定となる可能性がある。

そこで本研究では、過剰分散に関する知見を得ることを目的とし、正確なリスク分析を行い、自転車事故の性質を把握することを最終的な目的とする。

2. 研究方法

2.1 モデル構築

事故リスクとは単位交通量当たりの事故件数(式1)と考えられてきたが、既往研究より事故件数と交通量の非線形の関係を示すので、式2のように対数を取り整理した形の定数項を本研究では事故リスクと定義する。

$$\alpha = u_i / Q_i^{\beta_1} \dots \text{(式1)}$$

$$\log u_i = \log \alpha + \beta_1 \log Q_i + \sum \beta_i X_i + \varepsilon_i \dots \text{(式2)}$$

u_i : 事故件数(件/年) α : 事故リスク Q : 交通量
 X : 道路線形を表す変数 i : 道路リンク番号 ε : 誤差項
 構築されたモデル式の精度、係数の精度を検証するために、一般化線形モデルを用いる。本研究ではサンプリングと変数を変化させることにより、事故リスクの変化を分析した。過剰分散を考慮できる分布として負の二項分布があげられ、過剰分散の程度を表すものとして過剰分散パラメータ ϕ があり、以下の式で表される。過剰分散パラメータが大きいほど過剰分散していると考えられる。以下の式で過剰分散パラメータが0になると平均と分散が等しくなりポアソン分布となる。

$$\sigma^2 = \lambda(1 + \phi\lambda) \quad (\sigma : \text{標準偏差} \quad \lambda : \text{平均})$$

モデル全体の精度を表すものとして、log likelihood と AIC が上げられる。AIC の値が小さいほど、モデル全体の精度は向上する。本研究では、変数の数を考慮できる AIC を用いて、モデルの精度を検証した。

2.2 対象データ

本研究では、兵庫県の幹線道路を対象として、H17 兵庫県事故データと H17 道路交通センサスを用い、データを整理した(表1)。道路交通センサスの中でも、自転車走行を表すもの(表2)をとりあげモデル式に代入する。

表1 研究対象

路線名	道路区分	区間延長(km)	車両関連事故			自転車関連事故			
			車両×車両	車両×歩行	相手なし	自転車×車両	自転車×自転車	自転車×歩行	相手なし
一般国道	326	1465.1	7319	511	513	1508	113	16	16
地方主要道	139	588.4	2564	289	197	564	41	6	10
合計	465	2053.5	9883	800	710	2072	154	22	26

表2 自転車走行を表す変数

基本暴露量	錯綜条件	走行速度
各種交通量	各種交差点数	路肩
各種区間延長	沿道状況	歩道代表幅員

3. 過剰分散に関する分析結果

まず、サンプリング率を変えることにより、過剰分散パラメータに与える影響を分析した。各サンプリング率ごとにランダムにデータを10回抽出し、パラメータの平均値と分散を比較した。この分析結果(図1)より、サンプリング率ごとに過剰分散パラメータの差に大きな差は見られず、扱う変数を変えなければ、サンプリング率により過剰分散の程度はあまり変わらないことが考えられる。ただし、サンプリング率10%の時には大きなバラツキが見られたので、データセットを調べると、区間延長が偏ったデータセットになっていることが確認された。

次に、モデル式に代入する変数を変えることにより、過剰分散パラメータがどのように変化するかを分析した。ここで、自転車×車両の事故だけでなく、車両×車両の事故も分析にかけることにより、事故類型における比較を行う。また、区間延長を長いものと短いもの(平均3.5km)とに分けることで、過剰分散パラメータに差が出るかを分析した(図2)。

分析結果より、自転車×車両、車両×車両のどちらの事故に関しても、区間延長の長い方が過剰分散パラメータが高い

という結果になった。このことから、区間延長の長いほうがランダムに事故が起こっていない事故発生箇所の異質性が考えられる。

また、事故類型を比べると、自転車×車両の事故の方が過剰分散パラメータの値が大きいことがわかる。このことから、自転車×車両の事故には事故発生箇所の異質性が考えられる。

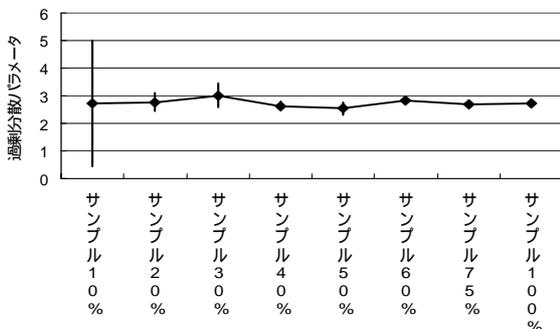


図1 サンプル率別過剰分散パラメータ

◇ 自転車×車両 L < 3.5km ◆ 自転車×車両 L > 3.5km
□ 車両×車両 L < 3.5km ■ 車両×車両 L > 3.5km

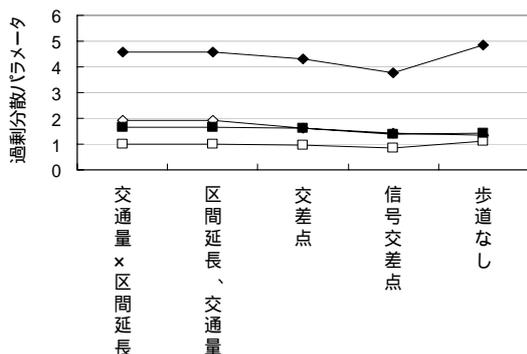


図2 事故類型・区間延長別過剰分散パラメータ

4. リスク分析に関する分析結果

モデル式に代入した変数の組み合わせで、基本暴露量の区間延長と各種交通量を変数とする基本式(パターン1)、変数の組み合わせでもっとも精度の良かったフルモデル(パターン2)の分析結果を以下に示す(表3,4)。

いずれの変数を扱った際にも、過剰分散を考慮できる負の二項分布を用いた場合の方が、モデル全体の精度は上がった。

また、変数の係数について負の二項分布とポアソン分布とで比べると、パターン1ではそれほど見られなかったが、パターン2では差が見られた。パターン2について、ポアソン分布では、基本暴露量である区間延長、自転車交通量、車両交通量の係数の値が過大評価されてしまった結果となった。負の二項分布を用いると、基本暴露量の係数が小さくなる分、信号なし交差点数の係数が増加した結果となった。このこと

より、過剰分散を考慮した分析のほうが、各変数の正しい結果が見られるので望ましい。

自転車交通量と車両交通量を比較すると、自転車交通量の係数・t値の方が高く、自転車×車両の事故に関しては、自転車交通量の影響の方が大きいことが考えられる。

各係数のt値の絶対値を比較すると基本暴露量が高く、次に信号交差点が高いことがわかる。このことから、事故件数を表すのに、基本暴露量、信号交差点の影響を大きく受けていると考えられる。また、歩道なし車道の係数が小さいことから、自転車×車両の事故は歩道なし部分では少ないことも考えられる。

表3 パターン1分析結果(基本式)

	負の二項分布		ポアソン分布	
	係数	t値	係数	t値
定数	-9.816	-10.670	-9.447	-25.599
区間延長	0.770	8.022	0.776	20.993
自転車交通量	0.721	14.759	0.726	34.228
車両交通量	0.607	6.186	0.566	14.752
log likelihood	-808.835		-893.791	
AIC	4.054		4.478	
過剰分散パラメータ	2.726			

表4 パターン2分析結果(フルモデル)

	負の二項分布		ポアソン分布	
	係数	t値	係数	t値
定数	-8.077	-5.299	-8.813	-14.517
区間延長	0.949	5.693	1.045	16.189
自転車交通量	0.482	6.589	0.516	15.183
車両交通量	0.467	2.868	0.519	7.710
信号交差点	0.552	3.176	0.587	7.411
信号なし交差点	0.423	2.925	0.299	5.210
歩道なし車道延長	0.183	1.687	0.146	2.963
路肩	-0.575	-2.177	-0.521	-5.480
歩道幅員	0.175	1.607	0.171	3.890
log likelihood	-421.870		-430.0883	
AIC	3.813		3.885737	
過剰分散パラメータ	3.629			

5. まとめと今後の課題

今回の分析結果より、サンプル数により過剰分散の程度は変わらず、過剰分散を考慮することにより、モデルの精度が上がり、各変数の正しい影響を分析することができた。また、車両交通量よりも自転車交通量の方が事故に与える影響が大きいと考えられた。

区間延長に関して、もっと細かくグループ分けをした分析を行うことと、事故発生箇所の異質性を考慮することが今後の課題である。また、事故を死亡、重傷、軽傷に分類することにより、リスク分析の結果に差が出るのか検証していくことも今後の課題にあげられる。

<参考文献>

1)中根博樹、日野泰雄、内田敬、吉田長裕：兵庫県を対象とした幹線道路における自転車走行施設の事故リスク分析、平成20年度土木学会関西支部年次学術講演会、2008