

生活道路とその周辺幹線道路における 交通事故の基礎的分析

渡部 数樹¹・中村 英樹²

¹正会員 (株)オリエンタルコンサルタンツ 中部支店技術一部
(〒450-0003 名古屋市市中村区名駅南2-14-19 住友生命名古屋ビル)
E-mail: watanabe-kz@oriconsul.com

²フェロー会員 名古屋大学大学院教授 環境学研究科 都市環境学専攻
(〒464-8603 名古屋市千種区不老町C1-2 (651))
E-mail: nakamura@genv.nagoya-u.ac.jp

本研究は、愛知県内におけるゾーン対策実施地域として実際に選定されたエリアを分析対象として、ゾーン内の道路を生活道路、そのゾーンの周辺道路を幹線道路として定義した上で、それぞれの道路で発生した交通事故と道路環境との関係について基礎的分析を行ったものである。分析は、ゾーン面積や道路延長といった基礎的条件から、ゾーン内交差点数、交差点枝数の違い、街路にて形成されるブロック面積やばらつき等、街路形状を代替する各種指標値と事故発生頻度との関係性を確認することにより、安全性の高い街路形状の条件を明らかにすることを目的の一つとした。さらには、ゾーン内での事故発生要因には幹線道路との接続関係の影響が含まれるという仮説のもと、ゾーンへの進入箇所数やその個所の道路交通条件等と生活道路内での事故発生状況との関係を分析し、交通安全上望ましい道路網のあり方についての知見を得た。

Key Words : Community road, surrounding arterial, traffic accident frequency, regression analysis

1. はじめに

日本における歩行中・自転車乗車中の死者数はG7の中で最下位であること¹⁾、車道幅員5.5m未満の道路における交通事故発生件数の減少率が低いこと²⁾等の理由から、近年、生活道路の交通事故対策が進められている。幹線道路の事故対策と異なり、生活道路では「コミュニティ・ゾーン」「あんしん歩行エリア」「ゾーン30」といった面的な施策を中心として展開されている。平成23年12月には計画から実施、評価に至るまでの一連のプロセスが、ソフト・ハードの両面から見た対策とともにまとめられた『生活道路のゾーン対策マニュアル』³⁾が発刊され、地域の安全性を向上させる一助となっている。

国内における道路改良の諸事情を考慮した場合、交通規制を中心としたソフト対策と、物理的デバイス設置のようなハード対策を効果的・効率的に組み合わせ、既存の道路網に実施していくことが、有効かつ現実的な手段であるといえるが、一方で安全性の高い地域の街路形状そのものが既知であるならば、このような対策を実施していく上でも非常に有用な知見となり得る。

本研究では、比較的小規模な地区内の生活道路における交通事故発生状況を街路形状から評価するとともに、

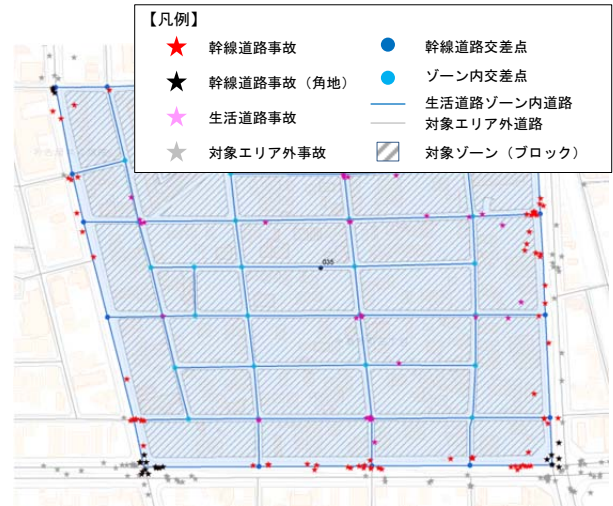
幹線道路との接続関係にも着目して、交通安全上望ましい道路網のあり方を明らかにすることを目的として、基礎的な分析を行う。

2. 関連既往研究

事故発生頻度を街路形状の観点から明示的に分析した既往研究は幾つかある。高松ら⁴⁾では、交差点の事故発生頻度を対象としてスペースシンタックス理論を適用して算出した近接性指標と媒介性指標を説明変数とした重回帰モデルを構築し、横浜市全域を対象としたケーススタディによりその有用性を示している。三村ら⁵⁾は、生活道路の定義方法の提案の他、街路ネットワーク指標値として接続ノード数や接続リンク数を取り上げ、主成分分析結果を踏まえて面的対策導入箇所の選定方法を提案している。筆者らの先行研究⁶⁾においても、幹線道路と非幹線道路との相互関係を考察する上で、非幹線道路上での事故発生位置から幹線道路までの距離、および、その幹線道路の交差点密度に着目した集計分析を行い、高い幹線道路の道路網密度が非幹線道路の事故にも影響を及ぼす可能性を指摘している。Rifaat et al.^{7,8)}は、街路パタ

ーンをgridiron, warped parallel, loops and lollipops, mixed patternsの4つに区分した分析結果から, warped parallelが最も事故削減率が高く, loops and lollipopsはInjuryを増加させるもののFatalやPDOを減少させる街路形状であることを述べている. Moeinadini et al.⁹⁾では, 異なる20都市を対象とした街路ネットワーク特性値に基づくモデル分析を通じて, 単位面積当たりのブロック数, 選定地域単位のノード数が交通事故増加と相関があることを確認している.

既往研究により提案されてきた新たな指標値は, いずれも事故発生頻度との因果関係があることを示したものであるが, 提案されている指標間での比較は十分に実施されておらず, また, ゾーン周囲の道路とゾーン内の道路との関係性に特に着目している研究は見られない.



■ゾーン面積: 200,714[m²]

■事故件数: 110[件・5年](幹線道路77件, 生活道路33件)

図-1 分析データの作成例

3. 分析データの概要

(1) データ概要

本分析では, 愛知県警察より提供して頂いた平成20年から平成24年の5年間で発生した人身事故に関するデータを使用し, 道路網に関するデータはDRMデータ『ArcGISData Collection 道路網2014』を使用した.

分析対象は, “幹線道路に囲まれた生活道路により形成されたエリア”として, 愛知県内で整備されたゾーン30整備地区の77箇所を選定した. 幹線道路や生活道路の定義や分類は研究者により様々であるが, ゾーン30が「幹線道路等に囲まれている生活道路が集まった市街地の区域」¹⁰⁾に設定されることから, 各区域で幅員や交通量等の条件は異なるものの, 幹線道路と生活道路の分類が適用できるものと考えた. また, 使用する人身事故データが平成24年までのデータであるのに対し, ゾーン30整備時期は平成24年以降であるため, ゾーン30規制の実施による事故増減の影響も含まれないものと考えた.

事故データの緯度経度情報を基に道路網データとマッチング処理をして作成した分析対象データの例を図-1に示す. 幹線道路上での事故データは, ゾーン周囲の道路における事故とし, 分析の目的上, ゾーン角地の交差点で発生した事故は計上しないものとした. 生活道路上での事故は, ゾーン内で発生した人身事故から, 幹線道路上での事故と判定したものを除くことにより計上した. 次に, 街路形状を説明する数値として, 表-1に示す指標値をGISデータを基に算出した. 交通事故発生件数との関係を知る上での基礎的な条件となる道路延長やゾーン面積の他, 交差点数やブロック数, 用途地域といったゾーン内の特徴, 形状指数(円の時に最大, 正方形の場合は0.25となる), インテグレーション値(大きいほどアクセスが容易), ゾーン出入口数といった街路形状の特徴を示す指標値を選定した.

表-1 街路形状に関する指標値

項目	指標値
道路延長	<ul style="list-style-type: none"> ・総延長 ・幹線道路の総延長, 区間長平均・標準偏差 ・生活道路の総延長, 区間長平均・標準偏差 ・生活道路の一方通行道路延長
ゾーン全体	<ul style="list-style-type: none"> ・面積 ・形状指数($=\sqrt{(\text{面積})/\text{外周}}$)
ゾーン内交差点	<ul style="list-style-type: none"> ・三枝四枝交差点数 ・行き止まり箇所数
ゾーン用途	<ul style="list-style-type: none"> ・住居/商業/工業地域面積割合 ・用途地域指定建蔽率の加重平均 ・用途地域指定容積率の加重平均
ゾーン内ブロック	<ul style="list-style-type: none"> ・ブロック数 ・ブロック面積の平均・標準偏差 ・ブロック形状指数の平均・標準偏差
ゾーン内近接性	<ul style="list-style-type: none"> ・インテグレーション値 (スペースシンタクス理論に準拠)
ゾーン出入口(交差点)	<ul style="list-style-type: none"> ・ゾーン周囲交差点数 ・信号/無信号交差点数 ・三枝四枝交差点数

(2) 分析対象ゾーンの事故発生状況

分析対象ゾーンの事故発生状況の集計結果を図-2に示す. 5年間で発生したゾーンあたりの交通事故件数は, 最大183件, 最小2件となっており, 全体的な傾向として幹線道路での事故発生割合が高い. 幹線道路, 生活道路それぞれで発生した事故の事故発生位置割合の比較(図-3)では, 幹線道路では交差点の方がやや多いものの, ゾーンによっては単路の割合が高い個所も数多く存在する. 一方で生活道路では交差点割合が高くなる傾向にある. 発生した事故の事故類型割合についてゾーン辺りの平均

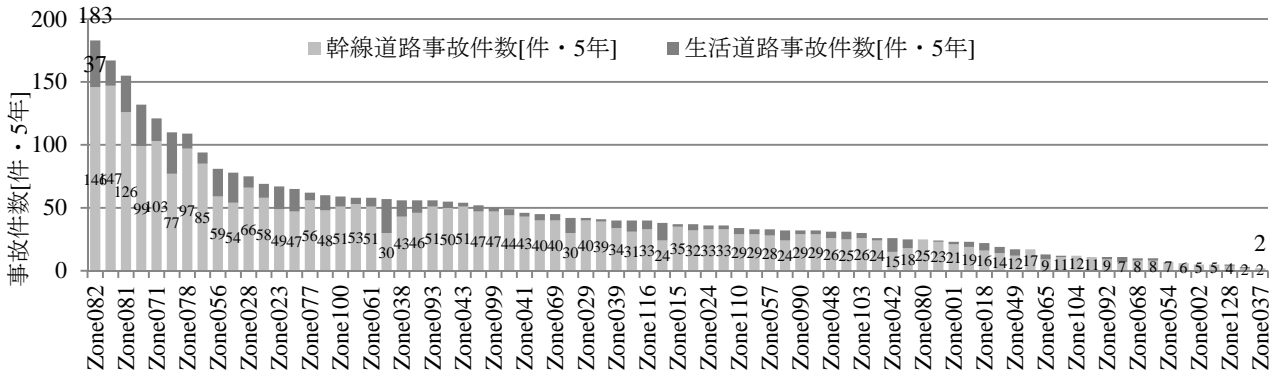


図-2 事故発生件数の分布

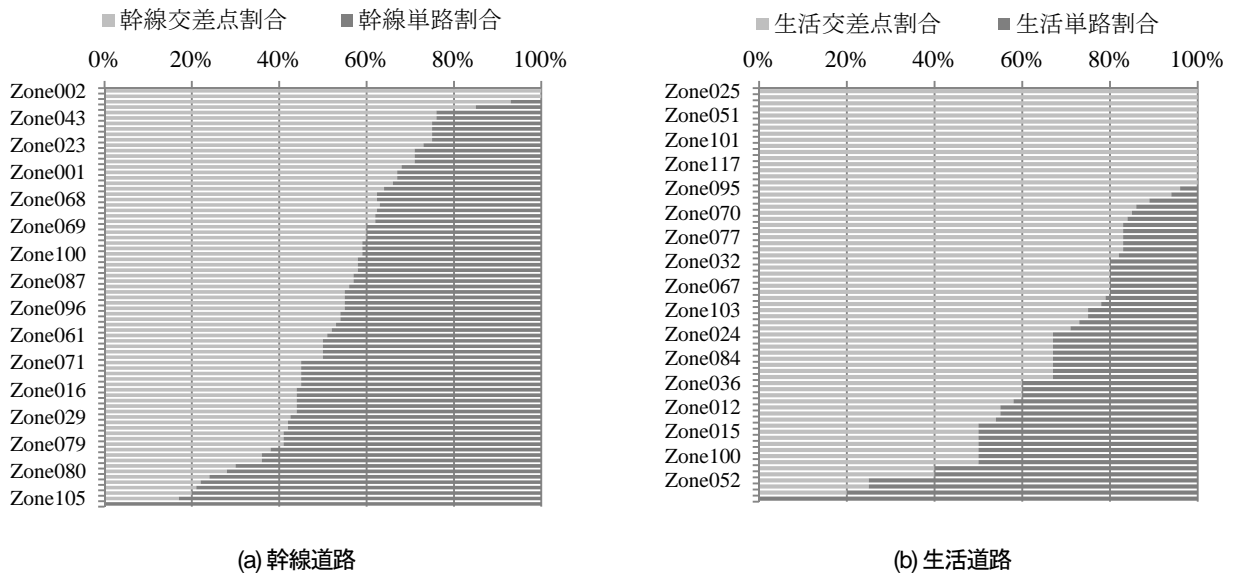


図-3 事故発生位置の比較

値を基に算出した結果を図-4に示す。ゾーン周りの幹線道路では追突事故と出合い頭事故が多くを占めており、生活道路では半数近くが出会い頭事故となっている。

次に、発生位置ごとの事故件数についての相関関係(表-2)を確認してみると、幹線道路での事故発生件数と生活道路での事故発生件数には正の相関があり、特に周囲の幹線道路で事故が多い場合には、ゾーン内の生活道路交差点でも事故が多い傾向にあるといえる。

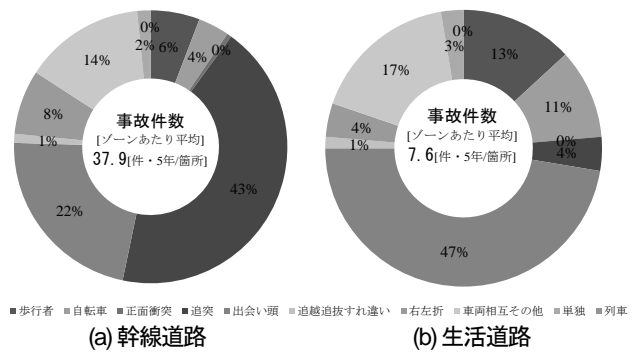


図-4 分析対象エリアにおける事故類型

(3) 街路形状指標値の集計分析

各指標値について集計分析を行った結果を示す。

道路延長とゾーン面積に関する分布は図-5、図-6の通りであり、ゾーン単位で平均すると道路延長は幹線道路が約1.6km、生活道路約3.4km、ゾーン面積は約17万m2となった。これを正方形のゾーン、かつ、基盤目状に配置された生活道路で換算した場合は、周囲の幹線道路一辺の長さが約400m程度のゾーン内に、8本の直線的な生活道路が配置されている形状となることから、道路(あるいは交差点)間距離が約100m未満と、密に配置されている状況といえる。

表-2 発生位置ごとの事故件数の相関係数

事故発生件数[件]	幹線交差点	幹線単路	幹線合計	生活交差点	生活単路
幹線単路	0.750				
幹線合計	0.924	0.946			
生活交差点	0.706	0.664	0.730		
生活単路	0.556	0.425	0.518	0.577	
生活合計	0.729	0.657	0.737	0.970	0.758

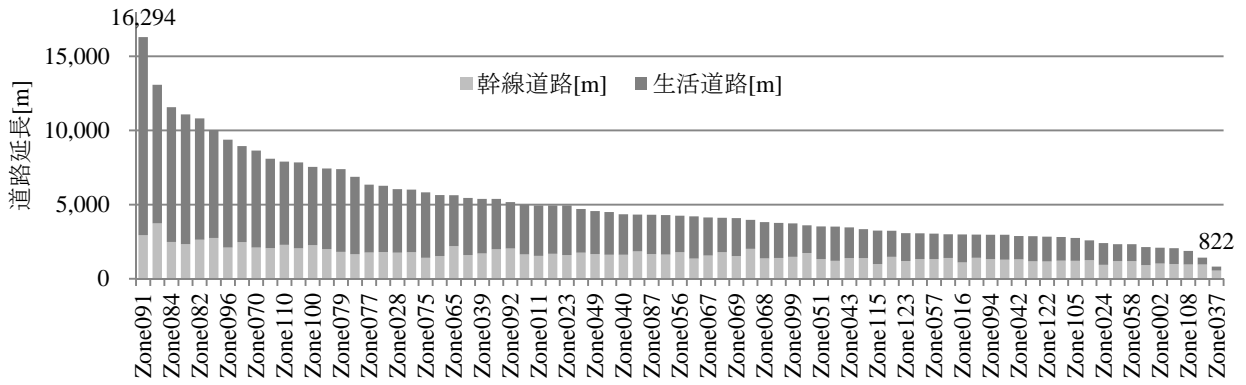


図-5 道路延長の分布

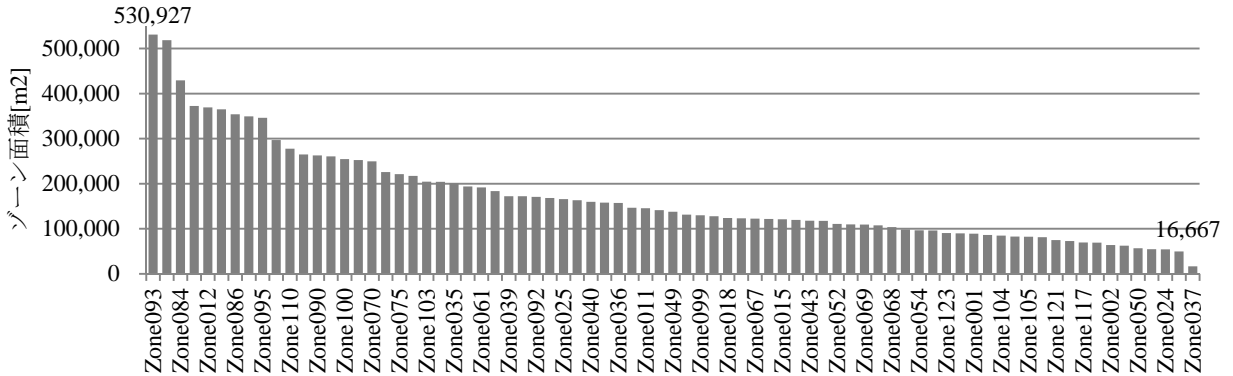


図-6 ゾーン面積の分布

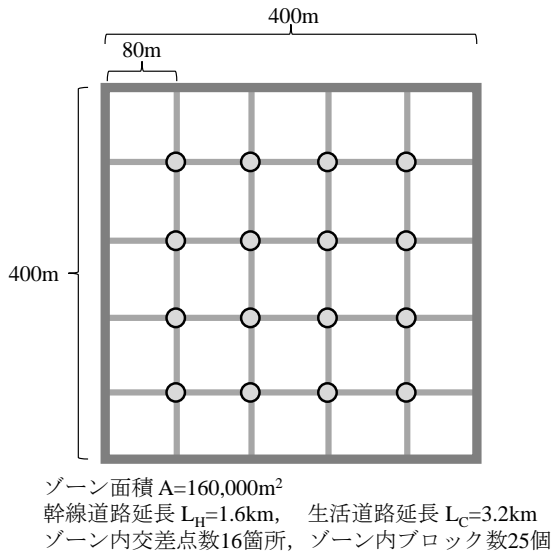


図-7 道路延長とゾーン面積の平均値を

正方形・基盤目状ゾーン想定した場合の形状

次に、ゾーン内の交差点数、ブロック数等の平均・最大・最小を見てみると表-3の通りとなっており、図-7で想定した平均的形状と比較すると、ブロック数は同程度である一方、ゾーン内交差点数は多く、生活道路相互での接続が多い形状にある。また、四枝交差点よりも三枝交差点の方がやや多いことも特徴的である。尚、ゾーン内交差点数が0個所の区域は、ゾーン面積が最小の区域と同一であり、周囲の幹線道路のみしか交差点が存在し

表-3 ゾーン内交差点数とブロック数・面積の統計量

項目	平均	標準偏差	最大	最小
ゾーン内交差点数[箇所]	25	21.5	124	0
；三枝交差点[箇所]	18	16.5	96	0
；四枝交差点[箇所]	8	7.1	38	0
ブロック数[個]	24	15.2	88	3
ブロック面積[m ²]	8,135	5,778.6	49,449	3,402

表-4 一方通行規制のゾーン内生活道路延長の統計量

項目	平均	標準偏差	最大	最小
生活道路延長[m]	3,370	2,374.8	13,356	274
一方通行規制の生活道路延長[m]	801	932.8	3,754	0
一方通行規制道路がゾーン内生活道路に占める割合[%]	30	30	100	0

ない区域である。

また、ゾーン内の生活道路が一方通行規制となっている道路延長およびその割合は表-4に示す通りであり、ばらつきが大きいものの平均的には約3割を占めている。

最後に、形状指数とゾーン出入口数についてみると、形状指数については、概ね0.25に近い値に数多く分布しており、対象エリアは概ね正方形が多く存在している(図-8)。形状指数は、円の時に最大値を取り、正方形の時に0.25、袋小路のような形状の場合は0.25未満となる¹⁾。

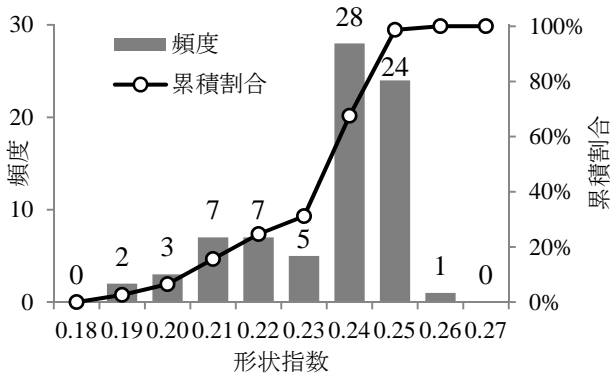


図-8 形状指数の分布

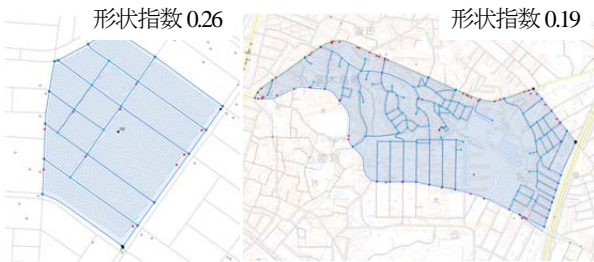


図-9 形状指数が最大(左)と最小(右)の街路形状

表-5 ゾーン出入口数に関する統計量

項目	平均	標準偏差	最大	最小
ゾーン出入口数[箇所]	22	8.4	61	6
; 信号交差点[箇所]	5	2.3	12	0
; 無信号交差点[箇所]	18	8.2	56	6

対象ゾーンでは、最大値が0.26と五角形に近い形状であったのに対し、最小値0.19のゾーンは複雑な形状をなすゾーンであった(図-9)。ゾーン出入口の数は、平均値で22箇所となっており、無信号交差点の方が信号交差点よりも多い状況にあった(表-5)。

4. 事故発生状況と街路形状の関係分析

(1) 事故発生件数と街路形状指標値との相関関係

まず、幹線道路と生活道路の事故発生件数のそれぞれについて、各種指標値との相関係数の確認を行った。結果を表-6および図-10に示す。

まず、道路延長は事故発生件数と正の相関があり、道路延長が長いことによる事故発生機会の増加、利用交通量増加が要因として考えられる。生活道路の一方通行道路延長は、幹線道路と生活道路交差点の事故発生件数と相関がみられた。周囲で事故発生が多いゾーンでは、一方通行道路規制の実施箇所が多いといえる。

ゾーン内の四枝交差点数は、生活道路の単路部での事

表-6 事故発生件数と各指標値の相関係数

項目	幹線 交差点	幹線 単路	生活 交差点	生活 単路
幹線道路延長[m]	0.392	<u>0.542</u>	<u>0.477</u>	<u>0.413</u>
生活道路延長[m]	<u>0.426</u>	<u>0.540</u>	<u>0.547</u>	0.396
道路延長[m]	<u>0.429</u>	<u>0.551</u>	<u>0.546</u>	<u>0.407</u>
生活道路 一方通行延長[m]	<u>0.527</u>	<u>0.545</u>	<u>0.489</u>	0.223
ゾーン内四枝 交差点数[箇所]	<u>0.578</u>	<u>0.630</u>	<u>0.735</u>	0.376
ゾーン周り 信号交差点 数[箇所]	<u>0.648</u>	<u>0.490</u>	<u>0.505</u>	<u>0.502</u>

※下線部は相関係数が0.4以上あるいは0.4以下の項目

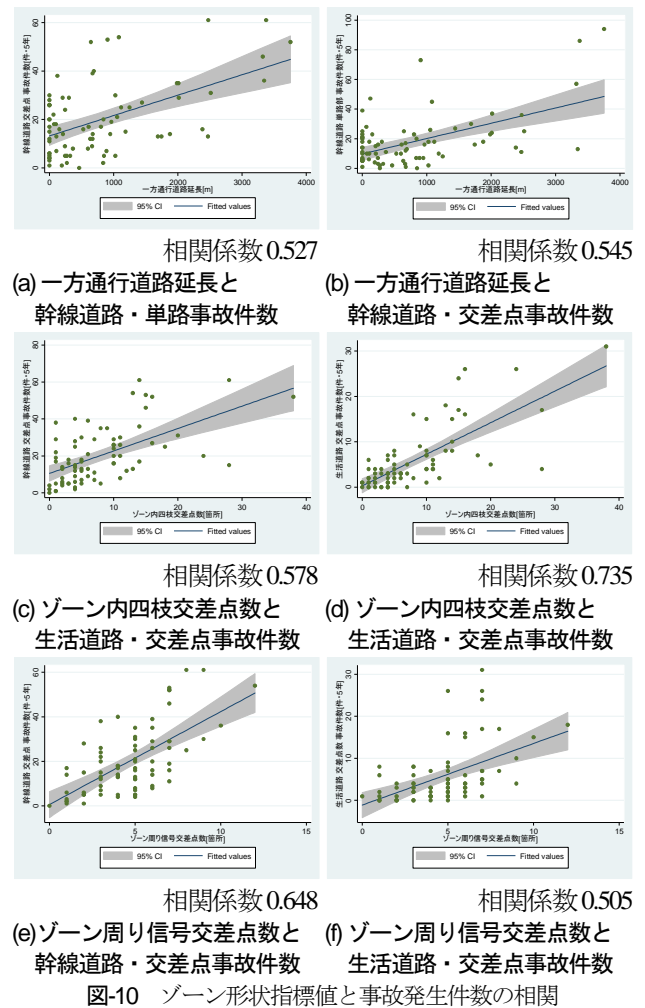


図-10 ゾーン形状指標値と事故発生件数の相関

事故発生件数以外の全てで正の相関が認められた。ゾーン内交差点が多い個所では幹線側での事故も多い傾向にあるといえる。また、ゾーン周り信号交差点数は幹線・生活道路のいずれについても正の相関が認められた。

その他の指標値については、事故発生件数との相関係数が総じて小さく、街路形状に係る指標値と事故発生頻度との間の直接的な関係性は確認できなかった。

(2) モデル分析による指標値の影響評価

最後に、分析対象ゾーンに関する各種の指標値を説明変数、幹線道路と生活道路の事故発生件数を被説明変数とした事故発生件数予測モデルを推定し、分析を行った。予測モデルは、事故発生件数が過分散状態であることを考慮し、負の二項分布回帰モデルを適用した。尚、推定にあたっては、説明変数間の相関関係を確認の上、相関係数が0.7以上と高い値を示す変数は取り除いてモデル推定を行った。

推定結果を表-7に示す。生活道路の事故発生件数推定モデルでは、生活道路区間長の標準偏差、ゾーン内四枝交差点数、ゾーン周囲の信号交差点数が説明変数として抽出された。いずれの係数も正の値となっていることから、事故発生件数が多いゾーンでは、生活道路の区間長のばらつきが大きく、ゾーン内の四枝交差点やゾーン周囲の信号交差点数が多いという特徴が挙げられる。ゾーン周囲の信号交差点数が多いということは、ゾーン内への進入、あるいはゾーンからの流出交通量が多いということが考えられ、この特徴と生活道路の事故発生件数との関係が定量的に示された点は、安全性の高いエリア対策を展開する上で有効な知見であるといえる。

幹線道路の事故発生件数推定モデルでは、生活道路モデルで選定されている生活道路区間長のばらつきの変数に代わり、ゾーン内の行き止まり箇所数が選定されている。行き止まり箇所数が多いゾーンでは、区画整理がなされていない地区が多く、一方で周辺の幹線道路側は比較的直線に近い道路線形となっていたことから、周囲の幹線道路とゾーン内の生活道路との急激な道路構造の変化が事故発生に繋がっているものと考察される。

5. おわりに

本研究では、街路形状と事故発生頻度との関係性を明らかにすることを目的として、比較的小規模な地区内の生活道路およびその周囲の幹線道路の事故発生状況と、街路形状との関係性についての基礎的な分析を行った。

分析対象は愛知県内におけるゾーン30整備地区の77箇所とし、ゾーン内を生活道路、ゾーン周囲の道路を幹線道路と定義してその道路上での事故発生件数を集計した。集計結果より、幹線道路では追突事故と出合頭事故が、生活道路では半数近くが出会い頭事故となっていることや、周囲の幹線道路上で事故が多いゾーンは、ゾーン内の生活道路での事故も多いという正の相関が確認された。

続いて、街路形状を定量的に評価するための評価方法として、交差点数やブロック数、形状指数、ゾーン出入口数といった指標値を選定し、事故発生件数との相関関係を確認した。その結果、生活道路の一方通行道路延長、

表-6 負の二項分布回帰分析モデル推定結果

項目	生活道路 事故発生件数 [件・5年]		幹線道路 事故発生件数 [件・5年]	
	係数	z値	係数	z値
ゾーン内四枝 交差点数[箇所]	6.93×10^2	5.50	3.09×10^2	3.13
ゾーン周囲の信号 交差点数[箇所]	1.82×10^1	4.71	1.83×10^1	5.53
生活道路区間長 の標準偏差[m]	2.88×10^2	3.29	—	—
ゾーン内の行き止 まり箇所数[箇所]	—	—	5.08×10^2	3.12
定数項	-6.08×10^1	-1.55	2.28	14.4
サンプル数	77		77	
McFaddenの疑似R ²	0.138		0.0863	
対数尤度	-205.36		-322.09	

ゾーン内交差点数、ゾーン周りの信号交差点数といった指標値は、幹線道路や生活道路の事故発生件数と正の相関が確認された。

最後に、生活道路と幹線道路各々について、事故発生件数を被説明変数とした負の二項分布回帰モデル分析を行い、いずれの事故発生件数に対しても、ゾーン内の四枝交差点数やゾーン周囲の信号交差点数が多い個所では、統計的に有意に事故発生件数が多いことを確認した。また、生活道路では生活道路の区間長のばらつき、幹線道路ではゾーン内の行き止まり箇所数といった特徴的な指標値との関係性が高いことも明らかにした。

以上の分析結果をふまえると、ゾーンを対象とした安全性向上を検討する上では、ゾーン内での対策のみならず、周囲の幹線道路との関係性についても十分に留意する必要があるといえる。

尚、幹線道路側の交通量や車線数といった道路交通条件は、対象ゾーンの全てにおいて把握することが困難であったため、本分析では考慮していない。これらの基本条件は安全性との関係があることが容易に想像されるため、データが入手可能な範囲で考慮することが望ましい。

今後の課題として、アクセス性に関する指標値(インテグレーション値)については、本論文に明示的に記載できなかったため、分析結果を発表時において説明することとしたい。また、街路やゾーンを説明する各種の指標値と事故発生頻度との関係は、単純な回帰式による関係性のみしか検討できていないことから、例えば“ゾーン内のブロック数が多く、かつ、三枝交差点数が多い場合”といった同時条件についても今後検討していきたい。これらの検討をふまえ、幹線道路と生活道路双方の安全性を向上させる街路網のあり方を明確にすることが今後の課題である。

謝辞：本研究の分析にあたっては、愛知県警察より提供頂いた貴重な交通事故データを使用しています。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：生活道路における交通事故対策 <<http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/sesaku/torikumi.html#2-2>>(アクセス日：2017年4月24日)
- 2) 生活道路におけるゾーン対策推進調査研究検討委員会：生活道路におけるゾーン対策推進調査研究報告書, 2011.3.
- 3) (一社)交通工学研究会：生活道路のゾーン対策マニュアル, 2011.12.
- 4) 高松誠治・堀口良太・赤羽弘和：道路網の位相幾何学的評価尺度を導入した交通事故リスク推計モデルの構築, 交通工学, Vol. 44, No.1, pp.54-61, 2009.
- 5) 三村泰広・橋本成仁・嶋田喜昭・安藤良輔・吉城秀治：周辺土地利用と生活道路の理想的性能を考慮した面的速度抑制対策箇所を選定方法に関する研究—豊田市におけるケーススタディ, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.71, No.5, pp.I_711-I_723, 2015.
- 6) 渡部数樹・中村英樹：道路交通環境に着目した交通事故発生要因に関する統計モデル分析, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.71, No.5, pp.I_889-I_901, 2015.
- 7) Shakil Mohammad Rifaat, Richard Tay, Alexandre de Barros: Effect of street pattern on the severity of crashes involving vulnerable road users, Accident Analysis and Prevention, Vol.43, pp.276-283, 2011.
- 8) Shakil Mohammad Rifaat, Richard Tay, Alex de Barros: Effect of street pattern on road safety: Are Policy Recommendations Sensitive to Aggregations of Crashes by Severity?, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No.2147, pp.58-65, 2010.
- 9) Mehdi Moeinaddini, Zohreh Asadi-Shekari, Muhammad Zaly Shah: The relationship between urban street networks and the number of transport fatalities at the city level, Safety Science, Vol.62, pp.114-120, 2014.
- 10) 警察庁交通局：ゾーン 30 の概要 <<https://www.npa.go.jp/koutsuu/kisei/zone30.pdf>>(アクセス日：2017年4月24日)
- 11) 田村光司・浅野光行：迷路性のある商業地の魅力に関する研究, 都市計画論文集, No.39-3, pp.667-672, 2004.

(2017. 4. 28 受付)

A BASIC STUDY OF TRAFFIC ACCIDENT ON COMMUNITY ROADS AND ON THEIR SURROUNDING ARTERIALS

Kazuki WATANABE and Hideki NAKAMURA