

路面表示による交通安全対策の 速度抑制効果の持続性の検証

木下 康之¹・荻野 弘²・仙石 忠広³・浜口 雅昭³・辻 光弘⁴・林 祐志⁴

¹非会員 株式会社エイテック (〒151-0071 東京都渋谷区本町4-12-7)

E-mail: kinoshita-ys@kk-atec.jp

²正会員 豊田工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒471-8525 愛知県豊田市栄生町2-1)

E-mail: ogino@toyota-ct.ac.jp

³正会員 愛知県 建設部 (〒460-8501 愛知県名古屋市中区名駅南2-14-19)

E-mail: masaaki_hamaguchi@pref.aichi.lg.jp

⁴正会員 株式会社オリエタルコンサルタンツ SC事業本部 (〒151-0071 東京都渋谷区本町3-12-1)

E-mail: tsuji@oriconsul.com

交通事故の発生要因は一般的にヒューマンエラーが多く、事故を防止するためには道路利用者の安全意識を如何に高めるかが重要となる。カラー舗装による交通安全対策は、ドライバーの注意効果を狙ったものであるが、年月の経過とともにドライバーが慣れてしまい、効果が持続しない可能性がある。そこで本検証では、路面表示対策の施工前から施工約2年後までを定期的なビデオ観測によりモニタリングし、走行速度の経年変化を調査・分析した。その結果、速度抑制効果は一定期間持続することが確認されたものの、交通量などの条件の違いにより効果の現れ方に違いがあることが分かった。

Key Words : road marking, traffic safety, speed control for vehicles

1. はじめに

交通事故の発生要因は一般的にヒューマンエラーが多いため、カラー舗装や減速区画線¹⁾などドライバーへの注意喚起を目的とした路面表示対策が全国で数多く施工されている。

愛知県においても、事故が多発する交差点への対応として、「交差点流入部での3段階のカラー舗装」(後に詳述)を検討し、管内の全域に展開している。この対策は、ドライバーに色やデザインで驚きを与え、交差点での注意力を高めてもらうことを狙ったものである。しかしながら、**図-1**に示すように、ドライバーが学習効果により対策効果が維持・定着するのではなく、見慣れたり、飽きたりすることで、対策効果が次第に薄れていき、最終的には対策効果が失われてしまう可能性も考えられる。このため、本検証では、時間の経過とともに対策効果が持続するか、低減するかなどの対策効果の現れ方(**図-2**)を明確にし、今後の適切なメンテナンスサイクルを検討していく基礎資料とすることを目的として行った。

これまで、カラー舗装の効果を評価した事例としては、調査票により交通安全への意識を評価したもの²⁾、ドラ

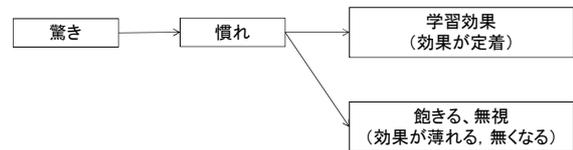


図-1 対策によるドライバーの心理の変化 (イメージ)

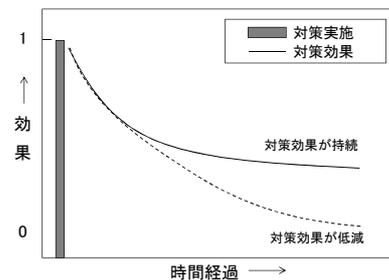


図-2 対策効果の現れ方⁶⁾(参考) (イメージ)

イバーの視覚挙動に与える影響を評価したもの³⁾、交差点進入車両の速度変化を評価したもの⁴⁾など数多く存在するが、いずれも対策前後の一時点で比較している事例が多い。効果の持続性の観点で、対策後に継続的に評価を行った事例としては、日野ら⁵⁾がカラー舗装の施工後、6回に渡った調査であるが、これは視認性を評価してい

る事例であり、速度抑制効果の持続性に着目して評価した研究は見られない。

そこで本検証では、「交差点流入部における3段階のカラー舗装」を施工した箇所を対象として、対策の施工前から施工後22ヶ月後までの期間を定期的に定点ビデオによる交通挙動調査を実施し、速度抑制効果の持続性を評価した。

2. 分析対象

(1)交差点流入部における3段階のカラー舗装の狙い

分析対象は、愛知県で精力的に展開している「交差点流入部における3段階のカラー舗装」である。この対策は、①カラー舗装、②カラーゼブラ、③注意喚起の文字表示の路面表示を組み合わせたもので、視覚効果、減速効果、整流効果により、追突事故を防止することを対策の狙いとしている。対策イメージは図-3のとおりである。

(2)分析項目

図-4は追突事故の要因を示したものである。追突事故の要因は、まず、Aドライバー要因とB道路環境要因に分かれる。そして、Aドライバー要因には、a安全意識の欠如によるもの（脇見、漫然運転など）とb危険な交通行動を伴うもの（速度超過、短い車間距離など）があり、今回は、ビデオ調査で観測可能な速度超過に着目している。

(3)分析対象箇所

分析対象箇所は、平成21年度、平成22年度に対策を施工した49箇所の中から、表-1に示す6箇所を代表モニタリング箇所として設定した。箇所の選定にあたっては、走行速度に影響を及ぼす要因と考えられる交通量や車線数など交通状況の異なる箇所が含まれるように留意した。

(4)対策効果の持続性の測定時期

測定時期は図-5に示すとおりであり、施工前は1回実施し、施工後については、施工直後から、3ヶ月後・6ヶ月後・12か月後・22か月後の時期に測定を実施した。ただし、No.2羽黒稲葉、No.6高師口は、平成22年度の施工のため、1年後までの測定とした。

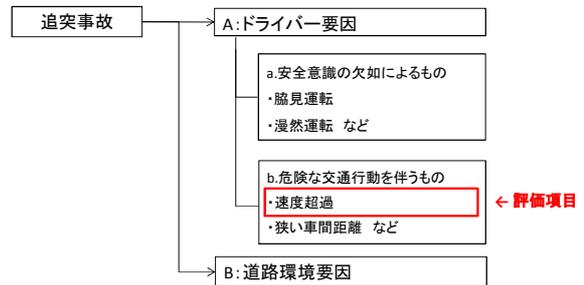


図-4 追突事故の要因と本検討における評価項目

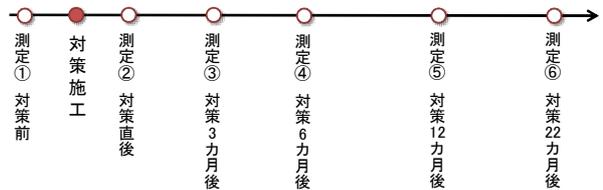


図-5 対策効果の持続性を評価するための測定時期

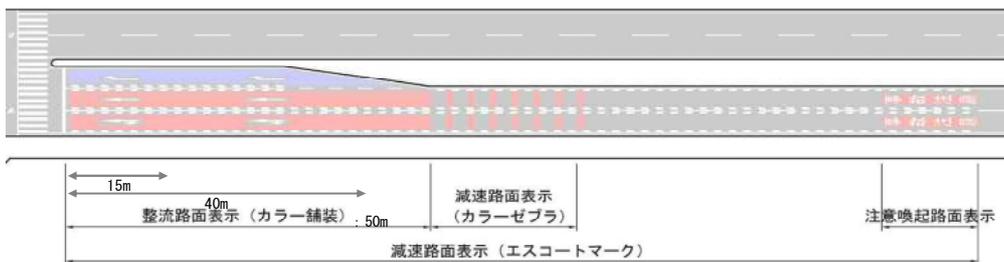


図-3 評価を行う安全対策（3段階のカラー舗装）

表-1 分析対象箇所

No.	交差点名	流入車線数 (車線構成)	縦断	平面	沿道状況 ^{※1}	指定最高 速度 ^{※1}	日交通量 ^{※1}	大型車 交通量 ^{※1}
1	古戦場南	3 (直・直・右)	下り勾配	直線部	平地部	60km/h	30,599	4,647
2	羽黒稲葉	1 (左直)	平坦	カーブ部	その他市街部	50 km/h	11,378	1,461
3	菟原	1 (左直)	平坦	カーブ部	平地部	40 km/h	14,682	1,915
4	竜美台2(上り)	3 (左直・直・右)	平坦	直線部	DID(商業地域外)	40 km/h	39,841	4,349
5	竜美台2(下り)	4 (左直・直・直・右)	平坦	直線部	DID(商業地域外)	40 km/h	39,841	4,349
6	高師口	3 (左直・直・右)	上り勾配	カーブ部	DID(商業地域外)	50 km/h	28,856	4,049

※1 H17道路交通センサスより

3. 分析手法

(1)分析の内容

分析は大きく2つとした。1つ目は、対策の前後の交差点流入速度の比較により、路面表示による速度抑制効果を分析した。また、2つ目は、対策前から対策後22か月までの平均速度の経年変化を分析し、対策効果の持続性を検証した。なお、分析にあたっては、速度抑制効果および対策効果の持続性に影響があると考えられる表-2、表-3の項目に着目して、分析を行った。

(2)走行速度の測定方法

愛知県では人手による誤差や箇所間の分析条件の違いによる差が極力ないようにするため、効果検証手法の標準化⁷⁾を行っており、本検討でもその方法に基づき、速度を測定した。具体的には、図-6に示す交差点手前の2断面の通過時刻 (t1, t2) を目視で測定し、2断面の所要時間 (T) と距離 (L) の関係から速度を求めた。測定断面の位置は、図-7に示す2断面とし、距離は20m~30m程度とした。分析対象車両は、信号停止した後に再発進する低い速度の車両を除くため、信号が青信号に変わった後の10秒間は分析対象外とした。また、前方の車両の影響のない自由流の車両のみを対象とするため、車頭時間が3秒未満の追従状態にある車両は対象外とした。

分析対象時間については、対策前に事故が多発していた時間帯の90分間とした。

表-2 分析項目 (速度抑制効果の把握)

分析項目	分析の狙い(仮説)
①速度帯	速度超過をしている車両のほうが、カラーゼブラなどによる速度感を感じやすいため、対策の効果が現れやすいと想定される。
②交通量	交通量が多い道路では、1台の減速が後続車両に影響があり、効果が現れやすいと想定される。
③車種	大型車はシートポジションが高く、ドライバーがカラー舗装を視認しやすいため、効果が現れやすいと想定される。
④車線数	多車線道路では、隣接する車線のカラー舗装も視認できるので、効果が現れやすいと想定される。
⑤縦断	下り勾配は、速度がやすい構造であるため、効果が現れやすいと想定される。
⑥平面	交差点手前がカーブしているとカラー舗装の視認が遅れ、逆に直線では視認しやすいので、効果が現れやすいと想定される。

表-3 分析項目 (対策効果の持続性)

分析項目	分析の狙い(仮説)
①交通量	交通量が多い箇所のほうが、カラー舗装の表面の劣化により、視認しにくくなるため、対策の効果が低下すると想定される。
②色相	カラー舗装の色相が低下すると、視認しにくくなるので、効果が低下すると想定される。

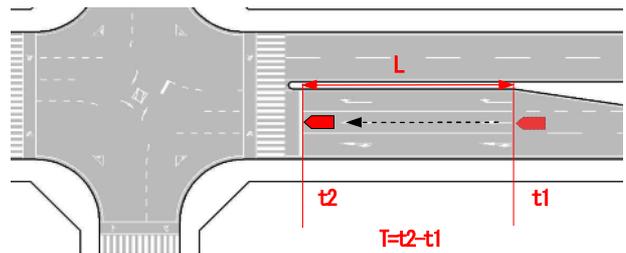


図-7 測定方法の例

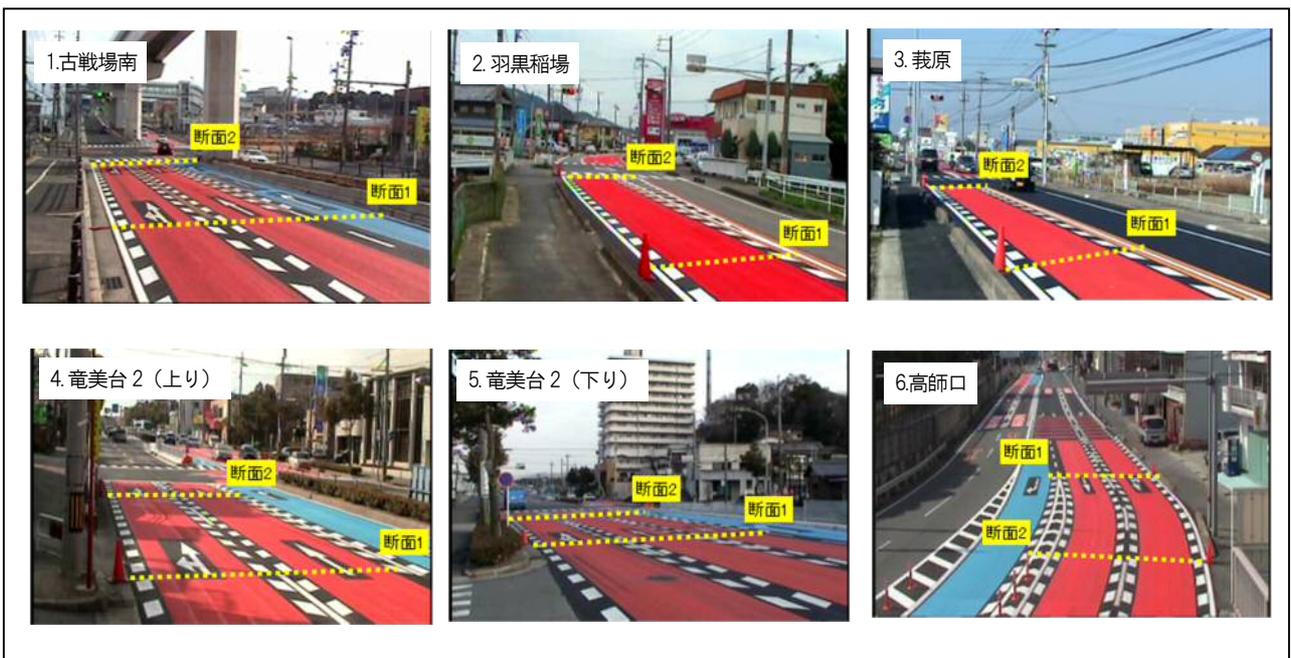


図-6 分析対象箇所の画角および測定断面

4. 分析結果

(1)速度抑制効果の把握

①速度帯による対策効果の違い

平均速度について、対策施工前と対策直後で比較したものが図-8である。また、対策前の平均速度を横軸、対策直後の平均速度を縦軸とした散布図を図-9に示す。これらを見ると、6箇所中5箇所において、対策前に比べ対策後の平均速度が減少した。特に、対策前の平均速度が50km/h以上の比較的速度が高いNo. 1, No. 4, No. 5において、対策後の平均速度の減少が大きい傾向があることがわかる。

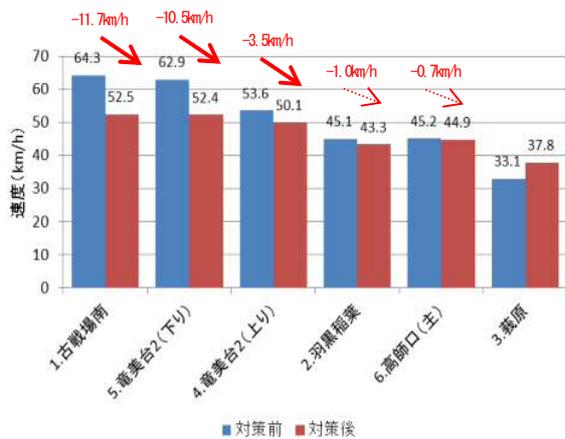


図-8 平均速度の対策前後比較

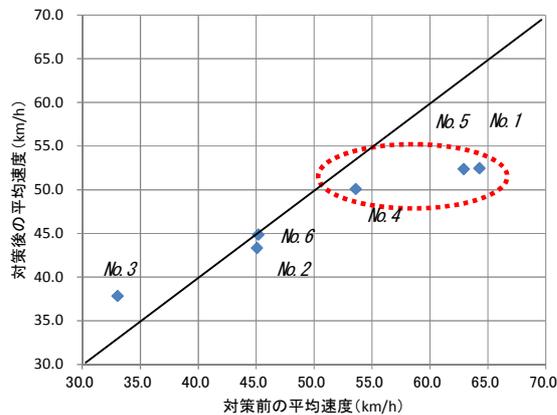


図-9 平均速度の対策前後比較 (散布図)

これらの速度差が有意なものか検定したところ、大幅な減速効果が得られた3箇所については、表-4のとおり、有意水準5%において有意差が認められた。これらの箇所は統計的に見ても速度抑制効果が得られたことがわかる。

表-4 平均速度の差の検定

No.	箇所名	対策前			対策後			速度差 (後-前)	両側 P値	検定結果
		平均	標準偏差	観測数	平均	標準偏差	観測数			
1	古戦場南	64.3	14.1	118	52.6	13.7	107	-11.7	1.7E-09 *	
5	竜美台2(下)	62.9	10.3	100	52.4	8.8	274	-10.5	6.7E-16 *	
4	竜美台2(上)	53.6	7.8	100	50.1	6.1	236	-3.5	9.6E-05 *	
2	羽黒稲葉	45.1	9.6	100	44.0	9.1	212	-1.0	0.36917	
6	高師口	45.2	7.7	100	44.5	8.5	160	-0.7	0.50444	

*P<0.05

各箇所の平均速度と規制速度の速度差を割合で示したものが図-10である。これを見ても、No. 1, No. 4, No. 5では、規制速度を20km/h以上超過している速度帯が、対策前後で大幅に減少した。

一方、No. 2, No. 3, No. 6は、図-8, 図-9を見ると対策前後で平均速度が横ばい、または微増しているが、図-10を見ると対策前の時点で平均速度が規制速度より低い割合が高いことがわかる。このことから、これらの3地点では速度抑制効果は見られなかったが、対策前後ともに適正な速度で通行していることがわかる。なお、No. 3は、対策後に平均速度が増加しているが、これは、エスコートマークにより走行性が向上したことが考えられる。

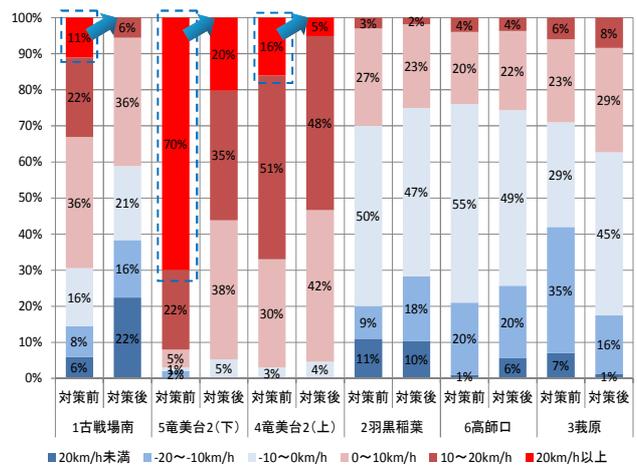


図-10 規制速度との差の比較

まとめると、「交差点流入部における3段階のカラー舗装」は、対策前に平均速度が高い箇所では効果が発現されやすく、逆に対策前の平均速度が適正な箇所では、速度変化がないことがわかった。

次に、どのような道路条件、交通条件の場合、カラー舗装の速度抑制効果が発現しやすいのか分析を行った。

②交通量による対策効果の違い

対策前の平均速度を横軸、対策直後の平均速度を縦軸とした散布図を日交通量によって分類したものが、図-11である。これを見ると、交通量が3万台以上の箇所において、平均速度の減少率が高いことがわかる。交通量が多い場合は、1台の減速によって後続の減速の意思のない車両にも影響があることが想定される。

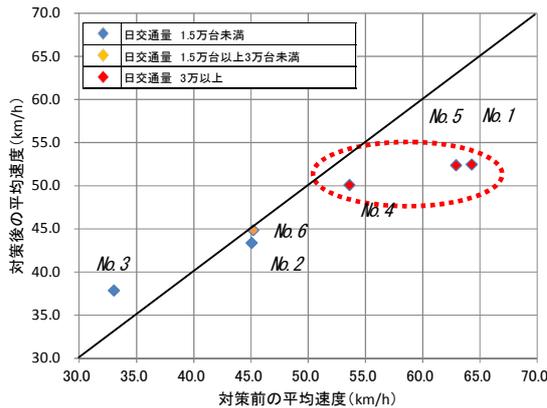


図-11 交通量ランク別にみた対策前後の平均速度比較

③車種による対策効果の違い

図-12は対策前後の平均速度の変化率を車種別比較したものである。これを見ると、6箇所中3箇所において、小型車より大型車のほうが速度の減少率が大きいことがわかる。この理由として、大型車はシートポジションが高く、ドライバーは路面表示を視認しやすいため、十分な減速ができると想定される。

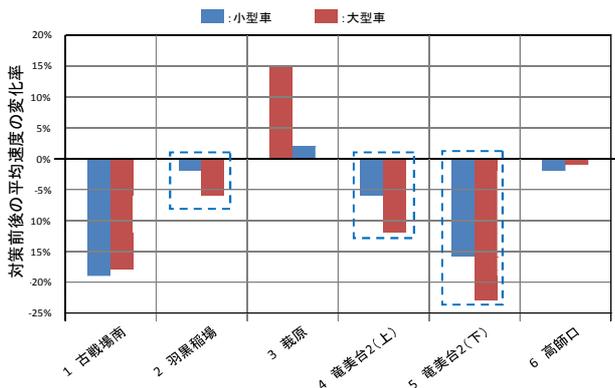


図-12 車種別の平均速度の変化率の比較

④車線数による対策効果の違い

対策前の平均速度を横軸、対策直後の平均速度を縦軸とした散布図を車線数によって分類したものが、図-13である。これを見ると、流入車線数が3車線以上の箇所

において、平均速度の減少率が高い傾向にある。この理由として、多車線道路では、隣接車線のカラー舗装も視認できるので、効果が現れやすいことが想定される。

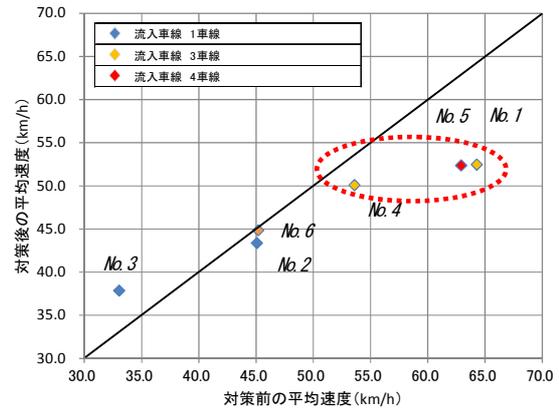


図-13 車線数別にみた対策前後の平均速度比較

⑤縦断勾配による対策効果の違い

対策前の平均速度を横軸、対策直後の平均速度を縦軸とした散布図を縦断勾配によって分類したものが、図-14である。これを見ると、下り坂であるNo.1古戦場南においては、平均速度の減少率が高い。この理由として、下り勾配は、速度が出やすい構造であるため、効果が現れやすいことが想定される。

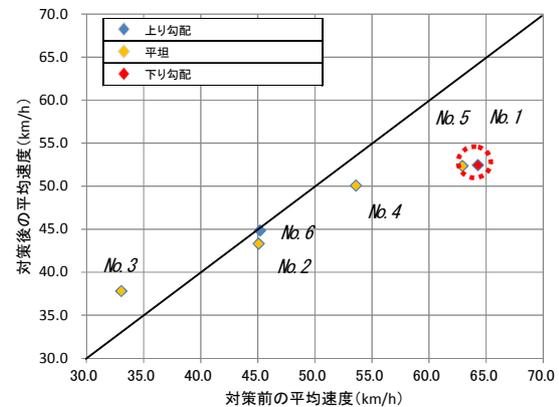


図-14 縦断勾配別にみた対策前後の平均速度比較

⑥平面線形による対策効果の違い

対策前の平均速度を横軸、対策直後の平均速度を縦軸とした散布図を平面線形によって分類したものが、図-15である。これを見ると、直線部では、平均速度の減少率が高い傾向がある。この理由として、カーブ部はカーブの先が視認しにくい反面、直線部は見通しがよいので、交差点から離れた位置から路面表示を視認でき、早めに減速することが想定される。

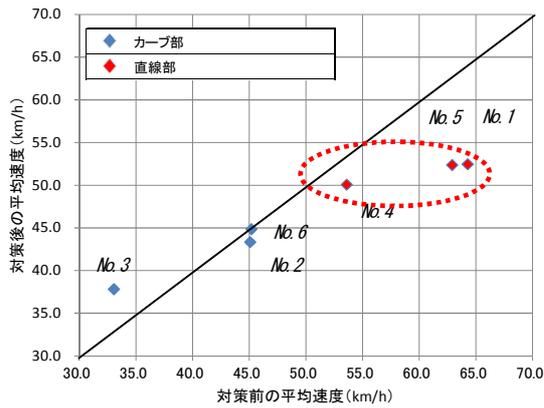


図-15 平面線形別に見た対策前後の平均速度比較

(2)対策効果の持続性の検証

ここからは、カラー舗装による速度抑制効果の持続性について分析したものである。

対策の前後比較で、有意な速度差があったA対策効果あり3箇所と、B対策効果なかった箇所にグループ分けした。

表-5 対策効果の有無によるグループ分け

グループ	箇所名
A 対策効果あり	No.1 古戦場南, No.5 竜美台2(上り) No.6 竜美台2(下り)
B 対策効果なし	No.2 羽黒稲場, No.3 莪原, No.6 高師口

A対策効果ありの箇所について、対策後の経年的な速度の変動を図-16に示す。また、対策前の平均速度を基準(0%)とし、対策後の平均速度の経年変化を示したものが図-17である。これらを見ると、対策後3ヶ月までは速度が減少傾向にあり、それ以降も速度が低い状態が継続している。これは3ヶ月後までは対策の存在が次第に認知され、対策の効果が徐々に浸透していったことが想定される。また、3ヶ月以降は、その効果が定着し、対策施工後22ヶ月時点まで、速度抑制の効果は持続したものと想定される。

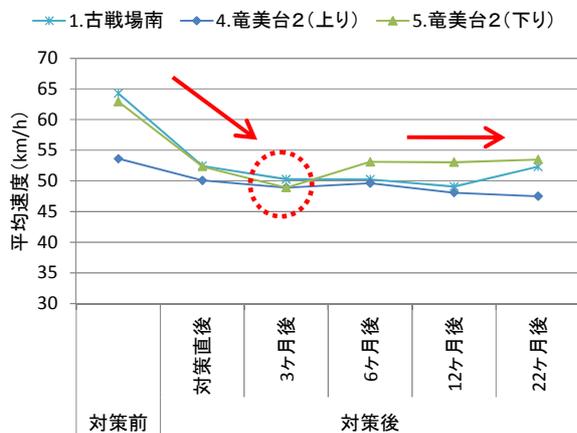


図-16 対策施工後の速度の変動 (対策効果あり箇所)

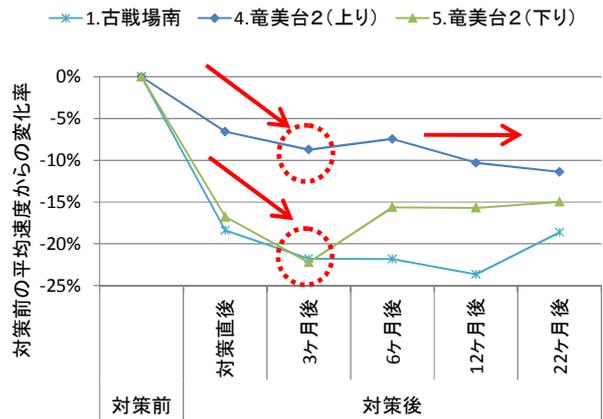


図-17 対策施工後の速度の変化率 (対策効果あり箇所)

対策直後に対策効果が低い箇所について、対策後の経年的な速度の変化を図-18に示す。また、対策前の平均速度を基準(0%)とし、対策後の平均速度の経年変化を示したものが図-19である。速度に目立った変化はなく、速度抑制の効果は発現されていない。これは前節でも記述したが、対策前の時点から規制速度以下の適正な速度で走行していたことが理由と考えられる。

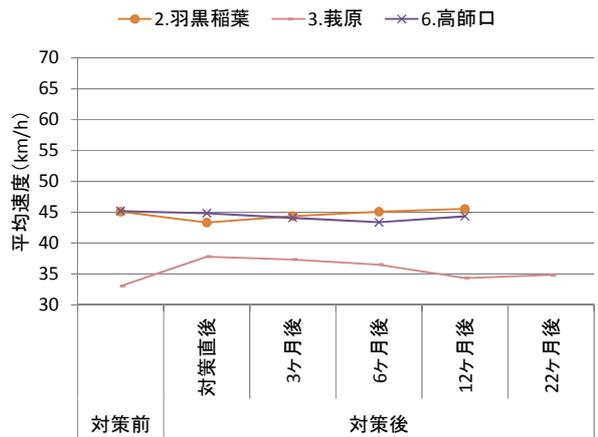


図-18 対策施工後の速度の変動 (対策効果が小さい箇所)

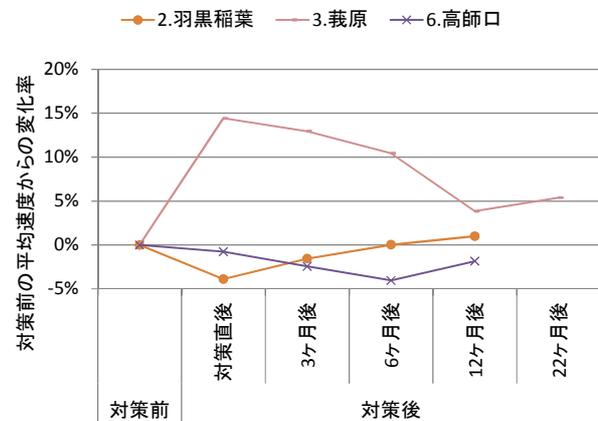


図-19 対策施工後の速度の変化率 (対策効果が小さい箇所)

①交通量による対策効果の持続性の分析

図-20は対策後の経年的な速度の変動図を、日交通量別によって分類したものである。交通量が多い箇所は、路面表示の表面の劣化により、視認しにくくなり、対策効果が低下する可能性があるが、日交通量が3万台以上であるNo.1, No.4, No.5では、速度が低い状態が持続している。

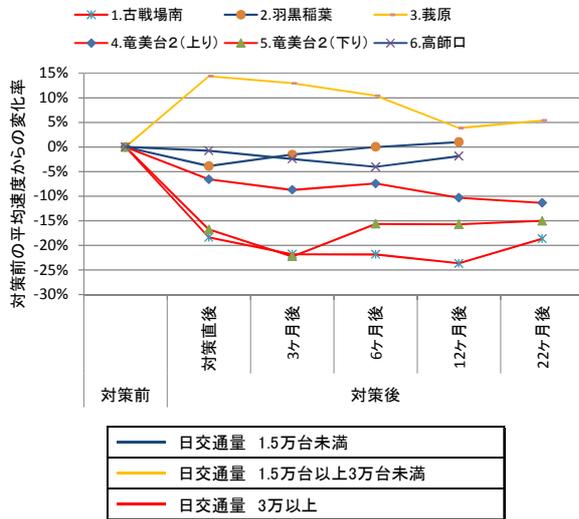


図-20 交通量ランク別に見た対策施工後の速度の変化率

②カラー舗装の色相の低下による対策効果の持続性の分析

カラー舗装の色相の持続性については、別途調査をしている。詳しくは「カラー舗装の基本性能持続性の検証」で報告しているが、その測定方法は、未使用のテストピースと実際の舗装面を撮影し、その色相の変化を比較するという方法(図-21)である。この分析では、停止線から15m程度の直進車線の中で、タイヤが踏む地点で計測を行った結果を使用した。

図-22は対策後の経年的な速度の変動図を、色相の低下割合により分類したものである。No.1, No.3, No.4, No.5では、対策後12ヶ月以降に色相の低下割合が50%以上となっているが、対策後の効果がなかったNo.3を除く3箇所において速度が低い状態が持続している。これは、カラー舗装の色相が低下し、視認しにくくなっても、学習効果により速度抑制効果は持続していることが考えられる。



図-21 カラー舗装の色相の比較(例)

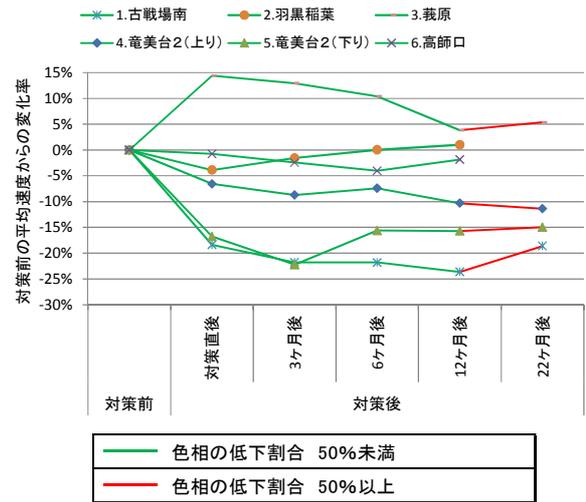


図-22 色相の低下割合別にみた対策施工後の速度の変化率

5. おわりに

(1)まとめ

本検討では、路面表示(交差点流入部における3段階のカラー舗装)を施工した6箇所を対象として、走行速度に着目し、対策前後での変化、対策後2年経過までの持続性について分析を行った。対策効果の持続性について分析を行った。その結果、限られた箇所数での分析であるが以下のことが明らかとなった。

速度抑制効果が現れやすい条件は表-6のとおりである。

今後は、これらの条件の箇所を優先して対策を検討することが、効果的な速度抑制の確保に繋がるものと考えられる。

表-6 対策効果が現れやすい条件

項目	効果が現れやすい条件
速度域	対策前の平均速度が比較的高い箇所(50km/h以上)
交通量	交通量が多い箇所(30,000台/日以上)
車種	大型車が多い箇所
車線数	3車線以上の箇所
縦断	下り勾配の箇所
平面	直線部の箇所

対策効果の持続性の観点では、対策3ヶ月後に効果のピークが現れ、その後22ヶ月経過しても効果が持続することがわかった。このことから、カラー舗装の効果は経年的に定着していき、慣れることなく、維持するものであると考えられる。

(2)今後の課題

今後の課題は以下のとおりである。

(a)今後(対策施工後22ヶ月時点以降)も、速度のモニタリングを継続し、どのくらいの期間、対策効果

が持続するのかを把握することが必要である。

- (b)カラー舗装の効果は、速度抑制効果だけではないため、特に、車間距離の確保や信号無視の減少など交通挙動の評価指標により、対策効果を把握する必要がある。
- (c)ドライバーの慣れによる対策効果の低減については、漫然運転や前方不注視といったドライバーの意識、視認性の側面からの対策効果については、アンケート調査やアイマークレコーダー調査により対策効果を評価することが必要である。
- (d)交通安全対策は最終的には事故削減を目的としているため、対策効果は事故データを蓄積し、事故件数などの増減による評価が必要である。

参考文献

- 1) 韓垂由美, 池田博久, 佐々木正人, 池内克史: 首都高埼玉大宮線 オプティカルドット~適切な走行支援のためのシーケンスデザイン~,第7回 ITS シンポジウム,2008年12月
- 2) 青木俊明: カラー舗装による交通安全行動の多角的喚起: 非舗装色路での交通安全行動,土木計画学研究・講演集 Vol.41,2010年4月
- 3) 荻野弘, 野田宏治, 北畠正巳: 路面のカラー舗装化が運転者の視覚挙動に与える影響分析, 土木計画学研究・講演集 Vol.41,2010年4月
- 4) 稲垣具志, 三村泰広, 李泰榮, 橋本成仁: 車両走行挙動解析に基づいた交差点カラー舗装化対策の影響分析,第29回交通工学研究発表論文集,2009年10月
- 5) 日野泰雄, 池田典弘, 井戸章博, 松田秀伸: 安全走行喚起のためのカラー舗装の開発とその効果に関する実験的研究,第29回交通工学研究発表論文集,2009年10月
- 6) 社団法人交通工学研究会: 交差点事故対策の手引, pp.73, 2002
- 7) 愛知県建設部道路維持課: 交通事故対策効果検証示方書(案)

(2012.5.7 受付)