

OD 交通量逆推定手法の観測地点の相違による 推定結果の安定性検証

村野 祐太郎¹・倉内 文孝²・松岡 禎典³・横地 和彦⁴
丹下 真啓⁵・田中 久光⁶

¹ 非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)
E-mail: murano-y92bg@mlit.go.jp

² 正会員 岐阜大学 工学部社会基盤工学科 (〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1)
E-mail: kurauchi@gifu-u.ac.jp

³ 非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)
Email: matsuoaka-s2kh@mlit.go.jp

⁴ 正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)
Email: yokochi-k8810@mlit.go.jp

⁵ 正会員 一般社団法人システム科学研究所 (〒604-8223 京都市中京区新町通四条上ル小結棚町 428 番地)
Email: tange@issr-kyoto.or.jp

⁶ 正会員 一般社団法人システム科学研究所 (〒604-8223 京都市中京区新町通四条上ル小結棚町 428 番地)
Email: h-tanaka@issr-kyoto.or.jp

国土技術政策総合研究所では、容易に実測可能な断面交通量から遡って OD 交通量を推定する OD 交通量逆推定手法の開発に取り組んでいる。OD 交通量逆推定手法は、推定断面交通量と観測断面交通量の誤差の最小化を図ることで、OD 交通量を推定する手法である。既往研究では、全国道路・街路交通情勢調査の交通量観測地点について、OD 交通量逆推定手法を適用し、逆推定後の推定断面交通量と観測断面交通量の誤差は小さく、良好な推定結果を得ていることを確認した。一方、OD 交通量の常時観測を想定した検討については行われておらず、OD 交通量逆推定手法に適用する断面箇所数を削減しても、推定結果が安定するかを確認する必要がある。本稿では、近畿圏を対象に、OD 交通量の常時観測を想定し、入力断面箇所数をランダムに削減した複数のケースに加え、現在実現可能な常時観測体制として、トラフィックカウンターが設置された箇所のみを入力断面とするケースを設定し、入力断面箇所数の相違による推定精度への影響を検証する。

Key Words: trip table estimation, ETC2.0 probe data, number of observation points

1. はじめに

国土交通省では、概ね 5 年に 1 度、全国道路・街路交通情勢調査により、OD 交通量を把握している。OD 交通量は、将来交通需要推計や路線別交通量推計等に利用され、これらの推計結果に基づき、道路事業の評価、道路計画におけるネットワークや車線数等の幾何構造が決められている。しかし、全国道路・街路交通情勢調査における OD 調査はサンプル調査であるため、サンプリングによるバイアスを完全に排除することは困難である。

また、料金施策や情報提供等による道路交通マネジメント等のため、日々の道路交通状況の変動や時間的な変化も含めた細やかな OD 交通量の把握・分析が必要とされており、常時観測 OD データの収集、活用方法について検討が始まっている。

国土技術政策総合研究所 (以下、「国総研」という)

では、より確からしい OD 交通量の把握及び常時観測 OD データの把握のため、比較的容易に実測可能なリンク交通量から遡って OD 交通量を推定する OD 交通量逆推定手法の開発に取り組んでいる。国総研における OD 交通量逆推定手法は、オリジナルの OD データに基づく発生交通量比率、目的地選択率、リンク利用率、観測リンク交通量を入力データとし、発生交通量を推定するモデルであり、リンク交通量に関する残差平方和と発生交通量に関する残差平方和を最小化するモデルである。

橋本ら¹⁾及び末成ら²⁾は、リンク交通量および、発生交通量に関する残差の各項について誤差論の考え方に基づく、適切な重み係数の設定方法を提案した。松田ら³⁾は、入力データのうちリンク利用率について、OD 毎リンク毎に取得率が異なる ETC2.0 プローブ情報の偏りを成長率法で補正し、リンク利用率を補正する手法を提案した。これらの既往研究は、観測リンク交通量の箇所数

が充実した全国道路・街路交通情勢調査を対象とした研究であり、観測リンク交通量の箇所数が、トラフィックカウンター設置箇所等に限定される常時観測体制への適用については研究されていない。本研究では、OD 交通量の常時観測化を想定し、観測リンク交通量の OD 交通量逆推定手法への適用箇所数をランダムに削減した複数のケースにくわえ、道路管理者が設置したトラフィックカウンターが存在する箇所のみを OD 交通量逆推定手法に適用するケースについて検討を行い、全国道路・街路交通情勢調査の観測リンク交通量を適用した場合との OD 交通量逆推定結果の比較を行い、OD 交通量逆推定結果の安定性を検証する。

2. OD 交通量逆推定手法の概要

(1) 日別 OD 交通量逆推定モデル

日別 OD 交通量逆推定手法のモデル式を式(1)に示す。リンク交通量の推定値と観測値の残差平方和と、発生交通量の推定値とオリジナルの OD データによる値、すなわち、推定総発生交通量に、オリジナルの OD データの発生交通量比率を乗じた値との残差平方和を最小化することによって発生交通量を推定するモデルである。ここで、オリジナルの OD データの発生交通量比率とは、各ゾーンの発生交通量の対象地域全体の総発生交通量に占める比率である。

式(1)において、第 1 項はリンク交通量の残差項、第 2 項は発生交通量の残差項を示し、それぞれ重み係数を設定している。重みは誤差論にもとづき、それぞれ分散の逆数を意味する。第 2 項の重みは、全国道路・街路交通情勢調査・OD 調査において発生交通量の調査精度を「発生交通量の相対誤差が、信頼度 95%で相対誤差率 20%以内」と設定していることに鑑み、正規分布を仮定した場合の分散の逆数としている。

日別 OD 交通量逆推定モデル

(目的関数)

$$\frac{1}{(0.2\alpha/1.96)^2 \sum_a (v_a^*)^2} \sum_a \sum_i \sum_j (\hat{o}_i m_{ij} P_{a,ij} - v_a^*)^2 + \frac{1}{(0.2/1.96)^2 \sum_i (O_i^*)^2} \sum_i (\hat{o}_i - \hat{o}_i O_i^*)^2 \rightarrow Min \quad (1)$$

(制約条件)

$$(1/1.2)O_i^* \leq \hat{o}_i \leq (1/0.8)O_i^*$$

$P_{a,ij}$: OD 交通量 ij のリンク a の利用率

m_{ij} : ij 間の目的地選択率

v_a^* : リンク a の観測リンク交通量

\hat{O}_i : 発生交通量 (未知変数)

\hat{O} : 総発生交通量 ($\hat{O} = \sum_i \hat{O}_i$)

o_i^* : 既存データによる発生交通量比率 (= O_i^*/O^*)

O_i^* : 既存データの発生交通量

O^* : 既存データの総発生交通量

α : 第 2 項に対する第 1 項交通量の変動係数の比 (重み係数)

(2) ETC2.0 プローブ情報によるリンク利用率の補正手法

リンク利用率は、ETC2.0 プローブ情報の取得率が OD や利用リンクによって異なることに着目し、OD ごと、リンクごとの取得率の違いに応じて、ETC2.0 プローブ情報から得られるリンク利用率を成長率法により補正する手法を適用しており、以下の 2 つのステップよりなる。

- ステップ 1 : OD ごと、観測リンクごとの ETC2.0 プローブ情報の取得率の違いに応じた補正 (成長率法による補正) (図-1)
 - ステップ 2 : 経路選択率の和を 1 とする処理 (図-2)
- ステップ 1 において、ある OD ペア番号 n の OD 交通量のうち観測リンク a を利用する ETC2.0 プローブ情報のサンプル交通量 x_n^a を要素とする行列 \mathbf{A} を作る。つまり、行列 \mathbf{A} の n 行 a 列目の要素はサンプル交通量 x_n^a となる。次に、列和を全国道路・街路交通情勢調査等の既存の観測リンク交通量に収束させる。同時に、行和をターゲットベクトル (図-1 ⑤) に収束させる。ターゲットベクトルは全国道路・街路交通情勢調査等の既存の OD 交通量と ETC2.0 プローブ情報のサンプル OD 交通量を用いて、行和と列和が等しくなるように算定した拡大交通量から構成される。収束後の行列要素と全国道路・街路交通情勢調査の OD 交通量によりリンク利用率を算出する。

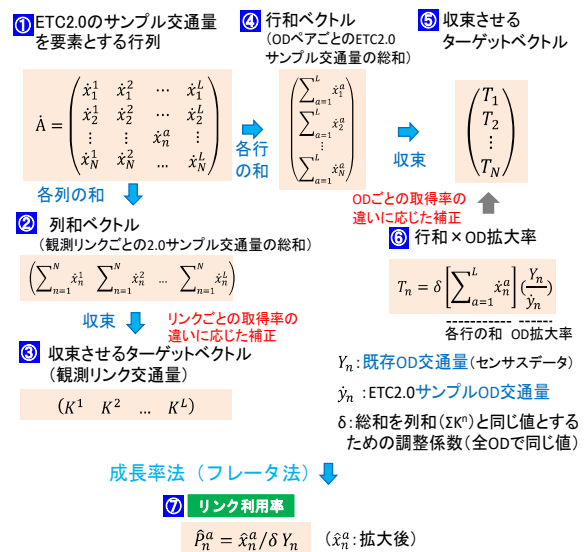


図-1 ETC2.0 リンク利用率補正手法 (ステップ 1)

続いて、ステップ 2 において、経路選択率の和を 1.0 とするために、経路-リンク接続行列（経路 i が観測リンク a を含むかどうかを示す行列：図-2 ⑧）を ETC2.0 プローブ情報から算出し、経路選択率の和が 1.0 という制約条件の下で、この行列と経路選択率ベクトルの積をステップ 1 で算出したリンク利用率と整合させる。ここでは、制約条件付き最小二乗法により OD ペアごと問題を解く（図-2 ⑨）。なお、図-2 は、4 経路 3 観測地点の例であり、この例においては経路 4 はどの観測リンクも通らないことを示し、経路 1 と経路 2 は観測リンク 2 を利用していることを示す。経路 4 のように、どの観測リンクも通過しない経路が存在する OD ペアでは、経路 1~3 の選択率の和が 1 未満となる。

(4 経路, 3 観測地点の場合の例)

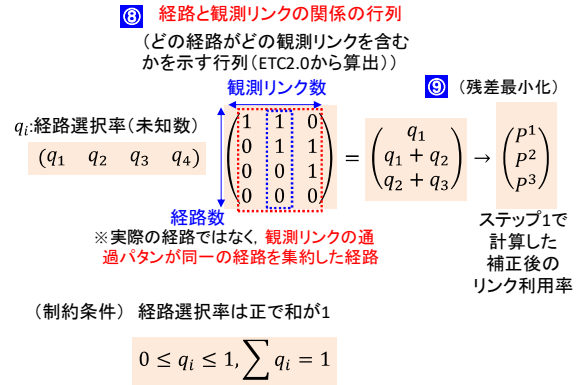


図-2 ETC2.0 リンク利用率補正手法（ステップ2）

表-1 入力データ

対象地域	発生交通量	目的地選択確率	経路選択確率	観測リンク交通量
近畿地方※1 (896ゾーン)	平成27年度道路 交通センサス によるOD交 通量から算出	平成27年度道 路交通センサ スによるOD交 通量から算出	ETC2.0の経路 情報を用いて 算出した経路 選択確率を、 成長率法を用 いて補正して 算出※2	平成27年度道 路交通センサ スによる交通 量調査結果を 適用

※1：福井県，滋賀県，京都府，大阪府，兵庫県，奈良県，和歌山県
※2：ETC2.0 で出現しない OD ペアは交通量配分の結果を適用

3. 検証方法

本研究において、日別 OD 交通量逆推定モデルに入力するデータを示す（表-1）。近畿地方を対象に検討を行い、発生交通量・目的地選択確率・観測リンク交通量は平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査の値を適用する。経路選択確率は、ケース 0（基本ケース）を対象に、前述の ETC2.0 プロブ情報によるリンク利用率の補正手法を適用して算定する。

常時観測体制では、観測リンク交通量の入力可能地点数は、平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査における観測地点数よりも減少すると思われる。これを想定して入力地点数が異なる複数のケースの設定を行った。ケース 0 は基本ケースであり、本研究の対象地域である近畿地方における平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査で実施された交通量調査（24 時間調査）のうち、高速道路の全ての観測箇所と B ゾーン境界に位置する一般道の観測箇所を日別 OD 交通量逆推定モデルに入力するケースである。なお、一般道の観測箇所を B ゾーン境界に限定したのは、リンク利用率の算定に用いる ETC2.0 プロブ情報では、トリップが短いゾーン内々交通の取得が難しく、ゾーン内々交通が走行しない B ゾーン境界の交通量観測箇所のみとしたためである。ケース 1~9 は、日別 OD 交通量の常時観測化を想定したケースであり、そのうちケース 1~8 は、道路種別毎に入力断面箇所数をランダムに削減したケースである。ケース 9 は、現在実現可能な常時観測体制を用いることを想定し、高速道路の全ての観測箇所と、道路管理者が設置したトラフィックカウンターが存在する箇所のうち、B ゾーン境界に位置する箇所を入力断面箇所とするケースである。一般道路では、入力箇所数が 32 箇所と少なくなっているが、このような状況でも、他ケースと同等の推定精度が確保できるか検証を行う。

表-2 検討ケース

ケース	観測交通量の入力箇所数	
	高速道路	一般道
ケース 0 (基本ケース)	高速道路+Bゾーン境界	入力：2,264 一般：1,770 高速：494
ケース 1	高速道路のみ	入力：494 一般：0 高速：494
ケース 2	一般道路のみ	入力：1,770 一般：1,770 高速：0
ケース 3	高速道路20%減	入力：2,166 一般：1,770 高速：396
ケース 4	高速道路40%減	入力：2,067 一般：1,770 高速：297
ケース 5-1	一般道路20%減 (ケース5-1・5-2ともに入力 箇所をランダムに抽出しているた め、入力箇所数は同じだが、箇所 は異なる)	入力：1,910 一般：1,416 高速：494
ケース 5-2		入力：1,910 一般：1,416 高速：494
ケース 6	一般道路40%減	入力：1,556 一般：1,062 高速：494
ケース 7	一般道路60%減	入力：1,202 一般：708 高速：494
ケース 8	高速道路 一般道路20%減	入力：1,812 一般：1,416 高速：396
ケース 9	高速道路 一般道路 (Bゾーン境界(常観地点))	入力：526 一般：32 高速：494

4. 検証結果

(1) 推定結果

ケース 0～ケース 9 の検証結果を表-3 に示す。推定精度の検証として、発生交通量においては、ケース 0（基本ケース）とケース 1～9 の推定発生交通量を比較し、%RMS を評価することで、入力断面箇所数が減少したときの、推定発生交通量の安定性を評価する。また、リンク交通量においては、観測リンク交通量と推定リンク交通量を比較し、%RMS を評価する。なお、推定リンク交通量は、推定発生交通量に目的地選択確率・リンク利用率を乗じ、OD ペアを往来する交通量のうち対象リンクを通行する交通量を求め、これを全 OD ペアについて適用し、その合計交通量とする。

ケース 0 とケース 1～8 の推定発生交通量の %RMS は、特定の道路種別のみを適用するケース 1・2 以外のケースで、3.8%以下と比較的小さい。一方、ケース 9 の %RMS は、6.5%とケース 3～8 と比較して大きい。

観測リンク交通量と推定リンク交通量（高速+一般）の %RMS も発生交通量と同様の傾向であり、ケース 3～8 の %RMS は、18.1～18.3%とケース 0（基本ケース）と同程度の推定精度であった。一方、ケース 9 の %RMS は 18.9%とケース 3～8 と比較してやや大きい。

これらのことから、高速道路のみ、または一般道路のみといった極端な入力箇所としなければ、ケース 3～8 のように入力箇所数を減少させても、ケース 0（基本ケース）と同程度の OD 交通量逆推定精度を得ることができる。一方、ケース 9 の推定精度はケース 3～

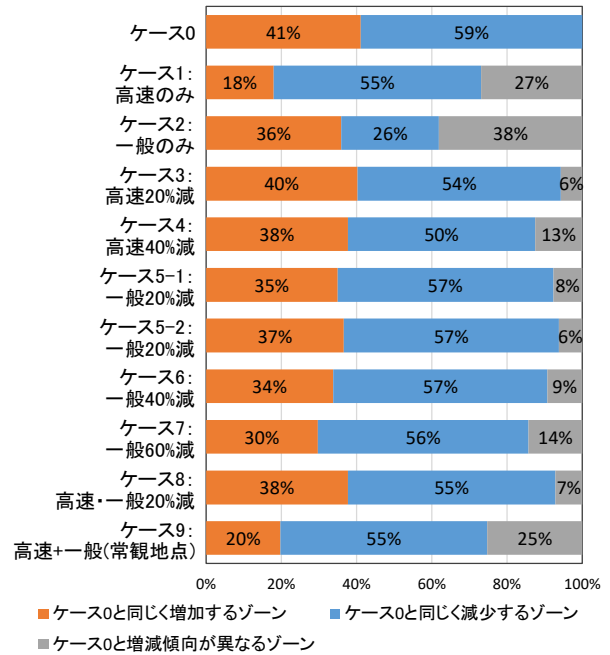


図-3 OD 交通量逆推定前後の発生交通量の増減傾向

8 と比較して低かったが、入力された一般道の入力箇所数は 32 箇所と少なく、今後一般道における交通量の常時観測箇所数を増やすことで、推定精度が向上するものと思われる。

(2) ケース間の比較

各ゾーンの発生交通量について、OD 交通量逆推定前後の発生交通量の増減傾向を示す（図-3）。ケース 0（基本ケース）と比較して、ケース 3～8 では、逆推定前後の増減傾向は概ねケース 0 と一致している。一方で、

表-3 推定結果

ケース	発生交通量					リンク交通量 ※ケース0と同じ観測地点数で比較					
	交通量 (十万台)	ゾーン数		観測値との %RMS	ケース0との %RMS	交通量(十万台)			%RMS		
		下限値	上限値			高速+一般	高速	一般	高速+一般	高速	一般
観測値	147					490	223	267			
ケース0 基本ケース	145	75 (8.0%)	31 (3.3%)	6.8%		482	227	255	18.1%	14.5%	18.5%
ケース1 高速のみ	140	99 (10.6%)	37 (4.0%)	9.2%	7.2%	467	222	245	19.0%	13.8%	21.8%
ケース2 一般のみ	152	40 (4.3%)	52 (5.6%)	8.9%	8.9%	506	240	266	20.3%	17.9%	16.7%
ケース3 高速20%減	146	77 (8.2%)	30 (3.2%)	7.0%	1.1%	484	228	256	18.1%	14.6%	18.2%
ケース4 高速40%減	146	72 (7.7%)	30 (3.2%)	6.7%	2.4%	485	229	257	18.2%	14.8%	17.9%
ケース5-1 一般20%減	144	72 (7.2%)	33 (3.5%)	7.0%	1.9%	480	226	253	18.2%	14.3%	18.9%
ケース5-2 一般20%減	145	76 (8.1%)	23 (2.5%)	6.9%	2.1%	479	226	253	18.2%	14.3%	19.0%
ケース6 一般40%減	144	74 (7.9%)	28 (3.0%)	7.2%	3.1%	478	226	252	18.3%	14.2%	19.4%
ケース7 一般60%減	143	85 (9.1%)	34 (3.6%)	7.6%	3.8%	476	225	251	18.3%	14.1%	19.7%
ケース8 高速+一般20%減	145	78 (8.3%)	35 (3.7%)	7.0%	1.5%	482	227	255	18.1%	14.5%	18.5%
ケース9 高速+一般(常観)	141	87 (9.3%)	34 (3.6%)	8.6%	6.5%	469	223	246	18.9%	13.9%	21.4%

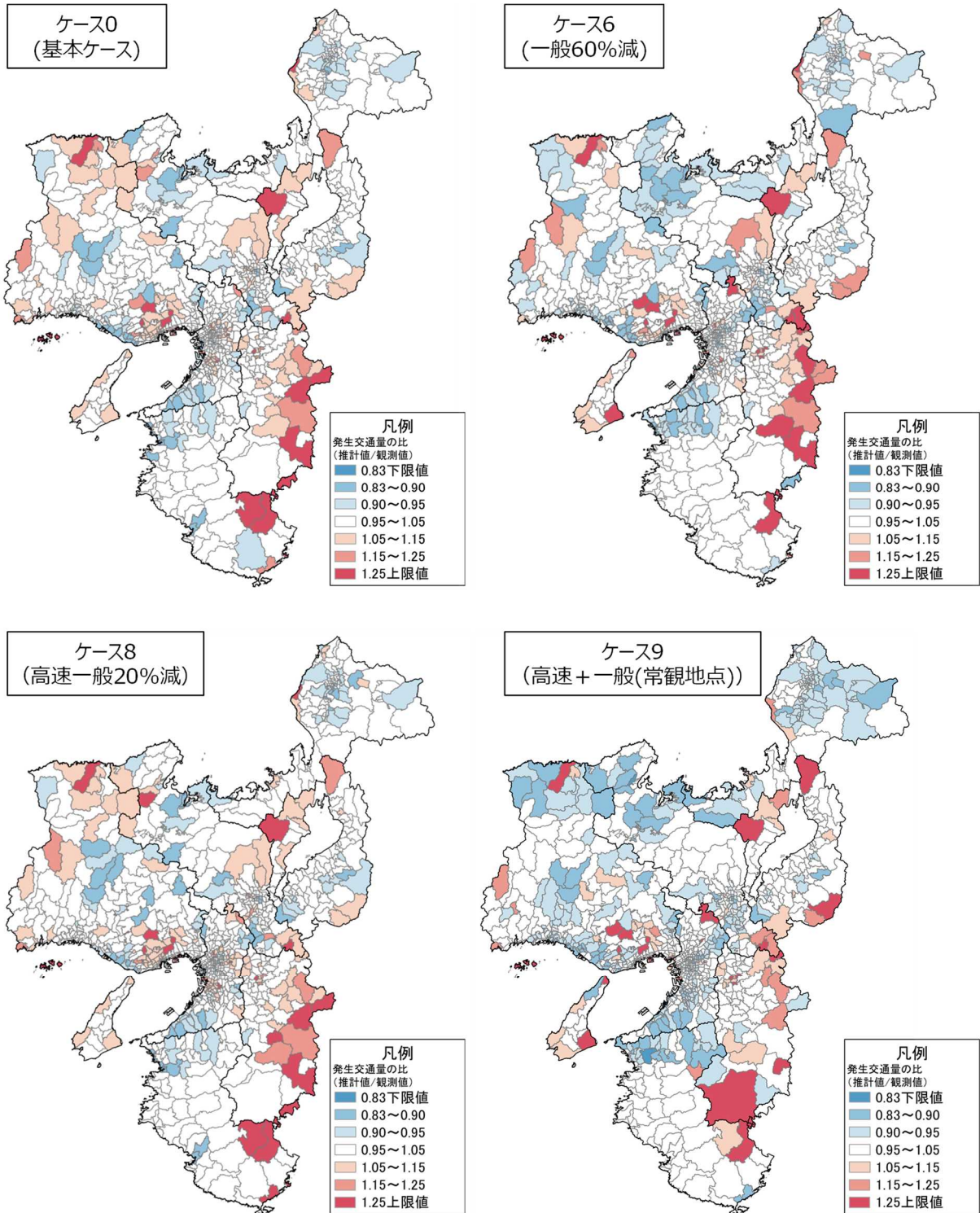


図4 OD交通量逆推定前後の発生交通量の増減傾向(ケース0, 6, 8, 9の例)

ケース1・2やケース9では、ケース0と比較して、増減傾向が異なるゾーンが多い。

各ゾーンの発生交通量の推定結果と観測値(平成27年度全国道路・街路交通情勢調査で得られた発生交通量)の比較を示す(図-4)。

入力断面をランダムに削減するケース6・8の増減傾向は概ねケース0(基本ケース)と一致しているものの、ケース9では、兵庫県北部の増減傾向が一致しないほか、

ケース0(基本ケース)の増減傾向と比較して、発生交通量が低く推定される地域が多い傾向となる。

これらのことから、高速道路のみ、または一般道路のみといった極端な入力箇所としなければ、ケース3~8のように入力箇所数を減少させても、ケース0(基本ケース)と同じ傾向の発生交通量の補正を行うことができるといえる。一方で、ケース9では、ケース0(基本ケース)と比較して発生交通量の増減傾向が一致せず、発

生交通量が低く推定される地域が多い傾向であった。今回、リンク利用率の算定に適用した ETC2.0 プローブ情報は高速道路等に設置されている経路情報収集装置を通じてデータを収集するため、高速道路のリンク利用率が高い傾向にあり、本研究では、成長率法による補正を行ったものの、補正量が十分でなかった可能性がある。今後、ETC2.0 プローブ情報の改善や一般道における交通量の常時観測箇所数を増やすことにより、推定精度が向上するものと思われる。

5. おわりに

本研究では、OD 交通量の常時観測化を想定し、日別 OD 交通量逆推定モデルへの観測リンク交通量の入力地点をランダムに削減し、入力地点数に差を与えた複数のケースを設定し、OD 交通量逆推定結果の安定性について検証を行った。検証の結果、入力断面をランダムに削減するケース 1~8 のうち、高速道路のみ・一般道路のみといった極端なケースに該当しないケース 3~8 では、OD 交通量逆推定の精度は、ケース 0 (基本ケース) と同程度であることを確認できた。

また、発生交通量の増減についても、ケース 0 (基本ケース) と同様の傾向であることを確認できたことから、

OD 交通量逆推定の常時観測において、入力地点数がケース 0 (基本ケース) から減少しても、OD 交通量逆推定結果の安定性は高いといえる。

一方、現在実現可能な常時観測体制を想定したケース 9 の推定精度はケース 3~8 と比較して低い結果となったものの、ケース 9 はケース 3~8 と比較して、一般道における入力断面箇所数が少ないことから、今後、一般道における交通量の常時観測箇所数が増加することで、推定精度が向上し、日別 OD 交通量の常時観測が可能となる可能性がある。

参考文献

- 1) 橋本浩良, 高宮進, 倉内文孝, 飯田恭敬: OD 交通量逆推定手法を利用した OD 交通量の補正方法, 土木計画学研究・講演集 Vol.50 CD-ROM, 2014
- 2) 末成浩嗣, 田中良寛, 橋本浩良, 瀬戸下伸介, 倉内文孝, 内田賢悦, 円山琢也, 杉浦聡志, 飯田恭敬: OD 交通量逆推定手法における結合モデル (C-model) の改良と検証, 土木計画学研究・講演集 Vol.55CD-ROM, 2017
- 3) 松田奈緒子・倉内文孝・内田賢悦・円山琢也・杉浦聡志・丹下真啓・田中久光・横地和彦・村野祐太郎: ETC2.0 プローブ情報を用いた OD 交通量逆推定手法におけるリンク利用率の補正方法に関する検証, 土木計画学研究・講演集 Vol.62CD-ROM, 2020

(2021.?.? 受付)

IMPACT OF THE DIFFERENCES IN THE OBSERVATION POINTS ON THE STABILITY OF THE RESULT OF TRIP TABLE ESTIMATION METHOD

Yutaro MURANO, Fumitaka KURAUCHI, Sadanori MATSUOKA, Kazuhiko YOKOCHI,
Masahiro TANGE and Hisamitsu TANAKA