

車両形態に着目した自転車の走行特性と道路利用環境に関する考察*

An Analysis on Relationship between Bicyclists' Travel Behavior and Road Environments Considering Difference of Vehicle Type *

稲垣具志**・三村泰広**・安藤良輔**・加知範康***

By Tomoyuki INAGAKI**・Yasuhiro MIMURA**・Ryosuke ANDO**・Noriyasu KACHI***

1. はじめに

市街地における移動手段の一つとして自転車の効率的な活用が模索されている中、有効性の高い自転車利用施策を促進することは、住民や来街者の交通モードに新たな選択肢を提供するだけでなく、それに付随する移動ニーズが創出されることにより市街地の活性化にも寄与できるものと期待できる。そのための政策手法を見出すためには、市街地における自転車の回遊特性の現状を明らかにし、将来に必要とされる安全で快適な自転車ネットワークのあり方を探ることが必須である。ここで、近年普及が進む電動アシスト自転車は、従来の自転車の回遊性をさらに高める機能性を有し、勾配の多い地形特性や今後の高齢化社会に対応し得る新しい交通手段としての潜在性が高く、その有効性を検証することは重要である。その中で自転車走行空間の安全性の確保を考慮するならば、道路利用環境と自転車走行特性との関係について、今後普及がさらに進むと考えられる電動アシスト自転車と非電動アシスト自転車（以後、「一般自転車」と呼ぶ）との比較検討が必要であるものと考えられる。

電動アシスト自転車に関する既往研究においては、走行安定性といった車両性能や構造について機械工学、電気工学的立場からアプローチしているものが多く^{例え1, 2)}、運転時の運動強度の軽減度を検討したのもも見受けられる³⁾。また、都市型レンタサイクルへの電動アシスト自転車の導入効果を評価したもの⁴⁾、電動アシスト自転車を用いた自転車共同利用システムを対象に意識調査に基づいて本格導入に向けた検討を行ったもの⁵⁾、斜面住宅地における移動支援としての電動アシスト自転車の有効性を検証したもの⁶⁾があるが、いずれも車両の走行挙動を計測、評価するには至っていない。

電動アシスト自転車の走行特性を、一般自転車との挙動比較によって考察した研究は、亀谷ら⁷⁾が坂道走行時と発進時における高齢者の自転車走行特性について検討したものがあがるが、走行条件や個人属性、取得データ数が限られたものであるため、実際の市街地を普段の移動目的で走行（回遊）する場合の挙動について十分な知見が得られているとは言い難い。一方で、原ら⁸⁾、藤井ら⁹⁾は、プローブパーソン調査により取得された自転車走行時の位置データ解析を通して自転車回遊特性に関する多くの示唆を与えているが、電動アシスト自転車と一般自転車との走行挙動について明示的な比較検討はなされていない。

本稿では、愛知県豊田市におけるレンタサイクル事業を通じて収集される自転車移動軌跡データに着目し、本データの分析に基づいて、市街地における自転車の道路利用実態について、電動アシスト自転車と一般自転車との走行挙動の違いといった視点を交えながら明らかにし、自転車の安全で効率的な移動を可能とする走行環境の構築に資する基本的知見を得ることを目的とする。

2. データ概要

(1) 調査概要

愛知県豊田市では、駅前中心市街地において移動支援による活性化を目的としたレンタサイクル事業が展開されている。調査の概要を表-1に示す。レンタサイクル貸出時に調査への協力依頼を行い、協力可能な利用者に対して、携帯型GPS（Transsystem社製、PhotoMate8874）

表-1 調査概要

| | |
|--------|---|
| 調査期間 | 平成21年6月～平成22年2月 |
| 調査方法 | 携帯型GPS機器による移動軌跡データの取得 |
| 使用機器 | PhotoMate8874（Transsystem社製） 大きさ44×26×15mm、重さ18g |
| 設置車両台数 | 計7台（電動アシスト自転車：2台、一般自転車：5台） |
| 分析対象 | のべ321名の自転車走行軌跡データ |

*Keywords：歩行者・自転車交通計画、交通行動分析

**正会員，博（工），公益財団法人 豊田都市交通研究所

〒471-0026 愛知県豊田市若宮町1-1

TEL：0565-31-7543 FAX：0565-31-9888

***正会員，博（環境），公益財団法人 豊田都市交通研究所

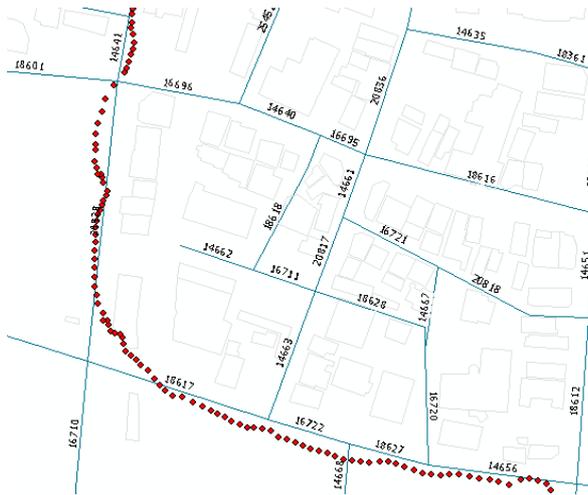


図-1 取得データの例

表-2 有効データ数

| | 取得データ | 有効データ |
|-----------|----------------------|---------------------|
| 電動アシスト自転車 | 12723 リンク (108 人) | 2290 リンク (98 人) |
| 一般自転車 | 19797 リンク (213 人) | 3564 リンク (196 人) |
| 合計 | 32520 リンク (321 人) | 5854 リンク (294 人) |

※ 表内の数値はいずれものべ数である。

大きさ 44×26×15mm, 重さ 18g) を貸与することで走行データを取得した。この GPS 機器は 1 秒間隔で緯度、経度、高度、速度の各データを取得することが可能である。

(2) データ整備

GPSにより得られるデータは機器の測定誤差を持ったポイントデータであり(図-1)、各ポイントデータに対して空間的に最も近い位置に存在するリンクの番号を付与することでネットワークとのマッチングを行った。ここで、マッチングの許容範囲として、リンクの道路幅員とGPSの測位誤差を考慮したマージンをリンクごとに設定し、マージンより外れたポイントはマッチング対象外とした。さらに、歩行速度として4km/hを目安とし、各ポイントに対してGPSによる記録速度がこの速度以下であるデータについて、信号待ちや回避行動、その他私用等による停滞とみなして削除した。

続いて、利用者の各ルートに対して、時系列でポイントデータをシークし、リンク毎にリンク走行開始点、終了点を定め、これら2つのポイントデータからリンク旅行時間、走行距離を求め、リンク区間速度を算出した。この際、走行距離がリンク長の1/2以下であるものについては、交差点での横断通過、リンク走行途中の引き返

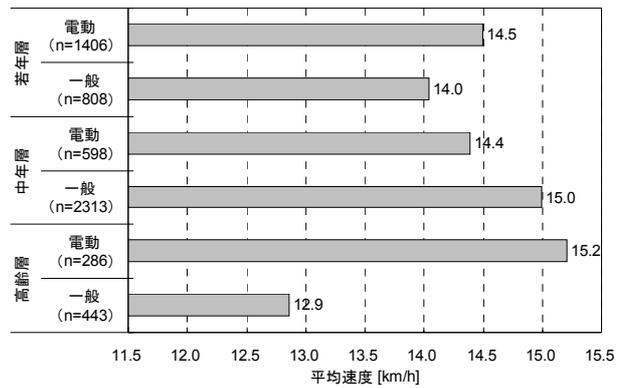


図-2 年齢層別の平均走行速度

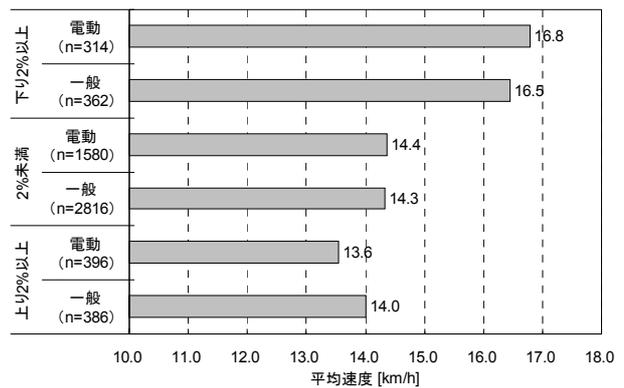


図-3 縦断勾配別の平均走行速度

し、沿道施設への出入り等、十分な走行評価とはならないデータであるものとし解析対象とはしていない。

以上のデータクリーニングを通して、有効データとして、のべ5854リンク(294人)のデータが解析対象となった。車両形態別に取得データ数と有効データ数をまとめたものを表-2に示す。

3. 車両形態による走行速度への影響評価

ここでは、自転車の走行特性を表す指標として各リンクの区間速度に着目して、走行特性評価を行う。

(1) 年齢層別にみた影響

利用者の年齢を若年層(10~20歳代)、中年層(30~50歳代)、高齢層(60歳代以上)に分類し、年齢層別の平均区間速度を比較すると(図-2)、いずれの年齢層においても統計的に有意な差が認められた($\alpha = 0.01$)。その中でも高齢層で速度差が2.3km/hと大きく、電動アシスト自転車の利用によって速度が増加しやすい傾向にあることがわかる。

(2) 縦断勾配別にみた影響

利用者の走行リンクごとに、リンク走行開始地点、終

了地点における標高値をGISにより取得し、標高差をリンク走行距離（開始地点から終了地点まで距離）で除した値を縦断勾配として、勾配が2%以上（下り/上り別）と2%未満の3パターンについて平均走行速度の比較を行ったところ（図-3）、いずれにおいても速度に有意な差はなかった。下り坂においてブレーキ操作により速度制御を行う場合に、電動アシストの有無が速度に与える影響が小さいことは容易に推察されるが、平坦部走行時や登坂時は、電動アシスト自転車の利用によって運動強度が軽減される効果はあるが、それによって走行速度に有意な変化が生じるまでには至らない可能性が示されている。なお、高齢層においては、勾配2%未満の場合に有意な速度差が生じていることが確認された（電動：15.1km/h、一般：12.7km/h、 $\alpha = 0.01$ ）。

(3) 道路幅員別にみた影響

歩道を含めた道路幅員別に平均走行速度の比較をすると（図-4）、8m以上16m未満のリンクにおいて平均値に統計的有意差が確認できた（ $\alpha = 0.05$ ）。8m未満の狭幅員道路や、16m以上のいわゆる幹線系道路では、車種による走行挙動の違いに大きな差がないが、その中間に位置するカテゴリでは、多様な道路環境形態が混在しており、歩車道区分の有無、歩道幅員、路肩幅員等といった様々な条件によって、同じ交通状況下での双方の挙動の違いが現れる可能性があるものと考えられ、今後詳細な分析が必要であるといえる。

4. まとめと今後の課題

本稿では、今後普及が進むと考えられる電動アシスト自転車と一般自転車との走行挙動特性の違いを把握することを目的として、レンタサイクル利用者の移動軌跡データの解析により、電動アシスト機能が走行速度に与える影響と、個人属性や道路利用環境との関連について考察を行った。その結果、①高齢者は電動アシスト自転車を利用することにより走行速度が高くなる傾向にあること、②道路縦断勾配が速度差に与える影響度は大きくないこと、③狭幅員道路や幹線系道路では有意な速度差はなく、その中間に位置づけられる道路において走行特性が異なることが明らかとなった。

今後の課題としては、区間平均速度以外の指標を用いた走行特性評価を行うことが挙げられる。特に電動アシスト自転車は、発進から低速動向走行に至る加速の過程において運動強度を軽減させる効果を発揮するため、速度の時間的变化について考察をすることが必要である。さらに、走行特性に影響を与える道路利用環境に関するデータの収集、整備を通して、リンク特性のカテゴリ

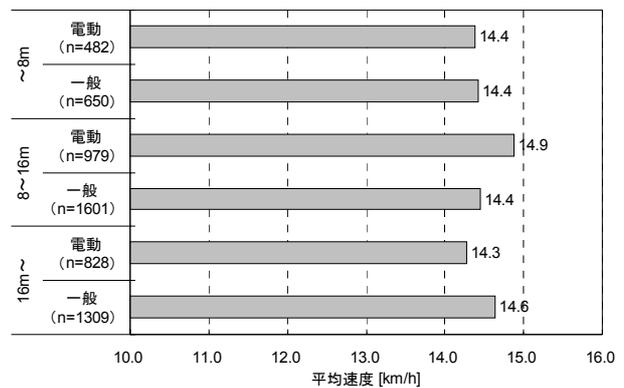


図-4 道路幅員別の平均走行速度

ズ化を行い、多様な視点からの挙動要因分析を行うことが求められる。

【謝辞】

本研究の遂行にあたり、豊田まちづくり株式会社の多大なるご協力を得た。ここに記して心より感謝申し上げます。次第である。

【参考文献】

- 1) 明田久稔：電動アシスト自転車の構造及びその開発、自動車技術, Vol.63, No.9, pp.50-54, 2009.
- 2) 角谷和重, 古庄純次：電動アシスト自転車用統合シミュレータの開発、電気学会論文誌 D, Vol.123, No.11, pp.1330-1338, 2003.
- 3) 高石鉄雄, 西井匠, 阿部竜士, 富岡徹：電動アシスト機能が若年成人女性の自転車走行中の運動強度および走行速度に与える影響、体力科学, Vol.58, No.6, p.809, 2009.
- 4) 三村泰広, 橋本成仁, 安藤良輔：利用実態からみた都市型レンタサイクルにおける電動アシスト自転車の導入効果に関する研究、第28回交通工学研究発表会論文集, pp.305-308, 2008.
- 5) 石坂哲宏, 福田敦：電動アシスト自転車を用いた車両共同利用システムに関する基礎的研究、土木学会論文集, No.786, IV-67, pp.31-38, 2005.
- 6) 砂本文彦, 篠部裕：斜面住宅地におけるモビリティ改善に関する研究 電動自転車の有効性の検証と課題、日本建築学会計画系論文集, 第598号, pp.79-85, 2005.
- 7) 亀谷友紀, 山中英生, 柿原健祐, 横田周典：坂道と発進時における高齢者の自転車走行特性、土木計画学・講演集, Vol.39, (CD-ROM)4pp., 2009.
- 8) 原祐輔, 羽藤英二：自転車共同利用システムの外挿が都市空間の回遊性に与える影響、第29回交通工学研究発表会論文集, pp.177-180, 2009.
- 9) 藤井敬士, 羽藤英二：自転車の走行環境に着目した非自動車系交通機関選択行動の分析、土木計画学・講演集, Vol.38, (CD-ROM)4pp., 2009.