

N-292

災害による道路通行規制時の交通選択行動を考慮した信頼性分析

愛媛大学大学院 学生員 ○高木一浩
 愛媛大学工学部 正会員 朝倉康夫
 愛媛大学工学部 フェロー 柏谷増男

1. はじめに

本研究の目的は、(1) 豪雨などによる通行規制時のドライバーの交通選択行動をモデル化し、道路ネットワーク交通流を記述すること、(2) それを考慮して四国地域の現況道路網の信頼性評価を行うことにある。

2. 交通行動選択モデルの推定

災害時のドライバーの交通行動は、中止・迂回・待機の3つに分けられる。本研究では次のような段階的選択行動を仮定する。第1段階はトリップを中止するか（行動s）中止しないか（行動 $\bar{s}$ ）の選択である。中止行動の選択確率は、

$$p(s) = 1 / \{1 + \exp(V_s - V_{\bar{s}})\} \quad (1)$$

である。 $V_s, V_{\bar{s}}$ はそれぞれ中止した場合としない場合の効用の確定項である。時間差モデルでは効用差は、

$$V_s - V_{\bar{s}} = \alpha_0 + \alpha_1 \min\{t_d - t_o, t_w - t_o\} \quad (2)$$

で与えられる。 t_o, t_w, t_d はそれぞれ、平常ルートを利用したときの所要時間、通行止めとなった平常ルートが復旧するのを待って平常ルートを利用したときの所要時間、迂回路ートを利用したときの所要時間であり、 α_0, α_1 はパラメータである。

第2段階は、中止しない場合に迂回するか（行動d）、待機するか（行動w）の選択である。トリップを中止しない場合に迂回する確率は次式で与えられる。

$$p(d|\bar{s}) = 1 / \{1 + \exp(V_w - V_d)\} \quad (3)$$

V_d, V_w はそれぞれ迂回および待機する場合の効用の確定項である。時間差モデルでは、確定効用の差は、

$$V_w - V_d = \beta_0 + \beta_1(t_w - t_d) \quad (4)$$

である。 β_0, β_1 はパラメータである。

選択実験により得られたデータを用いて推定したパラメータを表.1に示す。

表.1 交通選択行動モデルのパラメータ

交通目的	第1段階(中止モデル)		第2段階(迂回・待機モデル)	
	α_0	α_1	β_0	β_1
通勤	3.016	-0.015	0.037	-0.015
業務	2.576	-0.008	0.022	-0.010
観光	1.181	-0.011	0.220	-0.006
私用	2.004	-0.020	-0.280	-0.005
その他	1.448	-0.008	-0.060	-0.008

3. 四国地域道路網での配分計算

通行規制時の行動モデルをflow-independentな交通量配分モデルに組み込んで、通行規制の影響を調べた。ネットワークは四国地域の幹線道路網で、平成5年9月3～4日の台風13号による規制を対象とした。OD表は平成2年度の建設省道路交通センサスによるBゾーンOD表をトリップ目的別に集計したものである。

表.2に交通目的別の中止トリップ数および迂回・待機トリップ数を示す。影響ODペアおよび影響トリップ数とは、平常時に比較して通行規制時のOD間所要時間の値が大きくなるODペアとそのOD交通量をいう。トリップ数の多い都市部のリンクが規制されることはないので、配分対象トリップ数に対する影響トリップ数の割合は3%程度であり、著しく多いとは言えない。交通目的別に見ると、トリップ長の長い観光や業務目的のトリップが影響を受けやすいことがわかる。

中止・迂回・待機の割合を見ると、迂回が8割、中止が2割であり、待機するケースはほとんど見られない。規制時間が概ね8時間程度であったため、規制されていないルートが残されておれば迂回してでもトリップするか、迂回路ートがない場合には中止する割合が高くなったものと考えられる。通勤や業務では中止率は1割程度であるが、観光や私用では3割を超える。

4. 信頼性解析

平成元年～5年までの直轄国道の通行規制データを48の状態ベクトルで表現する。状態ベクトル x の要素

表.2 交通目的別の中止・迂回・待機の状況

交通目的	A: 配分対象 トリップ数	B: 影響トリッ ブ数(B/A,%)	C: 影響OD ペア数	D: 中止トリッ ブ数(D/B,%)	E: 迂回トリッ ブ数(E/B,%)	F: 待機トリッ ブ数(F/B,%)
通勤	507,427	9,278(1.8)		188	1,021(11.0)	8,231(88.7)
業務	815,295	33,406(4.1)		638	3,512(10.5)	29,255(87.6)
観光	113,644	4,962(4.4)		133	1,769(35.7)	2,857(57.8)
私用	202,554	4,178(2.1)		104	1,468(35.1)	2,495(59.7)
その他	932,826	27,647(4.4)		656	7,613(27.5)	19,415(70.2)
計	2,571,746	79,471(3.1)	*****	15,383(19.4)	62,253(78.3)	1,837(2.3)

は個々のリンクが規制されるか否かを0,1で表したものである。各状態がいずれも同じ確率で発生するとして状態発生確率 $p(\mathbf{x})$ を求めた。文献(1)の方法を応用して四国内の現況道路網の信頼性解析を行った。

信頼性評価に先立って、ODペアごとにOD交通量の減少量の期待値 ΔQ_{rs}

$$\Delta Q_{rs} = \sum_{\mathbf{x} \in X} p(\mathbf{x}) \{q_{rs}(\mathbf{x}_0) - q_{rs}(\mathbf{x})\}$$

を求めた。 $q_{rs}(\mathbf{x}_0)$ は平常時（規制されない状態）のOD交通量、 $q_{rs}(\mathbf{x})$ は規制状態が $\mathbf{x}$ の時のOD交通量である。

この値は、状態 $\mathbf{x}$ に対する交通量配分計算を行って、中止しなかったトリップを集計（配分計算はセンサスのBゾーン、信頼性解析は64の市郡ゾーン単位）することにより計算される。減少量の期待値がゼロでないODペア数は275ペアであり、これらのODペアの平常時トリップ数は327,345、減少量の期待値は972トリップであった。

ODペアrs間の信頼度 R_{rs} は、

$$R_{rs} = \sum_{\mathbf{x} \in X} p(\mathbf{x}) z_{rs}(\mathbf{x})$$

である。 $z_{rs}(\mathbf{x})$ はODペアrs間の稼働・停止関数で、状態 $\mathbf{x}$ におけるOD交通量が平常時よりも減少しておれば（中止トリップが発生すれば）、そのODペアは機能していないものとみなしてその値を0とする。状態 $\mathbf{x}$ においても中止トリップが発生しなければ、稼働・停止関数の値は1とする。つまり、ここでの信頼度は通行規制時にトリップの中止がない確率である。

図.1は信頼度が1でないODペアについて信頼度のヒストグラムである。ほとんどのODペアは0.9以上の信頼度を保っているが、信頼度が0.8以下のODペアも15ペア存在する。

表.3に信頼度の低いODペアの下位5位を示す。最も信頼度が小さいODペアは3つあり、いずれも0.750

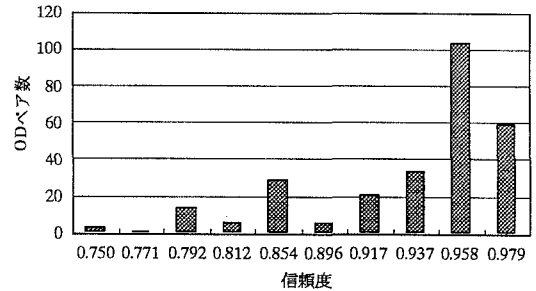


図.1 信頼度が1でないODペア

表.3 信頼度の低いODペア下位5位

ODペア	信頼度	主要利用道
上浮穴郡⇔高岡郡	0.750	R33
上浮穴郡⇔宿毛市	0.750	R439
三好郡⇔南宇和郡	0.750	R32,439
海部郡⇔海部郡	0.771	R33,55
上浮穴郡⇔吾川郡	0.792	R33

である。これらのODペアが利用する主な国道はR.32, R.33, R.55, R.439であり、山間部・海岸部を通過するODは規制の影響を受けやすいことがいえる。

5. おわりに

本研究では、災害時に通行規制された道路ネットワークにおける交通選択行動を段階的モデルを用いて表すとともに、それを組み込んだ配分モデルを用いて四国地域道路網の信頼性の解析を行った。かなり大規模な規制時の配分結果を見ると、規制の影響を受けるODペアでは、2割がトリップを中止、8割が迂回、待機する交通はほとんど見られない。過去5年間の通行規制時のデータを用いた信頼度評価の結果、山間部・海岸部を経由するODペアの信頼性が際だって小さいことが確認できた。

【参考文献】

- (1)朝倉康夫, 柏谷増男, 為広哲也: 災害における交通処理能力の低下を考慮した道路網の信頼性評価モデル. 土木計画学研究・論文集No.12, pp475-484, 1995.