

대중교통 접근성이 카셰어링 이용수요에 미치는 영향

The Impact of Public Transit Accessibility on the Car-sharing Use Demand

김 속 희*

(Suk-Hee Kim)

(Suwon Research Institute)

이 규 진**

(Kyu-Jin LEE)

(Ajou University)

요 약

본 연구는 카셰어링의 대중교통 접근성이 카셰어링 이용수요에 미치는 영향을 분석하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 수원시에서 운영 중에 있는 그린카의 대여이력 데이터베이스와 대중교통 GIS DB를 활용하여 카셰어링 대여소별로 대중교통 접근성에 따른 카셰어링 이용수요 모형을 구축하고 이를 해석하였다. 연구 결과 카셰어링 대여소로의 접근수단은 도보가 73%로 가장 많으며, 자전거 3%, 버스와 도시철도는 20%로 나타났다. 버스와 도시철도의 접근성이 반영된 카셰어링 이용 모형의 적합도는 0.818로 대중교통 접근성은 유의한 변수임을 확인하였다. 즉, 카셰어링의 대여소는 대중교통과의 환승이 용이한 장소에 설치되는 것이 보다 이용수요를 증진시킬 수 있음을 확인하였다. 특히 대중교통 수단 중 버스 접근성은 유의한 변수로 확인된 반면, 도시철도 접근성은 유의하지 않은 것으로 나타났는데, 타 대중교통 수단과의 상호 이용수요 증진 측면에서 도시철도와 카셰어링간의 원활한 연계를 위한 환승할인 및 편도 반납 정책 등 다양한 보완적 정책이 필요할 것으로 판단된다. 본 연구 결과는 카셰어링에 대한 기초적 연구에 불과하지만, 대중교통간 환승수요를 증진시키는 데 기여할 것으로 기대된다.

핵심어 : 카셰어링, 카셰어링 수요, 이력데이터, 대중교통 접근성, 공유교통

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the effect of public transit accessibility on the Carsharing use demand. By utilizing the rental historical DB of Greencar which is operated in Suwon city and public transit GIS DB, the use demand models for Carsharing by rental offices are built and analyzed in accordance with public transit accessibility. The result indicates 73% of walking as a majority, 3% cycling, and 20% using buses and urban railways to access Carsharing rental offices. The goodness of fit of Carsharing use models reflecting accessibility to buses and railways is verified as 0.818 which proves that public transit accessibility is a significant variable. Therefore, it is verified that installing Carsharing rental offices where public transit transfer is convenient can possibly increase the use demand. Especially, while accessibility to buses is verified as a significant variable out of other public transit means, the accessibility to urban railways is verified as not significant. This suggests that a variety of complementary policies such as transfer discount policy and one-way transfer return policy are necessary in between urban railways and Carsharing in order to promote mutual use demand in accordance with the other public transit means. This study result is yet the basic research on Carsharing, however it is expected to contribute to improvement of transfer demand in between different public transit means.

Key Words : Carsharing, Carsharing Demand, Historical data, Public Transit Accessibility, Shared transportation system

† 본 연구는 수원시정연구원 연구과제(SRI-기본-2014-03)의 재원을 지원 받아 수행된 연구입니다.

† 본 논문은 제72회 대한교통학회 춘계학술발표대회에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성하였습니다.

* 주저자 및 교신저자 : 수원시정연구원 도시환경연구부

** 공저자 : 아주대학교 TOD기반 지속가능 도시교통 연구센터

† Corresponding author : Suk-Hee Kim(Suwon Research Institute), E-mail : sukheek@suwon.re.kr

† Received 15 February 2016; reviewed 17 March 2016; Accepted 29 June 2016

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

공유경제(Sharing Economy)란 한번 생산된 제품을 여럿이 공유해 쓰는 협력적 소비로써, 최근 세계적인 저성장 기조로 많은 관심을 받고 있다.

세계 공유경제 규모는 2013년 기준으로 51억 달러 수준이지만 매년 80% 이상 폭발적으로 성장하고 있다. 세계 공유경제는 북미(60%)와 유럽(35%)이 약하고 있는데 대표적 성공사례는 빈집(방) 공유서비스인 “에어비앤비(AirBnB)”와 카셰어링 서비스인 “Zipcar”가 있다(Kim et al., 2015)[1].

교통분야에서 공유시스템의 대표적인 사례로는 승용차를 소유하지 않고 나누어 타는 카셰어링 시스템과 언제 어디서나 자유롭게 자전거를 빌려 탈 수 있는 공유자전거 시스템이 있다. 카셰어링은 현재 60여개 국가, 1,000개 도시에서 운영 중에 있으며, 2014년 기준 회원수가 496만명으로 2008년 이후 년 40%의 급성장하였으며, 세계 카셰어링 시장 규모는 2020년까지 회원수 3천3백명으로 예상되고 있다. 국내 카셰어링의 시장은 그린카(2011년)와 쏘카(2012년)가 시장을 점유하고 있으며 회원수는 2014년 기준 40만명으로 매년 2배 이상 증가하고 있는 추세이다. 카셰어링은 차량 소유자의 통행거리 감소, 이동의 자유와 형평성 제고, 온실가스감축, 대중교통 활성화, 주차장 부족해소에 기여하는 장점이 있다. 최근 국내 연구결과에 따르면 카셰어링이 노후 보유차량의 처분, 차량구매의 연기(30.6~51.0%) 등 카셰어링 1대당 승용차 대체효과가 7.1~16.8대에 달하는 연구결과가 제시되었다(Park and Moon, 2014)[2].

또한 소유행태변화, 통행거리 감축으로 불필요한 통행을 줄여 교통과 환경문제 개선에 도움을 주는 점에서 사회적인 의의가 있으며(Hwang and Jeon, 2014)[3], 카셰어링의 긍정적 효과를 극대화하기 위해서는 카셰어링 서비스를 활성화 할 필요가 있고, 더불어 카셰어링 서비스를 위한 연구가 활발히 이

루어져야 할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 카셰어링 이용 활성화를 목적으로, 카셰어링 대여이력자료를 활용하여 카셰어링의 이용특성을 분석하고자 한다. 구체적으로는, 카셰어링 대여소의 위치에 따른 이용수요의 영향 및 대중교통간 상호 연계를 통한 이용수요 증진 측면에서, 카셰어링의 대중교통 접근성이 카셰어링 이용수요에 미치는 영향을 분석하는 것을 목적으로 하며, 이를 위해 수원시에서 운영 중에 있는 그린카의 대여이력 데이터베이스와 대중교통 GIS DB를 활용하여 카셰어링 대여소별로 대중교통 접근성에 따른 카셰어링 이용수요 모형을 구축하고 이를 해석하였다.

이를 통해 카셰어링의 대여소 확대 설치시 대중교통과의 연계를 고려하여 카셰어링의 이용이 활성화하는데 기여하고자 한다.

2. 연구범위 및 방법

본 연구에서는 수원시에서 운영 중에 있는 39대의 카셰어링의 1) 2013년 4월부터 2014년 6월까지의 대여이력 데이터베이스를 분석한다. 2)이용자 설문조사와 이력 데이터와의 연계분석을 통해 연령대, 통행목적 등에 따른 이용특성을 분석한다. 3)이력데이터와 대중교통 GIS자료를 활용하여 카셰어링 대여소의 대중교통 접근성이 이용수요에 미치는 영향을 분석하였다.

II. 카셰어링 개념 및 선행연구 고찰

1. 카셰어링 개념 및 도입효과

카셰어링(Carsharing)은 이용자 입장에서 ‘이용이 쉬운 단기 자동차 렌트’라고 볼 수 있다. 카셰어링 대여소는 주거 밀집지역, 대중교통거점 지역, 업무시설 주변, 대중교통이 불편한 지역 등 비교적 이용자의 일상 생활공간과 가까운 곳에 위치하여 렌트카보다 접근성이 뛰어나며, 임대단위 기간이 짧고 1시간 단위 혹은 그 이하 회원제로 운영되며 인터넷스마트 카드 등 정보통신기술을 활용하여 임차절

차가 매우 간소하고 이용이 편리한 특징이 있다. 또한 이용요금에 자동차 보험료와 차량유지관리비 등이 모두 포함되어 있고 차량유지관리비가 서비스 제공자에 의해 이루어져 차량소유로 인한 불편이 줄어드는 장점이 있기 때문에, 사회·문화적 관점에서 볼 때 카셰어링은 기존의 자동차 소유 및 이용 구조에 대한 대체 시스템이라 할 수 있다.

카셰어링은 필요한 시점에서의 차량이용을 보장하면서 자동차 소유 및 이용에 대한 의존도를 크게 낮출 수 있는 체계이므로, 카셰어링으로 인해 차량 처분 및 구입을 유보하고, 차량처분 후 카셰어링을 이용하는 이용자는 연간 309만원의 절약효과가 있는 것으로 추정되고 있다(Park and Moon, 2014)[2].

2. 선행연구 고찰

카셰어링은 2000년대 Zipcar로부터 운영되기 시작하여 국외에서는 운영과 규모 등에 대한 지속적인 연구들이 진행되고 있다. 그러나 국내에서는 2011년 군포시를 시작으로 수원시 그린카, 서울시 나눔카, 쏘카, 시티카 등이 2012부터 운영되기 시작하였고, 아직까지는 운영의 노하우나 데이터 분석 등 관련 연구가 미흡한 상황이며 최근 조금씩 공유경제의 사회경제적 효과, 카셰어링의 도입효과 분석, 카셰어링이 교통수요에 미치는 영향, 카셰어링 선호요인 분석 등의 연구들이 발표되었다. 국내·외 주요 선행연구는 다음과 같다.

Kim et al.(2014)는 카셰어링 선호도 요인을 분석하여 제시하였다. 그 결과 남자가 여자보다, 젊은 층이 장년층보다, 단독주택과 오피스텔이 아파트와 연립주택보다, 대중교통 이용이 불편한 시민이, 차량 미소유자가, 자동차를 일주일 1~3회 이용하는 통행자들의 카셰어링의 이용 선호도가 높은 것으로 나타났다[4].

Park et al.(2013)은 카셰어링 서비스의 이용수요와 통행량을 추정하고, 추정된 이용수요와 통행량을 활용하여 통행비용 감소효과, 차량 보유 감소효과 등의 도입효과를 분석하였다. 보유한 차량을 매각하고 카셰어링 서비스를 이용할 경우에만 통행비용 감소효과가 발생하는데, 차량 구입비용이 클 경우

통행비용 감소효과는 증가하고 평균 통행거리가 길수록 통행비용 감소는 줄어드는 것으로 분석되었다. 보유 차량을 매각하거나 신규차량 구입을 보류함으로써 차량 보유대수를 감소시키는데 6만8천대 정도의 카셰어링 차량을 운영할 경우 80만 대 정도의 보유 차량을 감소시킬 수 있을 것으로 분석하였다[5].

Park et al.(2015)는 카셰어링 서비스 이용자에 대한 설문조사와 카셰어링 이용현황, 택시이용 현황 자료를 활용하여 카셰어링 서비스가 교통시스템에 미치는 영향을 분석한 결과 카셰어링 서비스 이용자의 70%가 차량 미보유자이기 때문에 카셰어링으로 인해 승용차 통행량은 다소 증가하나 차량 미보유자들의 이동성을 크게 향상시키기 때문에 이동성 향상효과가 있다는 결과를 제시하였다, 카셰어링 서비스와 경쟁수단으로 인식되는 택시와 카셰어링은 통행거리, 통행시간, 이용요금에 있어서 시장이 분할되어 있어 중복되는 수요는 매우 적은 것으로 분석되어, 택시업계에 미치는 영향은 매우 적은 것으로 나타났다[6].

Ko et al.(2013년)는 공유교통을 카셰어링과 더불어 카풀, 공영자전거, 주차 공간 등 교통에서 공유가 가능한 전반적인 설정개념을 제시하고 있고, 서울시를 대상으로 정량적 및 정성적인 효과를 추정하였다. 전체 통행의 약 2.2%가 공유교통으로 대체 가능할 것으로 보고 있고, 주차면 감축으로 약 2조원의 경제적 효과 및 차량보유와 유지비 감축으로 약 1,062억원의 비용 절감효과가 있다고 분석하였다[7].

Choi(2014)는 카셰어링 이용특성자료 및 GIS를 활용하여 입지특성과 관련된 도시 및 지역적 사회경제에 대한 DB구축으로 주성분분석을 통해 잠재변수를 도출하고 다중회귀분석을 통해 영향변수를 제시하였고, 업무중심지역, 역세권지역, 대학교 인근지역에서의 활용도가 높다는 결과를 제시하였다[8].

Noh et al.(2013)은 대전시를 대상으로 GIS Arc/Info 10을 활용하여 네트워크 분석모듈에 내장되어 있는 입지패분모형을 이용하여 카셰어링 서비스를 제공하기 위한 위치 선정방안을 제시하였다. 카셰어링 입지 분석을 위한 특성으로 교통적요인, 인구요인, 잠재수

요력, 외부접근성, 내부접근성으로 나누어 각각의 특성을 구현할 수 있도록 공간데이터와 속성데이터를 구축하였으며, 주요지점 93곳을 공급후보지로 정하고 각 동별 중심지를 수요지점으로 선정하여 GIS프로그램내의 입지배분모델 중 Min-Distance Model을 적용하여 주요지점의 입지를 선정하여 제시하였다[9].

TRB(2005)는 카셰어링 서비스를 통한 통행거리 감소효과를 승용차 미보유자와 보유자를 구분하여 오스트리아, 네덜란드, 영국을 대상으로 분석하여 결과를 제시하였다. 3개 지역 모두 승용차 보유자는 통행거리가 감소하였고, 미 보유자는 카셰어링 서비스로 인해 통행거리가 증가하는 것으로 나타났다[10].

Mehdi et al.(2015)는 편도 카셰어링 시스템에서 차량 쏠림현상으로 인한 차량 재배치 대한 연구를 진행하였다. 이 연구에서는 두 개의 통합된 다중통행외판원 공식(Multi-Traveling Salesman Formulations)을 적용하여 카셰어링 차량의 재배치와 재배치인력과 통합된 최적화를 중점으로 연구를 수행하였다. 그 결과 카셰어링의 적정 규모는 재배치 인력의 규모보다 이용수요에 더 민감하고, 재배치 인력의 규모는 반대로 차량의 요금에 의존하며, 더욱이 차량의 재배치 시간은 차량요금에 따라 증가한다는 결과를 제시하였다[11].

Burak et al.(2015)는 카셰어링의 편도 시스템은 다양한 복잡성을 내포하고 있고, 편도 전기자동차 카셰어링 시스템 계획은 카셰어링 규모뿐만 아니라 스테이션의 개수, 크기 및 위치와 밀접하게 상호작용하는 다양한 결정변수를 포함하고 있다고 보고 있다. 이 논문에서는 이런 문제를 해결하기 위해 다중 목적 혼합정수선형프로그램(MILP) 모델을 개발하였다. 실제운영상에 있어서 고려해야할 문제점이 많은 재배치 변수들로 인해 다루기 힘들어진다. 이런 문제를 극복하기 위해 이 연구에서는 가상 허브의 개념을 사용하는 종합적인 모델을 도입하였다. 연구된 접근방법은 효율적 접근을 만들고 의사결정자인 운영자와 이용자 사이의 편익에 대한 상쇄(Trade-Off)를 정량화할 수 있게 했다[12].

Gouri et al.(2015)는 2010년부터 2012년까지의 캘리포니아 가구통행실태조사 데이터 중 샌프란시스코 지역의 부표본을 이용하여 카셰어링 통행행태의

영향을 분석하였다. 분석 결과 카셰어링 회원들의 차량보유는 주거지와 직장 위치 모두를 고려한 환경의 특성에 기반을 두고 있고, 개인과 가구 통계면에서 유사한 특성을 가진 비회원들에 비하여 실질적으로 현저히 낮다는 것을 제시하였다. 소유한 차량과 소유차량 수의 증가로부터 소유 성향 또는 효용을 측정하는 잠재적 구조는 회원들이 비회원들에 비해 표준편차가 0.3~1.3 정도 낮다. 회원이 비회원보다 도보, 자전거, 대중교통을 더 자주 사용할 가능성이 높는데 이러한 차이는 상대적으로 아주 미미하고 통계적으로 무의미한 경향이 있다는 결과가 나타났다[13].

Diana et al.(2015)는 편도 스테이션 기반의 카셰어링 운영은 높은 비용이 수반된다. 이런 문제를 해결하기위해 이 논문에서는 수익을 최대화하기위해 이러한 가격을 설정된 TPPOCS(Trip Pricing Problem for One-Way Carsharing Systems)로 정의된, 혼합정수비선형프로그램(MINLP)모델을 개발하였다. 반복된 지역탐색(iterated local search; ILS) 메타 휴리스틱 방법은 이런 문제를 해결하기위해 제안되었다. 적용은 리스본의 도시에 분포된 75 스테이션 네트워크를 사례분석으로 적용하였다. 그 결과 통행비용 전략은 균형시스템을 통해 수익을 증가시키는데 활용될 수 있음을 증명하였다. 보다 더 향상된 성능은 차량의 규모와 주차공간의 수로 비용을 낮출 수 있다는 결과를 제시하였다[14].

선행연구 고찰결과 국외의 경우 카셰어링의 적정 규모 및 편도 카셰어링 서비스에 대한 최적화 문제 및 비용효용 측면 등에 대한 연구들이 진행되고 있는 반면, 국내의 경우는 아직까지 카셰어링 이력데이터 등을 기반으로 한 다양한 연구가 시도되지 않고 있는 실정이다.

특히, 최근 카셰어링의 이용수요가 급증하면서, 대여소의 확충 및 편도 서비스 제공 등 다양한 요구가 증가되는 추세이나, 카셰어링 대여소 위치나 편도 서비스의 효과 및 방법 등에 대한 연구는 미진한 실정이다.

이러한 측면에서, 본 연구는 카셰어링 대여소와 대중교통정류장과의 접근성간의 인과적 관계 규명

을 바탕으로, 대중교통수단간 연계관점에서 카셰어링 이용특성을 살펴본다는 점에서 선행연구와 차별된다.

Ⅲ. 수원시 카셰어링 운영현황 및 이력데이터 분석

1. 수원시 카셰어링 운영현황

수원시 카셰어링은 2012년 2월 23개 대여소 운영을 시작으로 2013년 12월 28개소, 2014년 1월 36개, 2014년 6월 39개소 확대 운영하고 있다. 2014년 6월 기준, 영통구 14개소, 팔달구 13개소, 장안구 8개소, 권선구 4개소가 운영되고 있으며, 주거지역과 상업지역이 밀집된 지역과 인구밀도와 이동이 많은 주거와 상업밀집 지역 중심에 위치해 있다. 그리고 총 44대의 카셰어링이 운영되며, 대여 차종은 경차인 레이와 중소형인 아반떼가 운영되고 있다.

〈Table 1〉 Status of Car-sharing vehicles

	Avante	Lay
No. of Operational Cars	38	6
Displacement	1,600cc	1,000cc
Fuel / fuel costs	Gasoline, 190won / km	Gasoline, 190won / km
Basic rental rates	8300won / hour	6600won / hour

차량 대여요금은 차종 및 이용시간에 따라 결정되며, 주중일반, 주중심야, 주말에 따라 차등요금이 부과되고 있다.

〈Table 2〉 Discount of Car-sharing fare

	Application Times	Discount Rate
Weekday Daytime	Sunday 19 : 00 ~ Friday 06 : 59	30.3%
Weekday Nighttime	Monday through Friday 00 : 00 ~ 06 : 59	65.0%
Weekend	Friday 07 : 00 ~ Sunday 18 : 59	11.7%

2. 카셰어링 이력데이터 현황

본 연구에서는 2013년 4월부터 2014년 6월까지의 수원시 카셰어링 이력데이터를 분석하였으며, 이력데이터는 이용자 연령 및 성별과 같은 이용자 정보, 이용시간 및 차종과 이용정보, 대여위치와 같은 대여소 정보가 포함되어 있다.

〈Table 3〉 Items of Car-sharing historical data

	Items
User Information	Member's serial number, age, sex, date of subscription, and residence address(same units)
Use History Information	Member's serial number, lease time, return time, rental location, returning location, vehicle model
Rental Information	Name of Rental Office, Rental Location, Operating Status

3. 이력데이터 특성분석

1) 연령대별 이용특성

카셰어링을 주로 이용하는 연령대는 20대였으며 25세에서 가장 많은 이용횟수를 보이고 있다. 이는 Kim(2014)의 연구에서 제시한 젊은 층일수록 카셰어링 이용을 더 선호한다는 결과를 실증하는 것으로써, 실제 이용자 연령별 이용특성을 살펴보다도, 아직 경제활동을 하지 못해 개인 차량을 소유하지 못한 젊은 연령대에서 카셰어링 이용이 가장 많으며, 연령대가 높아질수록 카셰어링 이용횟수는 줄어드는 현상을 보이고 있다.

그러나 운행거리는 이용횟수와는 다른 특성을 보이고 있는데, 40대 연령의 일평균 운행거리는 30대의 71.3km보다 11km 많은 82.6km인 것으로 나타났다.

2) 요일별 이용특성

요일별 대여빈도는 토요일이 전체의 19.9%, 일요일이 17.3%로써 주중에 비해 주말의 대여빈도가 높은 것으로 나타났다. 주중의 이용 빈도가 가장 높았던 요일은 금요일(14.1%)이며, 월요일(10.9%)은 가장 낮은 대여빈도를 나타내고 있었다.

<Table 4> Car-sharing user characteristics by age

	Frequency	Traveled Distance
20's	5,970	74.2km
30's	3,628	71.3km
40's	1,099	82.6km
50's	446	-
Over 60's	25	-
Average	-	74.5km

이를 통해 카셰어링은 현재 업무보다는 주말 여가 목적으로 많이 이용되는 것을 확인할 수 있으며, 이는 이용수요를 보다 효율적으로 관리하기 위해 요일별 차등요금제가 유용할 수 있음을 시사한다.

요일별 운행거리는 토요일이 압도적으로 긴 운행거리를 보이는 것으로 나타났다. 토요일에는 평균 91.5km를 운행했고, 뒤이어 금요일 77.2km, 일요일 75.8km를 운행하여 주중에 비해 주말의 장거리 통행비중이 높은 것으로 확인되었다.

이용시간 또한 주중과 주말은 다른 특성을 보이고 있는데, 주중에는 저녁시간에 대여하여 밤늦게 반납하는 행태가 많았고, 주말에는 오전에 대여하여 오후 늦게 반납하는 행태가 많았다. 단, 평일 저녁에 대여하여 익일 오전 8시경 반납하는 특정행태가 나타났는데 이는 심야요금 할인혜택 프로모션을 제공하면서 나타나는 이용특성인 것으로 판단되며, 이와 같은 카셰어링 이용요인별 이용 이력자료를 바탕으로, 차등요금제를 적극 활용한다면 카셰어링 이용수요를 보다 증진시킬 수 있을 것으로 보인다.

<Table 5> Car-sharing characteristic by week

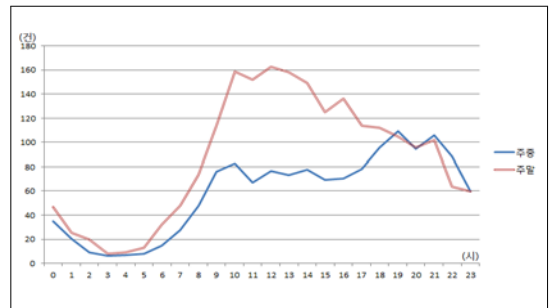
	Frequency	Traveled Times	Traveled Distance	
Week	Monday	1,221	5.5h	67.2km
	Tuesday	1,333	5.2h	62.8km
	Wednesday	1,490	5.4h	66.5km
	Thursday	1,374	5.5h	70.4km
	Friday	1,582	5.6h	77.2km
Weekend	Saturday	2,226	7.6h	91.5km
	Sunday	1,942	5.1h	75.8km

3) 시간대별 이용특성

시간대별 이용빈도의 경우, 주중에는 9시~17시 이용건수가 70~80건 수준이며, 17시 이후로 이용건수가 증가하여 18시에는 95.6건, 19시에는 109.2건이며 22시까지 높은 대여빈도를 보이는 것으로 나타났다. 새벽 2시부터 5시까지의 이용은 거의 없으며, 6시부터 10시까지 급격한 증가추세를 보이고 있다.

9시부터 17시까지의 이용비율이 5~6%로 유지되는 것으로 보아 업무 등의 일과를 위해 이용하는 이용자가 일정수준 존재하며, 18시부터 이용비율이 증가하여 19시에 가장 높은 이용건수를 나타내는 것을 볼 때 주중에는 학교 및 직장 등의 일과가 끝난 후 개인 목적을 위해 이용하는 이용자가 많은 것을 추론할 수 있다.

주중에는 18시 이후에 높은 이용빈도를 보였는 것과 달리 주말은 10시~13시 사이에 이용빈도가 높은 등 주말의 이용특성은 주중과는 다르게 나타났다.



(Fig 1) Use frequency of Car-sharing by times

4) 통행목적별 이용특성

카셰어링 이용목적 및 접근수단 등을 조사하기 위해, 총 5,000명 대상의 이용자 설문조사를 실시하였다. 회수율은 11% 수준인 453개였으며, 조사 대상자는 남성 72.7%, 여성 25.8%, 연령대별로는 20대 57.8%, 30대 28.1%, 40대 이상은 14.1%이다.

카셰어링 이용 시 주요 통행목적은 여가가 총 201건(46.4%)로 가장 높게 나타났으며, 업무는 108

건(23.8%)로 나타났다. 평상시 카셰어링 이용 시의 통행목적과 해당 이용자의 평균 대여빈도를 결합하여 평균 대여시간을 도출한 결과, 평균 대여시간이 가장 길었던 통행목적은 쇼핑통행으로 6.3시간이며, 업무목적은 5.1시간, 여가목적은 3.8시간, 기타목적 통행은 3.7시간으로 나타났다.

〈Table 6〉 Car-sharing characteristic by trip purposes

	Rental Frequency		Rental Times
	Frequency	Rate	
Commuter	7	1.5%	1.6h
Work	108	23.8%	5.1h
School	4	0.9%	3.0h
Leisure	210	46.4%	3.8h
Shopping	73	16.1%	6.3h
Etc.	51	11.3%	3.7h
Total	453	100%	4.5h

5) 카셰어링 대여소의 접근특성

카셰어링 대여소까지의 접근수단은 도보가 72.6%로 가장 많으며, 버스는 14.5%, 지하철과 택시는 각각 4.8%, 자전거는 3.2% 수준으로 접근하는 것으로 나타났다. 따라서 많은 이용자들이 도보를 이용하고, 그 다음으로 대중교통을 이용하여 카셰어링 대여소에 접근하는 것으로 나타났다.

출발지에서 카셰어링 대여소까지의 접근 시간을 분석한 결과, 평균 접근소요시간은 12.8분이며, 도보 접근자는 10.1분, 버스와 지하철로의 접근자는 각각 25.1분과 22.7분으로 나타나 멀리 떨어진 카셰어링 대여소에도 대중교통을 이용하여 카셰어링을 이용하는 것으로 나타났다.

IV. 대중교통 접근성이 이용수요에 미치는 영향분석

1. 대중교통 접근성 분석

카셰어링 대여소와 대중교통 접근성에 따른 이

용수요의 차이를 알아보기 위해, 각 대여소 별로 대중교통 접근성을 도시철도와 버스를 구분하여 분석하고 월평균 이용수요와 비교하였다. 대중교통 접근성을 측정하는 기준은 도시철도의 경우 대여소 입구와 인접한 도시철도 출구와의 거리를 측정하였다. 그리고 버스 접근성의 기준은 인접한 정류장 2개소와의 거리와 정류장을 통과하는 노선수를 조사하였으며, 2개 정류장을 모두 통과하는 노선이 존재할 경우 둘 중 멀리 떨어진 정류장의 해당노선을 삭제함으로써 중복되는 노선을 정리하였다.

도시철도 접근성 측면에서, 월평균대여빈도 상위 2위는 성균관대역(50m), 6위 영통역(520m), 8위 화서역(310m), 12위 망포역 8번출구(120m), 18위 수원역(100m), 28위 수원시청역 1번출구(400m), 29위 세류역(120m), 37위 망포역(950m)순으로 나타났다. 세류역 대여소는 세류역과 120m 떨어진 공영주차장에 위치해 있었지만, 입지 자체가 도시외곽지역이기 때문에, 망포역 대여소는 실제 망포역과 950m나 떨어져 있어 대중교통 접근성이 떨어지기 때문에 가장 낮은 이용 빈도를 나타내는 것으로 판단된다. 수원역 대여소의 경우 1호선, 분당선 도시철도가 위치해있고 100여개가 넘는 버스노선이 통과하여 가장 우수한 대중교통 접근성을 보였음에도 불구하고 실제 이용빈도는 평균수준에 머물렀는데 이는 수원역 대여소의 경우 실내 2층 주차장에 대여소가 위치해 있어 일반 노외주차장에 위치해 있는 타 대여소 차량에 비해 접근시간이 길기 때문으로 판단된다.

카셰어링 이용수요는 도시철도 역에서 대여소까지 보행접근성 요인만 영향을 받는 것은 아니며, 주변 지역여건이나 통행량, 이용편의성 등 기타 요인 등도 영향이 있는 것으로 보인다.

버스접근성 측면에서, 월평균 대여빈도가 높은 상위 15개 대여소들은 대부분 도보 5분 거리(350m) 이내에 10개 이상의 버스노선이 통과하여 우수한 접근성을 보이는 공통점이 있었다. 실제, 버스정류장에서 대중교통 접근성이 높은 지역일수록 월평균 이용빈도가 증가하는 추세를 보이고 있다.

〈Table 7〉 Public transport accessibility for the Car-sharing station

	Car-sharing Station	Subway		Bus			
		Distance (m)	Neat Station	Neat Station1		Neat Station2	
				Distance (m)	routes	Distance (m)	routes
1	KT영통지사	100	영통	100	8	330	12
2	성균관대역	300	성균관대	50	9		
3	장안구청	-		100	10	400	24
4	수원시청	150	수원시청	50	10		
5	수원(구)터미널	600	수원	150	21		
6	영통역	520	영통	220	25	340	14
7	KBS수원센터	620	수원시청	180	6	250	12
8	화서역	310	화서	220	21	220	1
9	인계초교			100	3	480	28
10	법원사거리			200	28		
11	수원월드컵경기장			200	16		
12	망포역8번출구	120	망포	160	12		
13	중동사거리			310	31		
14	영통중심상가	340	영통	220	25	370	14
15	영통1동주민센터		청명	210	16		
16	원천공원			120	3	330	21
17	신나무실 5단지주공	900	영통	300	22		
18	수원역	100	수원	200	52	550	12
19	상공회의소			50	8	550	
20	영동도서관			100	3	140	1
21	KT동수원지사			50	23	550	
22	영통구청			50	5		
23	곡선동주민센터			330	13	450	8
24	경기대학교정문			340	17		
25	KT북수원지사			50	1	500	7
26	권선2동주민센터			300	3	500	8
27	태장동주민센터		수원시청	50	2	480	18
28	수원시청역 1번출구	400	세류	300	9	400	9
29	세류역	120		140	15	550	12
30	정자3동주민센터			200	11		
31	동남보건대학교			100	1	380	8
32	수원정자동			270	11		
33	수원신경도서관			560	44	630	17
34	경기중소기업 종합지원센터			300	13		
35	경기도건설본부			280	13		
36	인계동			340	7	700	30
37	망포역	950		300	2	550	12

2. 대중교통 접근성과 카셰어링 수요의 관계

카셰어링 이력데이터와 대중교통 GIS자료를 활용하여, 카셰어링 대여소의 대중교통 접근성이 이용수요에 미치는 영향을 분석하였다. 이때, 대중교

통 접근성은 도시철도와 버스로 구분하였으며, 도시철도 접근성의 경우 대여소 입구와 인접 도시철도 출구와의 거리로 산정하였고, 버스 접근성의 경우 대여소 입구와 인접 버스 정류장간의 거리 및 정류장 통과 버스 노선수로 산정하였다. 버스 접근성(BA)은 카셰어링 대여소에서 버스정류장 간의 이격거리와 해당 정류장의 버스경유노선 수를 통해 산정하였으며, 모형은 중력모형을 변형하여 적용하였다. 각각의 정류장 경유노선 수와 비례하고 대여소와의 이격거리의 제곱에 반비례하는 식을 적용하였다. 하지만 정류장과 이격거리를 실제 거리 그대로 적용할 경우 가까운 정류장에서는 지나치게 과다한 지표값이 산정되는 오류가 발생하였다. 실제로도 정류장과 거리가 매우 가까우면 이용자가 느끼는 접근성의 차이가 크지 않게 나타나므로, 해당 접근성 지표는 최소 접근성으로 수정하였다.

도시철도 접근성(SA)은 대여소와 도시철도 역간의 가장 가까운 출구와의 거리를 통해 산정하였다.

$$F = C + \alpha BA + \beta SA \dots\dots\dots (1)$$

$$BA = \sum_i \left(\frac{1}{d_i^2} \times \frac{n_i}{100} \right) \dots\dots\dots (2)$$

$$SA = \frac{1}{d^2} \dots\dots\dots (3)$$

여기서, F : 월평균대여빈도

BA : 버스접근성

SA : 도시철도접근성

i : 대여소와 가까운 정류장

α, β : 계수

n_i : i번째 정류장의 경유 노선 수

d : 거리(km)

C : 상수

분석결과, 버스와 도시철도의 접근성이 모두 반영된 카셰어링 이용수요 추정 모형의 R²값은 0.818로 비교적 높게 나타났다. 그러나 도시철도 접근성 변수의 경우 그 계수는 0.029에 그쳤고 계수의 유의확률도 0.641로써, 도시철도 접근성은 카셰어링 대여빈도에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 분석

되었다. 이는 대여소별 지역적 여건과 특성에 따라 대여빈도에 영향을 받는 것으로 보인다. 아울러 카셰어링 뿐 아니라 도시철도 수요 증진 측면에서 도시철도와 카셰어링 간의 원활한 연계를 위한 환승할인 및 편도 반납 정책 등 다양한 보완적 정책이 필요할 것으로 판단된다.

<Table 8> Models for the Car-sharing demand on the public transport accessibility

	Coef	t	p-value	R ²
C	11.847	3.031	.014	.818
BA	4.089	5.755	.000	
SA	.029	.482	.641	

note : C(Constant), BA(Bus Accessibility), SA(Subway Accessibility)

버스 접근성에 따른 카셰어링 이용빈도 모형을 구축한 결과, 추정 모형의 R² 값은 0.824로써 우수하게 나타났으며, 버스 접근성 변수도 유의한 것으로 나타났다. 이는 버스 접근성이 우수한 위치에 카셰어링 대여소를 설치하는 것이 보다 이용수요를 증진시킬 수 있음을 시사한다.

<Table 9> Models for the Car-sharing demand on the bus accessibility

	Coef	t	p-value	R ²
C	9.897	6.297	.000	.824
BA	4.293	12.244	.000	

note : BA(bus accessibility), C(constant)

V. 결론 및 향후과제

본 연구에서는 수원시에서 운영 중에 있는 그린카의 대여이력 데이터베이스, 이용자 설문조사, 대중교통 GIS DB를 활용하여 카셰어링 대여소별로 이용특성 및 대중교통 접근성에 따른 카셰어링 이용수요를 분석하였다.

연구결과, 카셰어링은 주중 보다는 여가목적의 주말 이용수요가 더 많았으며, 주중에는 저녁시간에 대여하여 밤늦게 반납하는 행태가 많았고, 주말

에는 오전에 대여하여 오후 늦게 반납하는 행태가 많았다.

대여소 위치가 대중교통 버스정류장 접근성이 높고 상업지역에 위치한 곳일수록 이용수요가 많은 것으로 나타났다. 카셰어링 대여소로의 접근수단은 도보가 73%로 가장 많으며, 자전거 3%, 버스와 도시철도는 20%였으며, 대중교통 접근성이 높은 지역의 대여소의 이용빈도가 높은 것을 비추어 보았을 때 대중교통의 연계가 카셰어링의 활성화와 연관이 있음을 확인할 수 있었다. 카셰어링 대여소의 대중교통 접근성이 이용수요에 미치는 영향을 분석한 결과, 버스와 도시철도의 접근성이 반영된 카셰어링 이용 모형의 적합도는 0.818로 대중교통 접근성은 유의한 변수임을 확인하였다. 즉, 카셰어링의 대여소는 대중교통과의 환승이 용이한 장소에 설치되는 것이 보다 이용수요를 증진시킬 수 있음을 시사하며, 카셰어링의 효율적인 유지관리 측면에서 대중교통 접근성이 양호한 곳이라면 소수의 대여소에서 집중 운영하는 것도 유용한 전략이 될 수 있음을 시사한다. 특히 대중교통 수단 중 버스 접근성은 유의한 변수로 확인된 반면, 도시철도 접근성은 유의하지 않은 것으로 나타났는데, 카셰어링 뿐 아니라 대중교통 수요 증진 측면에서 도시철도와 카셰어링 간의 원활한 연계를 위한 환승할인 및 편도 반납 정책 등 다양한 보완적 정책이 필요할 것으로 판단된다.

향후 과제로는 이제 국내에서도 카셰어링 서비스 시작년도가 경과되어 많은 데이터가 축적이 되었으므로, 카셰어링의 적정 대여소 규모와 편도 서비스를 위한 비용효율화 측면에서의 연구, 카셰어링을 이용하는 이용자가 주로 젊은 층이고 운전경력이 짧기 때문에 교통사고 위험이 더 크므로, 카셰어링 교통사고에 대한 연구, 그 외 카셰어링의 시장 확대를 위한 제도개선에 대한 연구 등이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

[1] Kim J. S. and Park K. C.(2015), "Socio-economic Effects of Carsharing, Gyeonggi

- Research Institute,” *GRI Issue & Analysis*, no. 183.
- [2] Park J. S and Moon J. H.(2014), “Study on The Impact of Public Use of Cars (Cars-sharing) on Traffic Demand,” *THE KOREA TRANSPORT INSTITUTE*.
- [3] Hwang H. Y. and Jeon H. J.(2014), “Applying Sharing Economy Principle on Transport with Focus on Car Sharing Practice and Research,” *Journal of Transport Research*, vol. 21, no. 1, pp.35-49.
- [4] Kim S. H., Lee K. J. and Choi K. C.(2014), “Preference Factors Analysis for Car-Sharing,” *Journal of Korean Society of Civil Engineers*, vol. 34, no. 4, pp.1241-1249.
- [5] Park J. S. and Moon J. H.(2013), “Demand Estimation and Impact Analysis of Car-Sharing Service,” *Journal of Transport Research*, vol. 20, no. 2, pp.61-73.
- [6] Park J. S. and Park J. H.(2015), “Impact of the Car-Sharing Service on Transport Demand and Taxi Service,” *Journal of Transport Research*, vol. 22, no. 2, pp.19-34.
- [7] Ko J. H., Yoo G. S. and Park J. H.(2013), “Traffic Sharing Age, What Should We Share?,” *The Seoul Research Institute*.
- [8] Choi H. S. and Park J. T.(2014), “Study on the Local Factors Affecting Availability of Car-Sharing in Seoul,” *Journal of the Korean Society for Railway*, vol. 17, no. 5, pp.381-389.
- [9] Noh Y. S., Do M. S., Lee S. H., Byun W. H. and Lee J. B.(2013), “Site Selection of Carsharing Service Based on Spatial Analysis Techniques,” *Korean Society of Road Engineers*, vol. 9, p.70.
- [10] Transportation Research Board.(2005), Car-Sharing : “Where and How it Succeeds,” *TCRP Report 108*, Washington DC.
- [11] Mehdi N., Sirui Z., Sina B. and Matthew J.(2015), “Vehicle relocation and staff rebalancing in one-way carsharing systems,” *Transportation Research Record : Journal of the Transportation Research Part E*, vol. 81, pp.98-113.
- [12] Burak B., Zografos K. G. and Geroliminis N.(2015), “An optimization framework for the development of efficient one-way car-sharing systems,” *European Journal of Operational Research*, vol. 240, no. 3, pp.718-733.
- [13] Gouri S M., Regina R. C., Patricia L. M. and Keith F. W.(2015), “The effect of carsharing on vehicle holdings and travel behavior : A propensity score and causal mediation analysis of the San Francisco Bay Area,” *Research in Transportation Economics*, vol. 52, pp.46-55.
- [14] Diana J. and Goran M.(2015), “Trip pricing of one-way station-based carsharing networks with zone and time of day price variations,” *Transportation Research Part B, Transportation Research Part B*, vol. 81, pp.461-482.

저자소개



김 숙 희(Kim, Suk-Hee)
2013년 3월~현재 : 수원시정연구원 도시환경연구부 연구위원
2003년 3월~2013년 2월 : 아주대학교 부설 수원발전연구센터 책임연구원
2005년 2월 : 아주대학교 박사
e-mail : sukheek@suwon.re.kr



이 규 진(Lee, Kyu-Jin)
2010년 9월~현재 : 아주대학교 TOD 기반 지속가능 도시교통 연구센터 연구교수
2010년 8월 : 아주대학교 교통시스템공학과 박사
e-mail : transjin@ajou.ac.kr