

トラカンデータを用いた熊本県内の 交通量の日変動分析

熊谷克也¹・田口主武¹・円山琢也²

¹ 学生会員 熊本大学大学院自然科学教育部（〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪 2-39-1）

E-mail:181d8355@st.kumamoto-u.ac.jp

² 正会員 熊本大学准教授 くまもと水循環・減災研究教育センター

（〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪 2-39-1）

E-mail:takumaru@kumamoto-u.ac.jp

交通量の変動やその要因を正確に把握することは、今後の道路計画や現在の交通システム管理において重要である。交通量は一般的に点推定により算出されるが、実際の交通量は季節、曜日、時刻に対応して変動するため、これら変動を考慮した区間推定が望ましい。既存研究として河岡・円山(2016)は、ブートストラップ法を用いた、OD 交通量・リンク交通量などの信頼区間や分布形の推定を行う方法論を構築している。しかし、これらの推定値は現実値と比較されていない。そこで、本研究では熊本県内のトラカンデータを用いて、様々な要因における交通量の変動やその傾向を示すとともに、河岡・円山(2016)によって算出された推定区間や分布形との比較・検証を行うことを目的とする。結果として、休日は平日よりも交通量が少なく、その変動が大きいこと、雨の日は晴れの日よりも交通量が少なく、その変動が大きいことが明らかになった。また、交通量と変動係数、交通量と歪度の関係において河岡・円山(2016)と概ね同様の傾向を確認した。

Key Words: day-to-day link flow, weekday, holiday, weather, coefficient of variation, skewness

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

交通量の変動やその要因を正確に把握することは、今後の道路計画や現在の交通システム管理において重要である。一般に交通量推計において、交通量は点推定で算出されるが、実際の交通量は季節、曜日、時刻に対応して変動するため、これら変動を考慮できる区間推定が望ましい。交通量や所要時間の変動を考慮することは、道路交通の信頼性評価においても重要とされ、変動を考慮した交通量推計手法の研究もなされてきた¹⁾。

最近の研究例として、河岡・円山²⁾は、ブートストラップ法を用いた、OD 交通量・リンク交通量などの信頼区間や分布形の推定を行う方法論を構築している。この方法は、1) 既存の交通調査データからリサンプリング(標本再抽出)を繰り返し、OD 表を多数生成し、2) それら OD 表を利用した交通配分も繰り返すことで、リンク交通量の分布を擬似的に算出するものである。この方法は、パーソントリップ調査(以下、PT 調査)や道路交通センサス等の既存の交通調査データのみから変動を算出可能であり、実務的に有用な方法論となる可能性がある。

しかし、算出された変動等の推計値は現実値と比較されておらず、その比較検証が求められていた。

最近、車両感知器(トラフィックカウンター、以下トラカンと呼ぶ)等で計測された断面交通量の公開が進み、一般道路での交通量の変動等の実データを利用した分析がしやすくなっている。このデータの変動特性を把握しつつ、河岡・円山²⁾の推計値との比較を行うことは有用といえよう。そこで、本研究は以下を目的とする。

- 1) トラカンデータを利用して、熊本県内の一般道路の断面交通量の変動特性を明らかにする。
- 2) 河岡・円山²⁾がブートストラップ法で算出した変動の推計値とトラカンデータによる現実値を比較する。

(2) 既存研究のレビュー

河岡・円山²⁾で引用されている論文以降で、関連する研究例として以下がある。中川ら³⁾は、河岡・円山²⁾の方法を阪神高速道路のネットワークに適用している。中川らの結果は、河岡・円山²⁾の熊本都市圏道路網の結果と比較して OD 交通量の変動係数は大きいこと、リンク交通量の変動係数が小さいことなどを示している。

Zhang *et al.*⁴⁾は、一日の活動・交通調査結果から、複数日の活動・交通パターンを生成することを試みている。ドイツの Mobidrive の 6 週間の交通日誌データを利用し、車を保有している就業者の平日の交通に着目した分析から、1 日の個人間の変動の分布は、複数日の個人内変動と類似していることなどの知見を得ている。そして、類似したクラスター別に、1 日の調査結果から複数日の活動・交通パターンを生成する方法を開発し、適用している。Ma and Qian⁵⁾は膨大な交通量と速度の常時観測データをもとに、年間 365 日の 5 分単位の動的な OD 表を推計する手法を提案している。観測データをクラスタリングし、動的 OD 逆推計の計算負荷を低減する方法を利用している。

ブートストラップ法による変動と観測変動を比較する本研究において、Zhang *et al.*⁴⁾が提示した、1 日の個人間の変動が複数日の個人間変動と類似するという知見は重要である。河岡・円山²⁾におけるブートストラップ法は、熊本都市圏 PT 調査データを利用している。これは、秋の平日 1 日の多数の個人の交通行動データからリサンプリングをしていることになり、算出される変動は、1 日の個人間変動を表現すると解釈しうる。一方、トラカンデータは、日々の交通量の観測データであり、複数日の個人内変動とも対応づけられよう。本研究における変動の比較分析は、1) 本来異なる要因による変動特性が、どの程度類似しているのか異なるのか、2) どのような集計単位であれば類似しうるのか、等を明らかにすることにもつながると考えられる。

2. 分析データ

本研究で利用するトラフィックカウンターデータ（以下トラカンデータ）は、熊本県警が 2017 年時点で熊本県内 568 地点（うち熊本市内 253 地点）に設置していた車両感知器による観測断面交通量データ⁶⁾である。全観測地点位置を図-1に示す。観測断面交通量は 5 分ごとに集計されている。そのため、一日に一度も欠損なく観測されると計 288 回観測されていることになる。しかし、トラカンデータは、機器のメンテナンスや天候、気温など各種条件により年に数時間から数百時間程度データが取得できず欠損するケースがある⁷⁾。本データの 24 時間交通量と 12 時間交通量それぞれにおいて、一日に一度もデータの欠損なく観測された日数の割合を図-2に示す。ここで 12 時間交通量とは、7 時から 19 時までの交通量を指すものとする。図-2に示すように、本データでは夜間データの欠損が多くみられたため、本研究では“12 時間 1 度も欠損することなく 5 分おきに 144 回観測された日数が 300 日以上”の地点を分析対象とする。以上の基準で分析対

象地点を抽出し、整理した結果、熊本県内 568 地点のうち 339 地点（うち熊本市内 135 地点）がそれらの基準を満たした。河岡・円山²⁾は熊本都市圏の道路網を対象としていたため、本研究は図-3に示す熊本市内を分析対象とする。具体的には熊本市内 135 地点で得られたデータであり、これらの観測地点位置を図-4に示す。

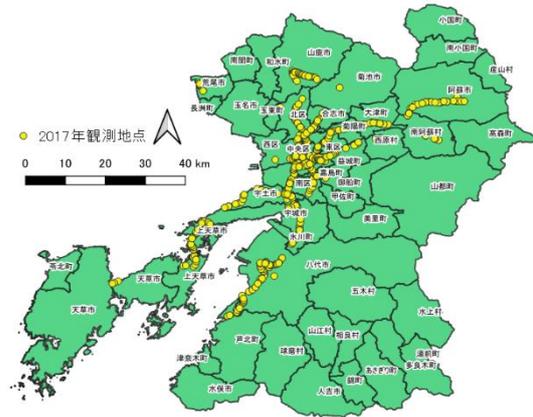


図-1 2017年時点の車両感知器による観測地点位置

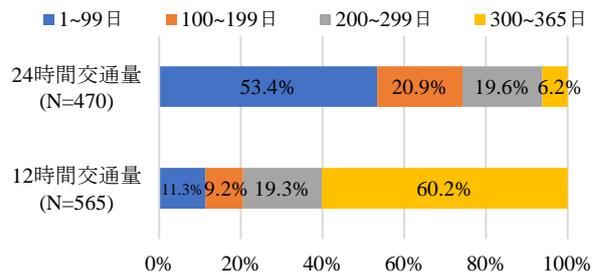


図-2 一日に一度もデータの欠損なく観測された日数の割合

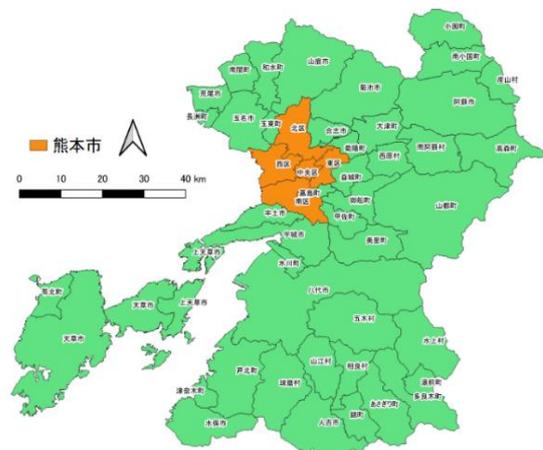


図-3 分析対象地域となる熊本市内の位置

3. 変動特性分析

本章では、各地点ごとに一年間のデータを平日・休祝日、また天気⁸⁾(晴れ、曇り、雨)別に分類し、熊本市内135地点における、交通量の変動特性について分析する。具体的には、平日と休祝日で交通量に差がみられる地点と、天気の違いで交通量に差がみられる地点をそれぞれ明らかにする。まず、一年間を通した平均交通量とそのばらつきをみる指標として変動係数を利用した基礎分析を行う。次に分散分析を用いて、それぞれの平均交通量の違いがあるか分析する。

(1) 平日・休祝日間による変動

a) 平均交通量

図-5に平日・休祝日間の平均交通量の比を地点ごとに示す。図-5より、135地点中122地点において、休祝日より平日のほうが平均交通量大きいことがわかる。特に平日の平均交通量が休祝日と比較して大きい地点としては、中央区に多く(35地点)、また県道にも多く存在している(17地点)。

b) 変動係数

変動係数(標準偏差/平均交通量)とは、データとばらつきの関係を相対的に評価する際に用いられ、値が大きいほどデータのばらつきが大きく、変動が大きいと解釈できる。図-6に平日・休祝日における変動係数の比(平日の変動係数/休祝日の変動係数)を地点ごとに示す。図-6を見ると、135地点中132地点において、平日より休祝日のほうが変動係数が大きいことがわかる。このことから、熊本市内の多くの地点で、休祝日の方が平日と比べて交通量の変動が大きいと解釈できる。これは、休祝日は旅行や休暇を目的とする、個人で移動の有無を選択できる交通が多いのに対し、平日は通勤や業務など定常的な交通が多く、休祝日は平日に比べて交通量が不安定なことが要因だと推察される。

c) 分散分析

ここでは、それぞれの交通量の平均に違いがあるか判定することで、交通量に平日・休祝日という要因が実際に影響を与えているか判断する。分析方法としては一元配置分散分析を用いる。ここでは、平日・休祝日の曜日属性が因子に当たる。分析結果として、有意水準を5%としたとき熊本市内135地点のうち、120地点が有意となった。分析結果として、表-1に地区ごとの地点数、図-7に地点位置を示す。分析結果より、有意となった120地点は平日と休祝日の平均交通量の違いがあることが示された。また、表-1、図-7より、中央区などの中心市街地はすべて有意となっていることがわかる。このことから、人の集まる中心市街地では平日・休祝日による影響を受けやすく、交通量の変動が生じると推察される。

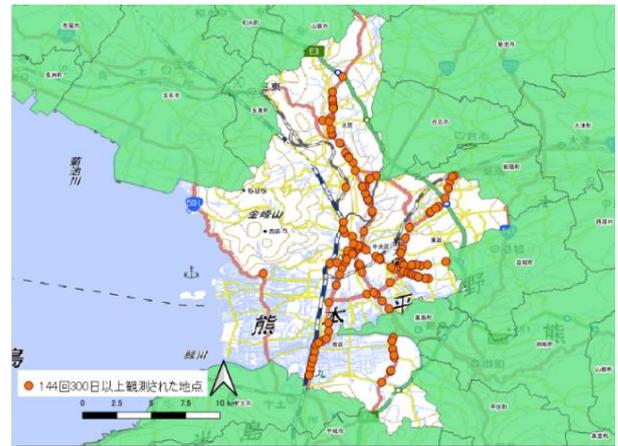


図-4 熊本市内の分析対象地点位置



図-5 平日・休祝日間の平均交通量の比

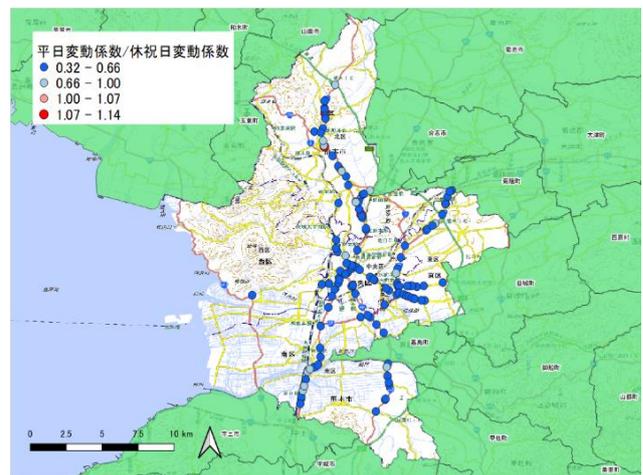


図-6 平日・休祝日間の変動係数の比

表-1 平日・休祝日間の一元配置分散分析結果(区別地点数)

	中央区	北区	南区	西区	東区	総計
P ≤ 0.05	35	31	20	5	29	120
P > 0.05	0	8	7	0	0	15



図-7 曜日属性を因子とした一元配置分散分析結果

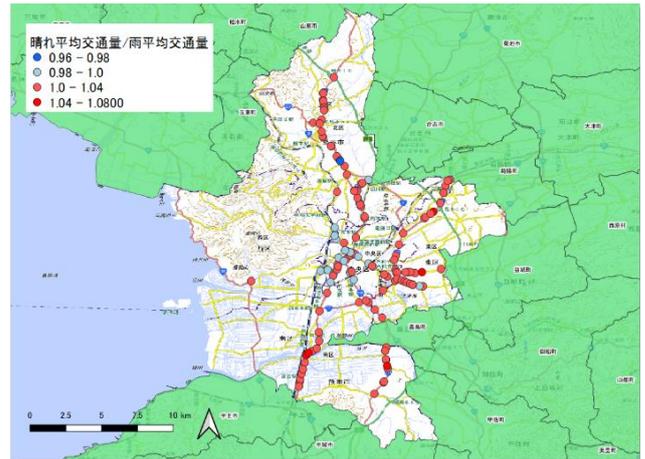


図-8 晴れ・雨の日間の平均交通量の比

(2) 天気による変動

a) 平均交通量

ここでは、天気（晴れ、曇り、雨）のうち、晴れの日と雨の日に着目する。図-8に晴れの日・雨の日間の平均交通量の比を地点ごと示す。図-8より、135地点中114地点が晴れの日の方が雨の日より平均交通量が大きいのことがわかる。一方で、雨の日の交通量のほうが多い地点は中央区（12地点）などの中心部で多くみられた。

b) 変動係数

ここでも a)と同様に晴れの日と雨の日に着目する。図-9に晴れの日、雨の日間の変動係数の比を地点ごとに示す。図-9より、135地点中123地点が雨の日のほうが晴れの日より変動係数が大きいことがわかる。一方で晴れの日の変動係数のほうが大きい地点は中央区（7地点）などの中心部に多くみられた。

c) 分散分析

ここでは、晴れ、曇り、雨の日それぞれの交通量の母平均に違いがあるか(1) c)と同様の方法で因子を天気に変え、一元配置分散分析を行った。分析結果として、有意水準を5%としたとき熊本市内135地点のうち、34地点が有意となった。表-2に地区ごとの地点数、図-10に地点位置を示す。分析結果から、有意となった34地点は晴れと曇り、さらには雨の日のいずれかの平均交通量の間には差があることが示された。また、表-2、図-10より、中央区などの中心市街地はすべて有意となっていないことがわかる。このことから、熊本市中心部は天気による影響を受けにくく、交通量の変動も生じにくいと推察される。

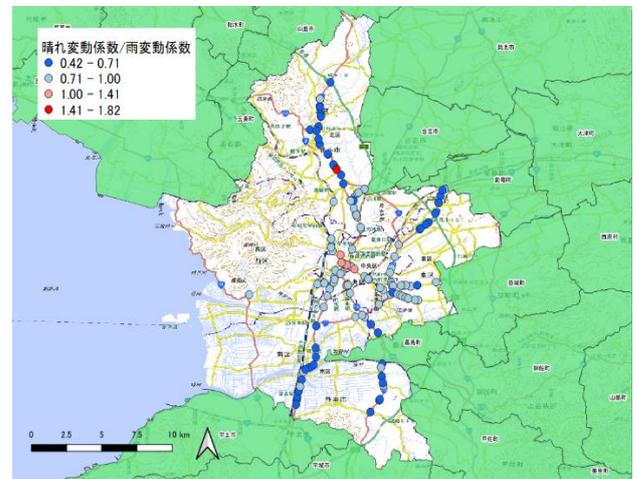


図-9 晴れ・雨の日間の変動係数の比

表-2 地区別天気(晴れ、曇り、雨)間における一元配置分散分析結果(区別地点数)

地区	中央区	北区	南区	西区	東区	総計
$P \leq 0.05$	0	17	10	0	7	34
$P > 0.05$	35	22	17	5	22	101

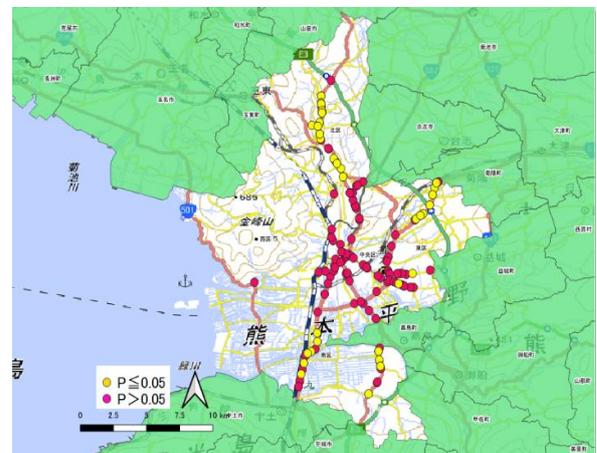


図-10 天気を因子とした一元配置分散分析結果

4. ブートストラップ法による推定値との比較

(1) ブートストラップ法による OD 交通量・リンク交通量の推定への応用方法

ここではまず、河岡・円山²⁾が提案したブートストラップ法を用いたリンク交通量及びOD交通量の推定方法について説明する。この方法の基となる考え方は、元あるサンプルをリサンプリングすることで疑似的なマスターデータを生成するというものである。具体的な手順は以下の通りである。

- Step 1: N人分のデータが含まれる原本マスターデータから、重複を許しN人分の個人データを再抽出し、疑似マスターデータを作成する
- Step 2: 疑似マスターデータを居住地・性・年齢別に集計し、拡大係数を与える。
- Step 3: 疑似マスターデータの拡大係数を集計してOD表を作成する。
- Step 4: 代表交通手段が自動車のOD表を利用者均衡配分して、リンク交通量を求める。
- Step 5: Step 1～Step 4をD回繰り返し、D個のOD表、リンク交通量を求め、パーセントイル法で信頼区間を求め、ヒストグラムから分布系の形状などを確認する。

河岡と円山らは 2012 年熊本 PT 調査データを適用し、D=5000 として 5000 個の OD 表とリンク交通量を生成した。

(2) 12時間交通量と変動係数

図-11は、河岡・円山²⁾がブートストラップ法を用いて算出した熊本都市圏内全リンクの交通量と変動係数の関係を示したものである。図-12、図-13は、同様の関係を本研究の分析対象である熊本市内 135 地点で観測された実測値を用いて平日・休祝日に分けて示したものである。図-11 と図-12、図-11 と図-13 それぞれを比較すると、双方とも交通量が多くなると変動係数の値は小さくなるという概ね同様の傾向が確認された。一方で、図-12 と図-13 を比較すると、平日は休祝日に比べて全体的に変動係数が小さく、交通量も多いことがわかる。これは、3. (1)a)b)においても同様の結果として上述している。

また、図-11は熊本都市圏内の全リンクを用いたものであるのに対し、図-12、図-13は、熊本市内の135地点の限られた地点データを用いた結果である。比較対象を揃えることで、より詳細な比較・分析を行うことは今後の課題としたい。

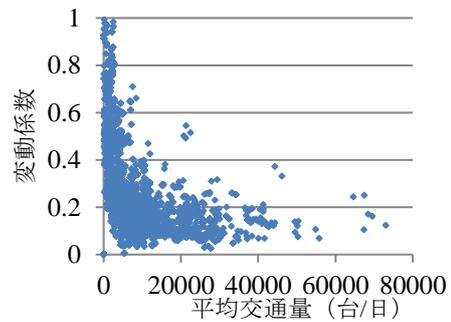


図-11 ブートストラップ法によって算出された平均交通量と変動係数の関係²⁾

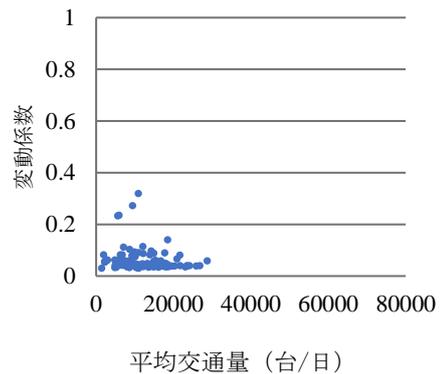


図-12 実測値による平日の平均交通量と変動係数の関係

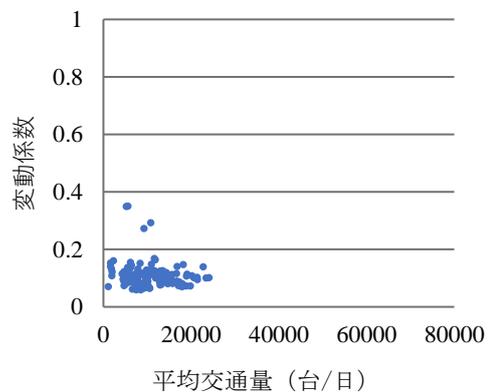


図-13 実測値による休祝日の平均交通量と変動係数の関係

(3) 12時間交通量と歪度

図-14は、河岡・円山²⁾が算出した熊本都市圏内全リンクの交通量と歪度の関係を示したものである。図-15、図-16は、同様の関係を本研究の分析対象である135地点を用いて平日・休祝日に分けて示したものである。図-14と図-15、図-14と図-16をそれぞれ比較すると、双方とも歪度は交通量が小さいと正の値が多く、交通量が多くなると歪度の値は0に近づくが、負の値も増えているという概ね同様の傾向が確認された。また、交通量が10,000付近で一度歪度が大きく負の値になるという点も河岡・円山²⁾の結果と一致している。次に図-15と図-16を比較すると、平日は休祝日に比べて全体的に歪度の値

の分布が広がっているのに対し、休祝日は比較的分布が密集していることがわかる。このことから、平日の交通量は休祝日の交通量に比べて分布が左右に歪みやすいことが推察される。また、交通量の増減に伴う歪度の値の変化は、平日・休祝日ともに類似した傾向にある。一方で(1)と同様、比較対象リンクを揃えることで、より厳密な比較・分析を行いたい。

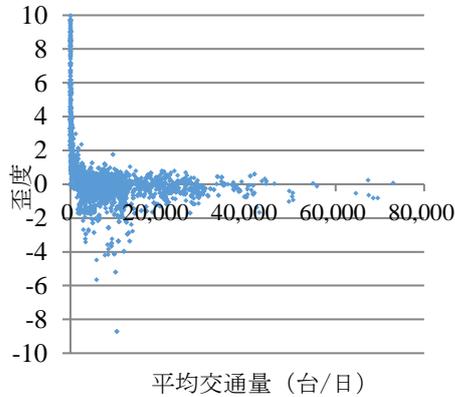


図-14 ブートストラップ法によって算出された平均交通量と歪度の関係²⁾

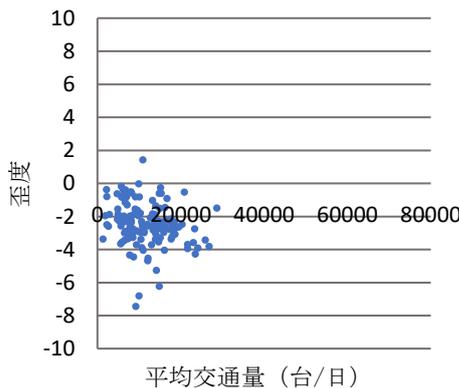


図-15 実測値による平日の平均交通量と変動係数の関係

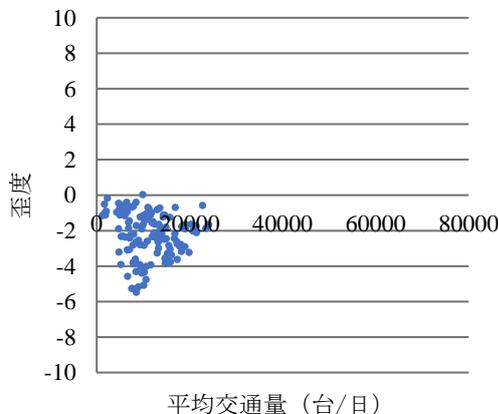


図-16 実測値による休祝日の平均交通量と変動係数の関係

5. 本研究のまとめ

- ・ 休祝日は平日より交通量が少なく、その変動が大きい傾向にあることが明らかになった。
- ・ 分散分析の結果、天気よりも平日と休祝日などの曜日属性によって交通量の違いがみられる地点が多いことが明らかになった。
- ・ 分散分析の結果、中央区などの中心市街地では全ての地点において平日・休祝日間での平均交通量の違いに有意性がみられたが、天気に関してはその有意性が示された地点はみられなかった。
- ・ 雨の日は晴れの日より交通量が少なく、その変動が大きい傾向にあることが明らかになった。
- ・ 交通量と変動係数、交通量と歪度の関係において、河岡・円山²⁾の結果と概ね同様の傾向を確認した。
- ・ トラカンデータを用いた平均交通量と歪度の関係において、平日は休祝日と比べて歪度の分布が広がる傾向にあった。

謝辞: トラフィックカウンターデータの利用については、一部、(株) 地域未来研究所の支援をうけており、謝意を表します。ただし、本稿の責は筆者のみにあります。

参考文献

- 1) 中山晶一郎, 朝倉康夫: 道路交通の信頼性評価, コロナ社, 2014.
- 2) 河岡英明, 円山琢也: ブートストラップ法を用いた OD・リンク交通量の信頼区間と確率分布形の推定, 土木学会論文集 D3, Vol. 72, No. 5, pp. 771-780, 2016.
- 3) 中川真治, 円山琢也, 石井亜也加, 前原耀太, 朝倉康夫: OD 交通量の標本変動に対する交通量配分の感度分析-都市高速道路ネットワークを対象として-, 土木計画学研究・講演集, Vol. 59, 2019.
- 4) Zhang, A., Kang, J. E., Axhausen, K., and Kwon, C.: Multi-day activity-travel pattern sampling based on single-day data, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 89, pp. 96-112, 2018.
- 5) Ma, W. and Qian, Z. (Sean): Estimating multi-year 24/7 origin-destination demand using high-granular multi-source traffic data, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 96, pp. 96-121, 2018.
- 6) JSRTIC 公益財団法人日本道路交通情報センター: 各種情報の提供・一般道路の「断面交通量情報」
<http://public-data.jartc-raws.durasite.net/opendata.html>
- 7) 内海泰輔, 中村英樹, 磯和賢一, 渡辺将光: 機能に対応した道路計画設計のための交通量変動特性分析, 土木計画学研究・講演集, Vol. 33, No. 241, 2006.

- 8) 日本気象協会：熊本県の過去の天気, 2017.
<https://tenki.jp/past/2017/01/weather/9/46/> (2019 年 5 月 2 日閲覧)

INVESTIGATING DAY-TO-DAY LINK-FLOW VARIATION USING TRAFFIC COUNTER DATA
IN KUMAMOTO, JAPAN

Katsuya KUMAGAE, Kazutake TAGUCHI and Takuya MARUYAMA