

## 第IV部門

## 幹線道路における自転車走行施設の事故リスク分析

大阪市立大学工学部 学生員 ○中根 博輝 大阪市立大学工学研究科 正会員 吉田 長裕  
 大阪市立大学工学研究科 正会員 日野 泰雄 大阪市立大学工学研究科 正会員 内田 敬

## 1. 研究の背景と目的

近年の健康志向の高まりや、モータリゼーションの進展による交通渋滞の蔓延化、環境悪化に対する対策の必要性などを背景として、都市交通手段としての自転車が見直されている。しかしながら、現状では多くの道路で自転車のための走行空間が十分に整備されておらず、車道の路側帯や歩道上を走行しているため自転車が安全、快適に走行できる環境にない。一方、国による自転車走行施設の本格整備に乗り出すなど歩行者・自転車を含む道路利用者に安全な道路空間を提供する動きがある。しかし、これまで行われてきた自転車道の走行施設については事故実態に基づく評価が十分に行われておらず、今後、安全な自転車走行施設を整備するためには、客観的なリスク分析に基づいて、事故要因の特定や対策の優先順位を明確にする必要がある。

そこで本研究では近年、単路区間において自転車走行施設が整備されてきた幹線道路を取り上げ、交通量の影響を考慮した道路リンクの事故発生モデルを構築し、走行施設別の事故リスクを比較することとした。また、そのモデルを使い、自転車走行施設別の道路空間の事故発生への影響要因を評価することを目的とする。

## 2. 研究の方法

## (1) 使用データ

本研究で取り上げる自転車走行施設とは、自転車道や自転車歩行者道、車道、路肩などの自転車が走行するための道路部分のことで、具体的には歩道なし自転車道、歩道のある自転車道、自転車歩行者道の3種類を扱う。

モデル構築に用いたデータは、H17 年道路交通センサス調査に含まれるリンク別の車種別交通量や道路リンクの線形を縦断・断面構成を表す要素である。一方、事故データについては、同年の兵庫県事故データを同リンク別・事故類型別に集計した事故件数である(表-1)。なお、分析対象総延長に占める各自転車走行施設延長の構成率は、歩道なし自転車道 16.5%、歩道のある自転車道 12.1%、自転車歩行者道 71.4%となっている。事故類型に関しては、自転車走行施設の空間分離による影響をみるために、自

転車対歩行者、自転車対自動車の事故に限定して分析を行うこととした。

表 - 1 分析対象データの概要

|    | リンク数 | リンク長<br>(km) | 自転車対歩行者<br>事故件数(件) | 自動車対自転車<br>事故件数(件) |
|----|------|--------------|--------------------|--------------------|
| 最小 |      | 0.1          | 0                  | 0                  |
| 最大 |      | 18.1         | 1                  | 62                 |
| 平均 |      | 4.26         | 0.028              | 3.99               |
| 合計 | 322  | 1372.2       | 9                  | 1286               |

## (2) 事故リスクモデル

従来、このような事故要因の分析モデルを構築する際、被説明変数に事故率を用いた重回帰モデルが用いられてきた。しかしながら、このモデルでは、前提条件として交通量と事故発生との関係が線形であること、誤差項が正規分布に従うことから、事故の確率的な性質が十分に考慮されていない。そこで本研究では、これらの課題に対応した、次式の乗法モデルを用いることとした。

$$\text{事故リスク} \times \text{暴露量} = \text{事故件数} \cdots (1)$$

ここで、式中の「事故リスク」とはある一定の期間内に単位暴露量あたりの事故件数で、事故が起こる確率のことである。また、式(1)にある暴露量とはサイコロの試行回数にあたるもので、事故分析ではある一定期間内の交通量や場合によっては人口なども考えられる。本研究では、道路交通センサスに含まれるものとして、手段別交通量(台/日)とリンク長を乗算した台キロとなっている。これを定式化したものが次式である。

$$u_i = \alpha \cdot Q_i^{\beta_1} \cdot L_i^{\beta_2} \cdots (2)$$

$u_i$ : 事故件数の期待値 (件/年)

$\alpha$ : 事故リスク(件/台・km)

$Q_i$ : 交通量 (台/日)

$L_i$ : リンク長 (km)

$i$ : 道路リンク番号

この式において、推定されたパラメータが $\beta=1$ の時は暴露量と事故件数との線形関係、 $\beta>1$ ,  $\beta<1$ の時に非線形関係を表現できる。この乗法モデルは両辺を対数にとることで次式のように変形でき、いわゆるポアソン分布を仮定した対数線形モデルとして最尤法でパラメータの推定をおこなった。なお、この基本モデルに線形要因を

加えることで、さらに道路線形要因を考慮したモデルの構築を行った。

### 3. 基本モデルの推定結果

基本となる暴露量、リンク長のみを考慮したモデルとそれに自転車走行施設を説明変数に加えた推定結果を表-2に示す。交通量のパラメータはいずれの事故の場合も1以下であり、交通量に対して対数的な事故発生状況となっている。また、事故リスクはほぼ等しくなったが自転車対歩行者事故では自転車交通量が、自動車対自転車事故では自動車交通量が事故リスクを高める働きがあることが読み取れる。ここから交通量について事故リスクを高める要因に、利用者の占有空間が大きいことが挙げられる。自転車走行施設について見ると自動車対自転車事故については、自転車歩行者道を設置することで事故リスクを抑える働きがあること、自転車対歩行者の事故については、自転車道、自転車歩行者道ともに事故リスクを抑える働きがありことが理解できる。自動車対自転車事故から歩道を設置することで自転車と自動車の接触の可能性が低くなり、さらに自転車歩行者道を設置することでより事故リスクを抑えることができることが分かる。

表-2 基本モデルの推定結果

| 変数名             | 自転車対歩行者事故            |       | 自動車対自転車事故            |        |
|-----------------|----------------------|-------|----------------------|--------|
|                 | パラメータ                | t 値   | パラメータ                | t 値    |
| log(歩行者、自動車交通量) | 0.11                 | 0.30  | 0.63                 | 14.32  |
| log(自転車交通量)     | 0.54                 | 0.37  | 0.30                 | 10.54  |
| log(リンク長)       | 0.71                 | 0.81  | 0.56                 | 12.61  |
| 自転車道延長(歩道なし)    | -0.20                | -2.84 | 0.46                 | 2.08   |
| 自転車道延長(歩道あり)    |                      |       | 0.25                 | 1.39   |
| 自転車歩行者道延長       | -0.24                | -1.46 | -0.56                | -3.11  |
| 定数項             | -7.91                | -2.40 | -6.92                | -14.68 |
| 事故リスク           | $2.3 \times 10^{-4}$ |       | $1.1 \times 10^{-3}$ |        |
| log likelihood  | -36.14               |       | -985.77              |        |
| AIC             | 0.262                |       | 6.166                |        |
| サンプル数           | 322                  |       | 322                  |        |

### 4. 自転車走行施設の要因分析

先ほど構築した基本モデルに道路空間に横断面的に存在する変数(歩道幅員や車線数)を加え、最終的に得た自動車対自転車事故の分析結果が表-3である。

表-3から見た特徴を以下に挙げた。

① 交通量のパラメータを見ると基礎モデルとほぼ変化がない。つまり、自動車対自転車の事故には自動車交通量の方が事故リスクを高める働きがあることが読み取れる。

② 車線数の変数を見ると車線数が片側1、2車線で事故リスクを高める働きがある分析結果となった。扱ったデータでは、片側2車線の道路は自転車歩行者道に多く

設置されている。これより自転車歩行者道を設置することで自動車と自転車を分離する空間を作り出しても車線数が片側1、2車線では自動車と自転車の接触の可能性が高まることが考えられる。考察として、車線数が少ないことで自転車歩行者道の幅員が狭いことが考えられ、ここでは歩行者と自転車が共存していることから自転車は車道側を走行し結果、自動車との接触の可能性が高まることが考えられる。また、自動車と自転車を分離するような空間を作り出すことで自転車の速度が上がり結果交差点付近などで自動車と自転車の接触の可能性が高まることが考えられる。

③ 自転車走行施設の変数を見ると「自転車道」よりも「自転車歩行者道」が事故リスクを抑える働きがあることが理解できる。自転車対歩行者の事故についても同じような結果が得られた。これより自転車と歩行者が分離している道路空間を作り出すよりも自転車と歩行者が共存している道路空間、つまり自転車歩行者道を作り出すことの方が自転車関連事故が起こりにくいと言える。

### 5. 研究のまとめと課題

扱うデータに制限があることで平均的な道路空間の事故への影響要因を評価するにとどまったが事故対策への大事なツールになることは確かである。今後は、モデルから得た影響要因が実際の事故現場に存在するかを研究し他の要因も探る中で、事故リスクを抑える安全な道路空間を提供していかなければならない。

表-3 自動車対自転車事故の分析結果

| 変数名                    | パラメータ                | t 値   |
|------------------------|----------------------|-------|
| log(自動車交通量)            | 0.66                 | 10.0  |
| log(自転車交通量)            | 0.31                 | 10.8  |
| log(リンク長)              | 0.55                 | 11.9  |
| 車線数ダミー<br>(1、2車線)      | 0.28                 | 2.0   |
| 車線数ダミー<br>(4車線)        | -0.05                | -0.5  |
| 自転車歩行者道ダミー<br>(3.0m以上) | 0.54                 | 4.8   |
| 自転車道延長<br>(歩道なし)       | 0.42                 | 2.3   |
| 自転車道延長<br>(歩道あり)       | 0.56                 | 2.5   |
| 自転車歩行者道延長              | -0.76                | -3.8  |
| 定数項                    | -7.54                | -10.0 |
| 事故リスク                  | $1.4 \times 10^{-3}$ |       |
| log likelihood         | -933.97              |       |
| AIC                    | 5.86                 |       |
| サンプル数                  | 322                  |       |