

走行経路調査と回転速度計を用いた交通動画シミュレーションの構築と 集中豪雨時への適用*

Development of Animated Traffic Simulation Systems Using Travel Route Survey and Tachometer Data and its Application to the Heavy Rainfall Disaster*

坂本 淳**・藤田 素弘***・藤本 圭太郎****・鈴木 弘司*****

By Jun SAKAMOTO**・Motohiro FUJITA ***・Keitaro FUJIMOTO ****・Koji SUZUKI*****

1. はじめに

2000年9月11日から12日にかけて名古屋市を中心として発生した集中豪雨は、現地の交通ネットワークに甚大な被害を与えた¹⁾。それを機に著者らは、災害直後に名古屋市及び周辺地域の住民にアンケートを実施し、それに基づいてGIS(地理情報システム)を用いて走行速度別経路図を作成し、分析を行った¹⁾。しかし、既存の研究は静止画によって経路解析をおこなっている為、時々刻々と変動する交通状況を把握するということまでには至っていない。

そこで本研究では、上記の点に対処するものとして、以下に述べる2つの手法を用いて走行経路図の交通動画シミュレーションの構築を試みた。1つ目の手法は、従来の研究で使用した収集データ(出発時刻、到着(断念)時刻、走行経路等)を用いて走行速度を算出するものであり²⁾(以下、平均速度法とする)、2つ目の手法は収集データ(出発時刻、到着(断念)時刻、走行経路等)に加えて当時記録されたタコメーター(回転速度計)を用いて、変動する走行速度をより正確に算出したものである(以下、逐次速度法とする)。次に、これらを用いて、東海集中豪雨時の名古屋市及び周辺地域の交通動画シミュレーションを作成し、検討をおこなった。

2. アンケート調査概要

本研究で分析する東海豪雨後に行われたアンケート調査の概要を表-1に示す。なお、逐次速度法ではアンケート回収と同時にタコメーター(図-1)を収集した。なお走行経路は、アンケート用紙に添付した地図に直接記入してもらうという形式とした。

3. 交通動画シミュレーション構築手法

前述したように、本研究では2つの手法を用いて交通動画シミュレーションを行った。平均速度法では、出発時刻、到着(断念)時刻、走行経路より走行速度を算出し、これを該当する走行経路に一樣に用いて走行経路図の動画を作成した。逐次速度法では以下に説明する手順によって走行速度をリアルタイムに算出した(表-2)。

①: 出発時刻、到着(断念)時刻、走行経路をアン

表-1 調査概要

| 平均速度法 | | | | | |
|------------|-------|---------|------|-------|------|
| 対象者 | 配布方法 | 配布時期 | 配布数 | 回収率 | 分析対象 |
| 名古屋市域住民 | 郵送配布 | 9/18 | 4000 | 31.3% | 745 |
| 名古屋市隣接地域住民 | ポスト投函 | 11/4~14 | 2000 | 12.2% | 136 |

| 逐次速度法 | | | | | |
|-----------|------|-------|-----|-------|------|
| 対象者 | 配布方法 | 配布時期 | 配布数 | 回収率 | 分析対象 |
| タクシードライバー | 調査依頼 | 12月上旬 | 139 | 95.7% | 72 |

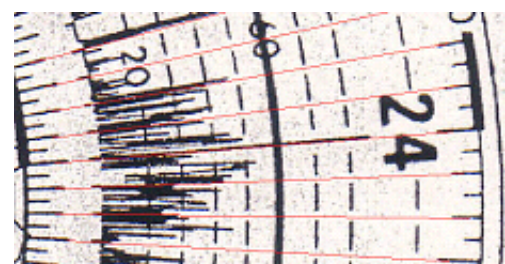


図-1 タコメーターのデータ形式

*キーワード: 交通動画シミュレーション, GIS, 集中豪雨

**学生員, 名古屋工業大学大学院工学研究科都市循環システム工学専攻

***正会員, 工博, 名古屋工業大学大学院工学研究科ながれ領域都市循環システム工学専攻助教授

****正会員, 修(工), (株)建設技術研究所

*****正会員, 修(工), 名古屋工業大学大学院助手(名古屋市昭和区御器所町, TEL: 052-735-5492,

E-mail: fujita@doboku2.ace.nitech.ac.jp)

表-2 逐次速度算出過程

逐次走行速度算出データ(21:30~21:50での例)

| 時刻 | 面積Z | 面積Zと最も近い面積Xの補正值Yの入力欄(W) | 補正速度V | 平均速度法により算出した走行速度K | 最終補正速度R |
|--|----------------|--------------------------------|--|--|-----------------------------------|
| 21:30:00 | Z ₁ | W ₁ =Y _i | V ₁ =Z ₁ *W ₁ | K | R ₁ =V ₁ *H |
| 21:40:00 | Z ₂ | W ₂ =Y _i | V ₂ =Z ₂ *W ₂ | K | R ₂ =V ₂ *H |
| 21:50:00 | Z ₃ | W ₃ =Y _i | V ₃ =Z ₃ *W ₃ | K | R ₃ =V ₃ *H |
| B=average(V ₁ :V ₃) | | | | average(R ₁ :R ₃)=K | |
| 補正率H=K/B | | | | | |
| 速度に応じた補正值 | | | | | |
| 走行速度S(km/h) | | 面積X | 補正值Y | | |
| 10×S _i | | X _i | Y _i =X _i /(10×S _i) | | |

ケート結果より読み取った。

- ②: CAD ツールのひとつである, 多角形面積算出ツールを用いて, 10分単位の面積を計測し(Zとする), それに応じた補正值Y(表-2の下欄)を乗じ, 補正速度Vとした。
- ③: GIS (ArcViewGIS3.2a) の機能のひとつである, 距離測定ツールを用いて, ①で読み取った走行経路の距離を算出した。
- ④: ②で入力した補正速度Vを①, ③を用いて算出した走行速度Kを用いて補正し, 最終補正速度Rとした。
- ⑤: それらをもとに, 交通動画シミュレーションを作成した。

なお, 補正值Yの間隔(10km/h間隔)は経験的に決定されたものである。本手法によって構築された最終補正速度(逐次速度法による走行速度)の精度に関する考察は次章にて述べる。

4. 逐次速度法の精度検証および平均速度法との比較検討

前章で説明した手順により交通動画シミュレーションが構築されるのであるが, 次なる課題としては逐次速度法の精度に関して考察するということが挙げられる。そこで本研究での精度検証では, まず本手法により算出した走行速度と, 平均速度法により算出した走行速度との関係を散布図によって把握した。なお, ここで用いるデータは同様のサンプルに対する2つの手法の比較を行ったものであることから, タクシードライバーを対象としたサンプルを用いた。それぞれの関係を図-2に示す。これより, 逐次速度法によって算出した走行速度が若干大きくな

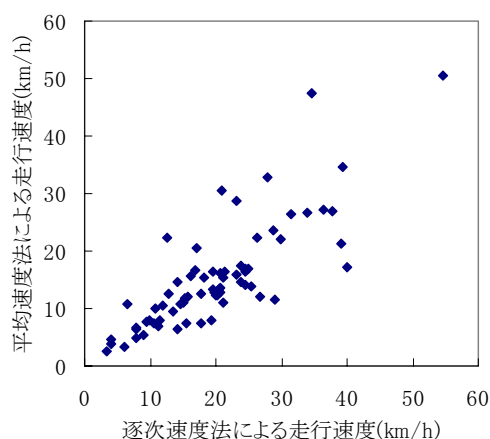


図-2 逐次速度法の走行速度と平均速度法の走行速度との関係

る傾向にあることがわかる。この原因はタコメーターから逐次速度を算出する際の誤差が大きいと考えられるが, アンケートデータによる誤差も要因のひとつである。しかし, 本手法の目的は各時間帯間の走行速度のバランスを把握するというものであるため, これらが高い相関をもっていなくとも, 各時間帯間の走行速度のバランスが忠実に再現出来ていればよいことから, この結果のみを用いた精度の議論は十分でない。

次に, 各時間帯間の走行速度のバランスによって検証することを目的として, 途中で高速道路を利用しているドライバーを対象として, 走行速度の変化を把握した。具体的には, 一般道路と走行速度が著しく高くなると仮定できる高速道路との間で明確な走行速度の変化があるか否かを把握したものである。ここで, 高速道路利用時に走行速度が高くなれば, 各時間帯別のバランスは忠実に再現できているといえる。なお, 本章で用いるサンプルのタコメーターは, 一定の間隔の時間帯において走行速度が著しく高くなるものであり, その間隔を高速道路利用時と



図-3 逐次速度法と平均速度法の比較 (GIS による比較 1)



図-4 逐次速度法と平均速度法の比較 (GIS による比較 2)

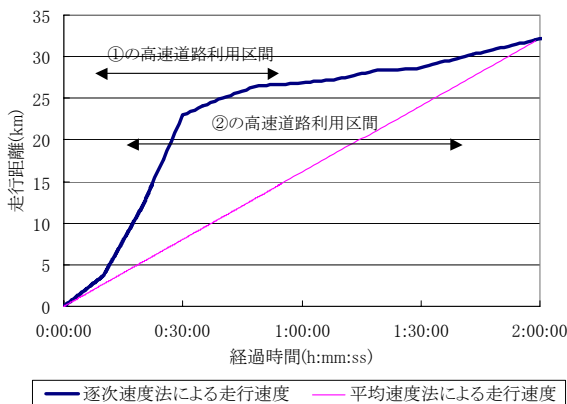


図-5 逐次速度法と平均速度法の比較 (グラフによる比較)

仮定して分析をおこなっている。また、平均速度法と比較することによって、逐次速度法によって構築されたシミュレーションがより忠実にネットワークを再現しているものか否かを把握することも併せて可能となる。

分析結果を図-3～図-5に示す。本サンプルの補正率(表-2にて説明)は0.780であった。図に示す①は逐次速度法の走行速度であり、②は平均速度法の走行速度である。なお、3章で述べたように、同じサンプルであればどちらの手法を用いても出発時刻と到着

時刻は同様となる(図-4、図-5)。これより、高速道路利用区間では逐次速度法による走行速度は平均速度法による走行速度よりも高いことが把握できていることから、変動する走行速度を平均速度法よりも忠実に再現できることがわかる。

平均速度法は出発時刻、到着時刻および走行経路が与えられれば経路解析を動画で行うことができるというメリットがある一方で、あくまでも平均走行速度で出発地から到着地まで動くため、途中経路での誤差が生じる。これに対し、逐次速度法は正確で詳細な動画シミュレーションを作成可能であるが、走行当時のタコメーターが不可欠であり、これが入手できる場合に限られている。

5. 名古屋市内における集中豪雨時の交通シミュレーション

前章より、逐次速度法が実際の走行状況をより忠実に再現していることがわかった。本章では2つの手法を用いて名古屋市内を中心とした東海豪雨時の交通シミュレーションをおこなった結果について述べる。

シミュレーション結果の一例を図-6～図-9に示す。一般住民はもちろんのこと、無線によって随時情報を受信することが可能であるタクシードライバーにおいても、名古屋市内においては豪雨による慢性的な渋滞に巻き込まれていることが確認できる。また、これらの図をみればわかるように、逐次速度法を用いたシミュレーションは、前述したような利点があるという反面、今回の事例に関してはサンプル数が少ないという欠点があることから、本シミュレーションを用いて住民に説明する場合、あるいはハザードマップとして活用する場合においては、逐次速度法による結果を平均速度法による結果の上に重ね合わせるなどの工夫が必要になるともいえる。図-8、図-9は図-6、図-7を3D化したものであるが、走行速度を縦軸として設定することによって、当時の交通状況のより詳細な再現が可能となった。

6. 結論と本研究の適用性

本研究では、2つの手法を用いて交通動画シミュレ



図-6 名古屋市交通シミュレーション（20時）
（逐次速度法）

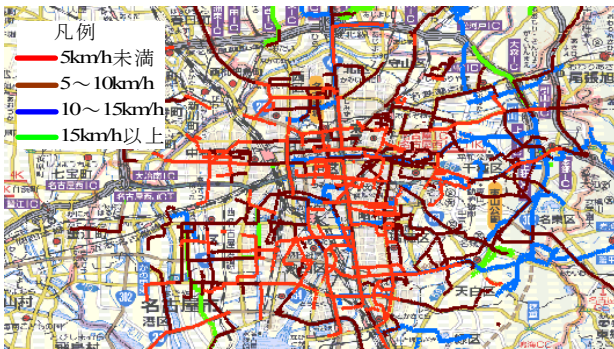


図-7 名古屋市交通シミュレーション（20時）
（平均速度法）

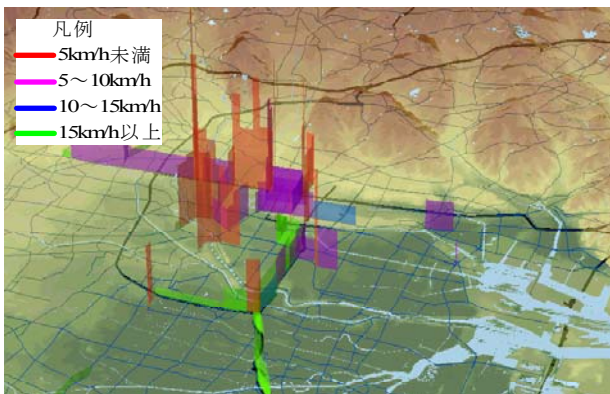


図-8 名古屋市交通シミュレーション（20時，3D表示）（逐次速度法）

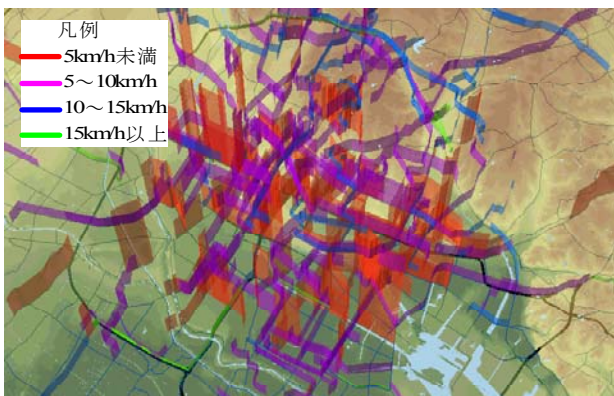


図-9 名古屋市交通シミュレーション（20時，3D表示）（平均速度法）

ーションを作成し、集中豪雨時の交通状況をさらに詳細に分析した。

ITS技術の飛躍的な発達によって、今日ではリアルタイムな交通情報は本研究対象区域である名古屋市及び周辺地域においても即座に入手可能となった³⁾。しかし、そのようなシステムが構築されていない地域においては、タクシー等に一時的にGPSを搭載し、実験することによって一定期間の交通状況をシミュレーションすることは可能ではあるものの⁴⁾、本研究でも対象としている災害時のような突発的に発生する場面における交通状況を把握するという点においては、実験の為の準備段階も考慮する必要があることから、必ずしも適切な手法であるとはいえない。今後は日本のみならず諸外国において、交通情報をリアルタイムに入手出来ず、かつ災害直後に当時の交通状況を把握したい場合に、本研究手法等を適用し、交通シミュレーションをおこなうことが有用であると考えられる。

本研究の課題のひとつとして、本システムをさらに高精度化していくことが考えられる。また、GISを用いて視覚化することにより、東海豪雨時の交通状況をより明確に住民に提示することが可能となったことから、今後は本研究成果を災害対策を目的として積極的に活用していく予定である。

【謝辞】

本研究を遂行するにあたり、アンケートのご回答にご協力いただいた名古屋市及び周辺地域の住民の皆様方、タクシードライバーの皆様方に厚く感謝いたします。

参考文献

- 1) 藤田素弘，三田村純：東海集中豪雨下における自動車帰宅交通状況と走行経路解析，土木学会論文集No.751/IV-62，pp127-137，2004。
- 2) 藤本圭太郎，藤田素弘，三田村純：GISを用いた東海豪雨時における交通行動シミュレーション分析，平成15年度土木学会中部支部研究発表会，pp441-442，2004。
- 3) (財)日本道路交通情報センター，<http://www.jartic.or.jp/>
- 4) 宗広一徳，高橋尚人，浅野基樹：タクシーGPSデータを活用した札幌市における冬期道路交通特性の把握，第29回土木計画学研究発表会・講演集，CD-ROM，2004。