

東北地方太平洋沖地震における車両走行データに基づく道路交通状況の分析

09T0237B 羽深 裕希
指導教員：丸山 喜久

1. 研究の背景と目的

2011年東北地方太平洋沖地震の際に首都圏では大規模な渋滞が発生し、多くの帰宅困難者が生じた。南関東で生じるM7程度の地震、すなわち首都直下地震が生じる可能性は今後30年間で70%の確率¹⁾であるとされており、再び大規模な渋滞が生じる可能性は存在する。また、自治体によるインフラ点検などで、サイレンは鳴らせなくとも緊急性の高い車両が存在することを考慮すると、渋滞の挙動を分析することが必要であるといえる。

以上のことから、本研究では渋滞を記録するシステムであるタクシープローブと Vehicle Information and Communication System (VICS)を利用して、東北地方太平洋沖地震での都区部での渋滞の挙動を分析する。地震後の道路交通状況を時空間的にモデル化することを目的とし、その成果は、首都直下地震の際の企業・自治体等による行動計画の策定の際の基礎資料として貢献できることを目指す。

2. 分析対象データ

約2600台分のタクシープローブデータを一時間単位で道路リングごとに集計し、分析に使用する。また、VICSデータでは、5分おきに渋滞長が観測されている。なお、タクシープローブのデータにおいて明らかに異常な速度が記録されている場合があるため、旅行速度が120km/h以下のデータを分析対象とし、さらに算出される平均旅行速度の信頼性を考慮し、一時間で4台以上のタクシーが走行している道路リンクの旅行速度のみを分析に使用した。

2011年3月4日、11日について、同一リンク、時間帯でタクシープローブの旅行速度の比較を行った(図1)。両者の切片0の近似直線から得られる傾きを経時的に比較すると図2のようになる。15時台の結果から傾きが1.0を下回り始めるため、この時間帯から渋滞が発生し、翌朝6時台に大局的には渋滞が解消したものと考えられる。また、タクシープローブデータをGISに表示させることで、東北地方太平洋沖地震発生後に渋滞が都心部から郊外へ拡大し、さらに時間がたつと縮小していく様子が確認された。

詳細な解析を行う路線は、東京都心部から東西南北4方向に走る道路である国道246号、国道20号、国道4号、国道14号とし、上下別に分析を行った。国道246号、20号は、環状道路との交差点間、国道

4号、14号に関しては、主要な幹線道路との交差点間でデータを集計することとした(図3)。

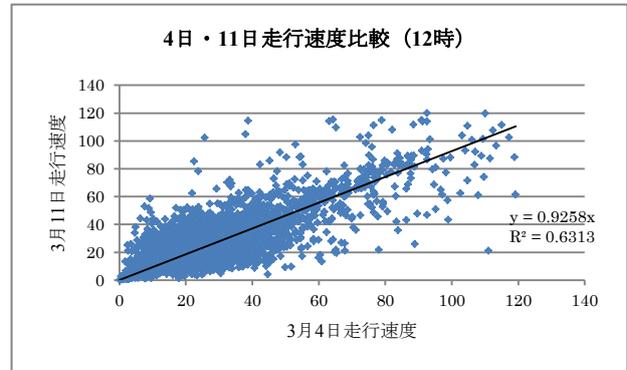


図1 2011年3月4日と11日の旅行速度の比較 (12時台)

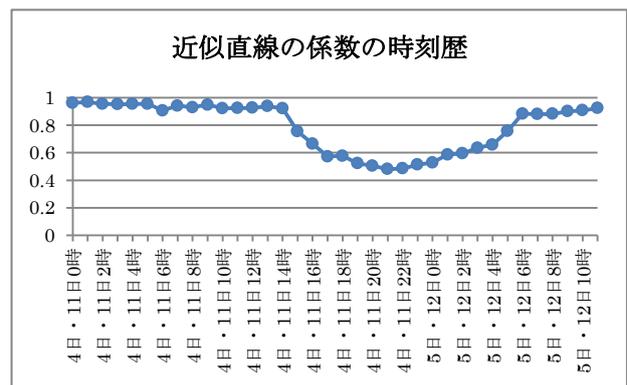


図2 近似直線の傾きの経時的变化

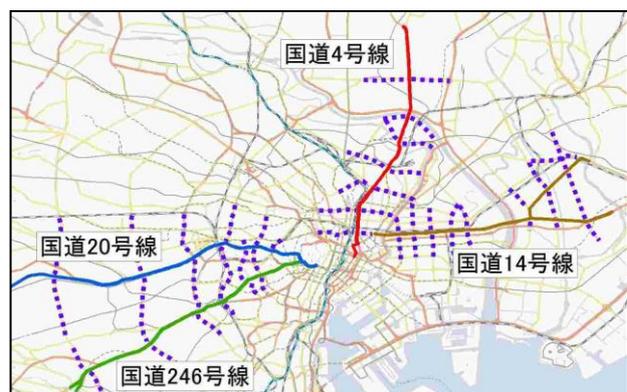


図3 本研究で分析を行った国道路線

3. プローブデータとVICSとの相関性の分析

タクシープローブの平均旅行速度とVICSの1時間当たりの平均渋滞長の相関性を分析した。VICSでは5分おきに渋滞長が観測されているため、1時

間当たりの平均渋滞長は、観測値の平均値とした。平均車頭間隔が一樣であると仮定すれば、渋滞長は車両台数に比例すると考えられるため、平均渋滞長を路線長で割ると交通密度 k (台/km) に近い性質を持つと考えられる。これを単位渋滞長と呼ぶことにする。交通密度 k と走行速度 v の関係式は k - v 曲線で表され、これは既往の研究により複数の種類が存在する²⁾。以下の式(1)~(4)は、それぞれ Greenshields, Greenberg, Underwood, Drake によって提案されたもので、 V_f , V_c , k_j , k_c は、それぞれ自由速度、臨界速度、飽和密度、臨界密度を表す。

$$v = V_f (1 - k/k_j) \quad (1)$$

$$v = V_c \ln(k_j/k) \quad (2)$$

$$v = V_f \exp(-k/k_c) \quad (3)$$

$$v = V_f \exp\left(-\frac{1}{2}(k/k_c)^2\right) \quad (4)$$

タクシープローブの平均旅行速度と VICS の単位渋滞長の関係を、式(1)~(4)を仮定した回帰分析によってモデル化した(図4)。各式の予測精度を残差平方和で評価したところ、式(3)が最も残差平方和の値が小さかったため、これを用いることとした。

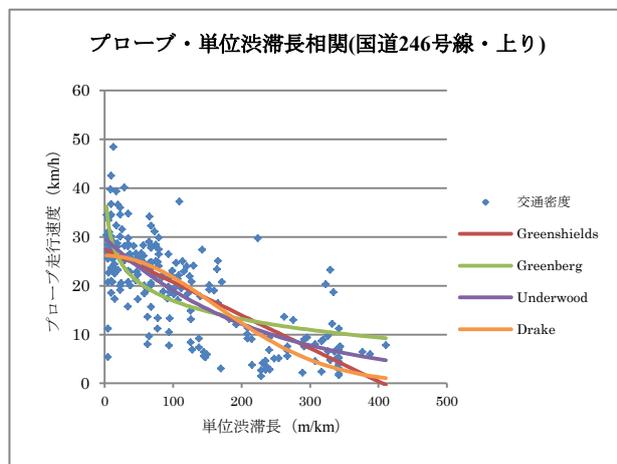


図4 各式と旅行速度および単位渋滞長との比較 (国道246号線)

4. 台風の際の走行速度予測

2011年9月21日11時~23時の台風15号接近に伴う大雨の際の走行速度を VICS データと前述の式を用いて予測した。国道20号に関して、平常時である3月4日の旅行速度と VICS から推定した9月21日の旅行速度を比較すると、15時台から平常時よりも旅行速度が小さな時間帯が続き、22時台で平均旅行速度が30km/hに回復している。このことには、

台風の接近に合わせて早めの退勤が促された結果が反映されたものと考えられる(図5)。

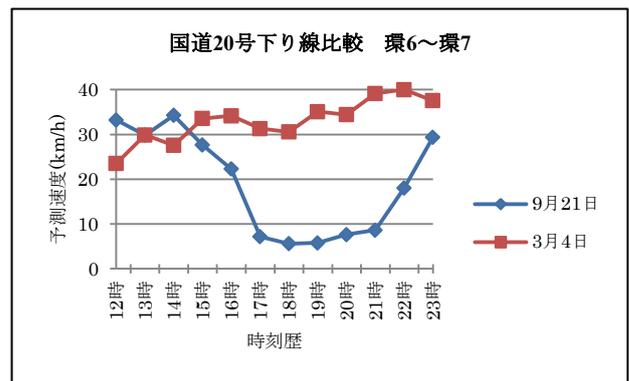


図5 国道20号線の走行速度の比較

予測した9月21日の旅行速度を GIS で図化したところ、東北地方太平洋沖地震の際とは規模・継続時間ともに小規模なものではあるが渋滞が生じ解消していく様子が時空間的に可視化された(図6)。



図6 9月21日21時台の旅行速度予測

5. まとめ

本研究では、タクシープローブの旅行速度と VICS の渋滞長の関係を k - v 式を用いてモデル化した。これによって、広範囲にわたる各道路の走行速度の予測が可能となり、VICS のような安価で多量なデータを用いて、自然災害後の道路交通状況の把握および推測が可能となった。今後は規模の異なる災害に関して同様に走行速度を求め、災害の規模による交通状況への影響を求めていくことが期待される。

参考文献

- 1) 中央防災会議・首都直下地震対策専門調査会：首都直下地震対策専門調査会報告，2005
- 2) 川上省吾，松井寛：交通工学，森北出版株式会社，2007.