

# 근린환경 요인을 고려한 카셰어링 대여소 배치 방안 연구

## A Study on Optimizing Depot Location in Carsharing Considering the Neighborhood Environmental Factors

서 지 민\* · 석 종 수\*\*

\* 주저자 : 한양대학교 도시공학과 박사과정

\*\* 교신저자 : 인천발전연구원 연구위원

Seo, Jeemin\* · Sheok, Chongsoo\*\*

\* Dept. of Urban Planning & Engineering, Hanyang University

\*\* Research fellow, Incheon Development Institute

† Corresponding author : Sheok, Chongsoo, sheok@idi.re.kr

Vol.16 No.5(2017)

October, 2017

pp.49~59

ISSN 1738-0774(Print)

ISSN 2384-1729(On-line)

<https://doi.org/10.12815/kits.2017.16.5.49>

2017.16.5.49

Received 17 August 2017

Revised 21 September 2017

Accepted 20 October 2017

© 2017. The Korea Institute of  
Intelligent Transport Systems. All  
rights reserved.

### 요 약

이 연구는 인천광역시에서 2016년 한 해 동안 운영된 카셰어링 업체의 차량 운행 기록을 바탕으로 카셰어링 이용 특성을 분석하고, 카셰어링 이용에 영향을 미치는 근린환경 요인을 규명했다. 카셰어링 이용자는 여성보다 남성이 많고 20·30대가 주를 이루며, 과거보다 이용 연령대가 넓어지고 단거리 이용이 증가했다는 특징이 있다. 음이항 회귀 모형을 활용해서 카셰어링 이용과 근린환경 요인의 관계를 분석한 결과, 대중교통 승·하차 인원이 많고 주거용 건물 연면적 비율이 높은 지역에서 카셰어링 이용이 활발한 것으로 나타났다. 따라서 향후 카셰어링 차량 대여소를 선정할 때, 대중교통 이용이 활발하고 주거용 건물 비율이 높은 지역을 중심으로 검토하는 것이 카셰어링 활성화에 기여할 수 있다.

핵심어 : 카셰어링, 카셰어링 수요, 대중교통 요인, 토지이용 요인, 음이항 회귀 분석

### ABSTRACT

In this study, We analyzed the characteristics of carsharing use and revealed the environmental factors influencing carsharing use using the records of carsharing had been operated in Incheon during 2016. The records show a higher ratio of male users, a big portion of 20s and 30s, and ascending trends in the use of elderly people and short distances compared to the past. We analyzed the relationship between carsharing use and neighborhood environmental factors using the negative binomial regression model. It was found that carsharing was more active in areas where have many public transportation users and higher portion of residential buildings. Therefore, it was concluded that these areas can be suitable candidates for placing new carsharing rental sites to expect more active carsharing use.

Key words : Carsharing, Carsharing Demand, Transportation Factors, Land-use Factors, Negative Binomial Regression

## I. 서론

### 1. 연구의 배경

최근 환경오염과 경기침체로 인해 발생하는 사회·경제적 비용의 대안으로 ‘공유경제’ 개념이 주목받고 있다. 공유경제사회에서는 소량 생산된 재화를 다수의 사람들이 공유하고 소비해, 재화를 소유하는 것보다 이용하는 데 높은 가치를 둔다는 특징이 있다(Hwang and Jeon, 2014). The Seoul Institute(2013)는 공유교통을 개인 교통체계와 대중교통체계를 보완하는 중간 공유체계로 정의하고 카셰어링, 버스셰어링, 카풀, 자전거셰어링, 주차장셰어링 등을 대표적인 예로 제시했다. 우리나라에서는 다수의 민간 업체가 회원제로 운영하고 있는 카셰어링이 가장 대표적인 공유교통이며, 여러 지방자치단체에서 민간 업체의 서비스를 지원하는 형태로 발달하고 있다.

카셰어링이 주는 효과는 그동안 다양한 연구에서 밝혀져 왔다. 카셰어링 서비스는 승용차 통행량을 감소시키고 대중교통 수요를 증가시킨다(Park and Park, 2015). 인천시에서는 카셰어링 차량 1대가 자가용 차량 14.9대를 대체하는 효과가 나타났고(Incheon Development Institute, 2015), 서울시에서는 카셰어링 차량 1대가 자가용 차량 8.5대를 대체하는 효과가 있는 것으로 평가되었다(The Seoul Institute, 2015). 뿐만 아니라 외국의 여러 도시들도 카셰어링이 자가용 이용을 감소시키는 효과가 있는 것으로 보고하고 있다(Cervero, 2003).

많은 지방자치단체들이 주거지 주차 공간 부족 문제 개선, 주민들의 이동 편의성 제고, 교통 수요 관리 등을 목적으로 민간의 카셰어링 서비스를 지원하고 있다. 카셰어링 서비스를 효율적으로 제공하기 위해서는 이용 수요가 높고 이용이 편리한 위치에 차량 대여소를 설치해야 한다. 한편 카셰어링 서비스 제공업체는 경영부담을 줄이기 위해 저렴한 주차공간을 확보할 필요가 있다. 이러한 업체의 입장을 고려해서 지방자치단체들은 공영 주차장의 일부 공간을 카셰어링 서비스 차량 전용 공간으로 제공하는 등의 방법으로 민간 카셰어링 사업을 지원하고 있다.

카셰어링에 대한 사회적 기대감이 높아지면서 지방자치단체의 지원 또한 다양하게 늘어나고 있지만 그에 비해 현재 카셰어링 관련 정책을 뒷받침할 수 있는 연구는 부족한 실정이다. 지금까지는 카셰어링의 서비스 수요를 면밀하게 검토하고 차량 대여소의 위치를 선정했다기보다 주차 공간을 확보하기 쉬운 곳 위주로 차량 대여소를 선정했기 때문에 수요에 맞는 공급이 이루어졌다고 보기 어렵다. 따라서 카셰어링을 활성화하기 위해서는 카셰어링 이용 실태를 근거로 수요에 맞는 차량 대여소의 위치를 선정하는 방법에 대한 연구가 필요하다.

### 2. 연구의 목적

이 연구는 인천광역시에서 운영하고 있는 카셰어링 운행 자료를 활용해서 카셰어링 이용자 특성과 운행 특성을 분석하고, 카셰어링 이용에 영향을 미치는 근린환경 요인을 밝힌다. 근린환경이란 도시를 구성하는 생활권의 환경을 의미하며 일반적으로 인간의 활동이 일어나는 지점 주변의 환경을 말한다(Yoo and Lee, 2015). 분석 결과를 바탕으로 근린환경 요인과 카셰어링 이용 수요를 고려한 자동차 대여소 위치 선정 방법을 제시함으로써 카셰어링 활성화에 기여하는 것이 연구의 목적이다.

### 3. 연구의 범위

이 연구는 2016년 1년 동안 인천광역시 내에서 운영된 카셰어링 차량의 운행 기록을 바탕으로 카셰어링 서비스를 이용하는 회원의 특징과 카셰어링 차량의 운행 특성을 분석했다. 또한 대중교통 요인과 토지이용 요인을 고려할 수 있는 종합데이터를 구축해 카셰어링 이용에 영향을 미치는 근린환경 요인을 분석했다.

따라서 이 연구는 카셰어링 차량 대여소가 설치된 인천광역시 9개 군·구(옹진군 제외)를 공간적 범위로 하고, 2016년 1월~12월을 시간적 범위로 한다.

## II. 선행 연구 검토

### 1. 카셰어링 이용 관련 주요 선행 연구

카셰어링 시장은 미국에서 Zipcar가 탄생한 이후 급속하게 성장했으며, 관련 연구는 유럽을 중심으로 2000년대부터 활발하게 진행되었다. 반면 국내에서는 2011년부터 다수의 민간업체들이 카셰어링 사업을 시작했기 때문에 최근 들어서야 관련 연구들이 진행되는 추세다. 카셰어링과 관련된 연구는 카셰어링 시스템을 도입해서 발생하는 사회적 변화 연구와 카셰어링 이용 수요를 추정하는 연구가 주를 이룬다.

카셰어링 시스템은 차량 소유와 통행량에 영향을 미친다. Park and Moon(2013)은 카셰어링 서비스 이용자가 새로운 차량을 구입하거나 기존에 보유하던 차량을 매각하기 때문에 전체 보유 차량이 감소할 수 있다고 주장했다. 또한 Kim et al.(2015)은 카셰어링 서비스 때문에 보유한 차량을 처분하거나 5년 이상 차량 구매를 유보하는 비율이 6~34%에 달한다고 했으며, Park and Park(2015)는 카셰어링 서비스로 통행량 감소 효과를 볼 수 있다고 강조했다. Cervero(2003)는 ‘City Carshare’ 시행 이후 9개월, 2년, 4년이 경과한 시점에 차량 소유형태 변화를 분석하고 지속적으로 자동차 소유가 감소하는 것을 입증했으며, Douma et al.(2008) 또한 HOURCAR 회원을 대상으로 카셰어링 이용 전·후를 비교해서 참여자의 26%가량이 차량을 처분한 것을 알아냈다. Firmkorn and Müller(2011)은 독일 울름(Ulm)에서 운영되는 카셰어링 시스템 car2go 이용자를 대상으로 설문했고, 전체 응답자의 1/4 이상이 car2go가 지속적으로 운영된다면 자동차 구매를 포기할 수 있음을 밝혔다.

이처럼 카셰어링 시스템이 미치는 사회·경제적 영향에 대한 연구가 선행되고 카셰어링 시행 자료가 어느 정도 축적된 이후에 카셰어링 이용 수요를 추정하는 연구들이 진행되었다. Millard-Ball(2005)은 카셰어링이 성공적으로 정착하기 위해서는 대중교통 접근성과 보행환경이 양호한 곳, 차량소유가 평균 이하인 곳, 밀도와 토지이용 복잡도가 평균 이상인 곳에 대여소가 설치되어야 한다고 주장한다. 한편 Cervero(2009)는 TOD(Transit Oriented Development)가 카셰어링 활성화를 위해 상당히 중요한 역할을 한다고 주장하면서 카셰어링 수요와 대중교통 수요는 경쟁관계가 아닌 상호보완관계라는 점을 강조했다. Celsor and Millard-Ball(2007)은 지리정보시스템을 구축하고 지역특성과 교통특성이 개인특성보다 카셰어링 이용에 미치는 영향력이 크다는 것을 밝혔다. 이는 물리적 환경과 카셰어링 수요가 밀접한 관계가 있다는 것을 입증한 중요한 연구다.

최근 들어 국내에서도 카셰어링 활성화에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 먼저 Choi and Park(2014)은 서울시에서 카셰어링 사업을 운영하는 한 업체의 2분기 실적자료를 분석해서 카셰어링 활성화 영향 요인을 밝혔다. 해당 업체에서 운영 중인 25개 거점을 기준으로 GIS 데이터를 구축하고 다중회귀분석으로 영향 변수의 의미를 도출했다. 분석 결과 업무 중심지역이고 조세액이 높은 지역일수록 카셰어링 이용이 활발하고 역세권 지역이나 버스 이용 편의 지역, 대학교 인근 거점 등도 카셰어링 이용에 유의한 양의 영향을 미치는 것으로 분석했다. 이 연구는 카셰어링 업체의 실증데이터를 활용한 초기 연구이자 카셰어링 활성화를 위한 기초 연구라는데 의의가 있다.

한편 Kim et al.(2014)은 수원시민을 대상으로 카셰어링 선호도에 관한 설문을 하고 카셰어링 선호 요인을 분석했다. 그 결과 성별이 남자이고 연령대가 낮을 때 카셰어링 수요가 높았고, 주거형태가 단독주택이나 오피스텔일 때 이용 수요에 양(+)의 영향을 미쳤다. 또한 대중교통 이용이 불편하고 차량을 소유하지 않은 사람들이 카셰어링 이용을 선호하는 것으로 나타났다.

유사한 연구로는 수원시에서 대중교통 접근성이 카셰어링 이용에 미치는 영향을 분석한 Kim and Lee(2016)의 연구가 있다. 이 연구는 대중교통 접근성을 도시철도와 버스로 구분해서 집중적으로 분석했다는 특징이 있다. 도시철도 접근성은 카셰어링 대여소 입구에서 인근 도시철도 출구까지 거리로 설정했으며, 버스 접근성은 가까운 정류장 2개소까지 거리와 2개 정류장을 통과하는 버스 노선 수를 기준으로 했다. 변형된 중력모형으로 분석한 결과 버스 접근성이 카셰어링 이용에 상당히 유의하다는 것을 밝혔다. 이 결과를 바탕으로 차량 대여소를 대중교통 환승이 편리한 장소에 설치하면 카셰어링 이용을 증진시킬 수 있다고 주장했다. 그러나 이 연구는 카셰어링 이용에 영향을 미치는 다양한 변수를 고려하지 않고 대중교통 접근성과 카셰어링 이용을 분석했다는 점에 한계가 있다.

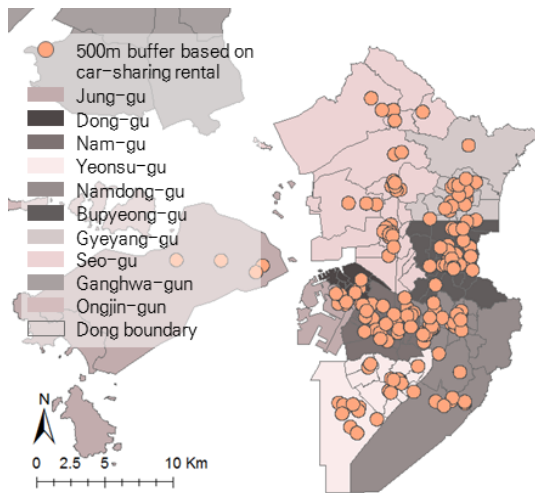
## 2. 연구의 차별성

앞서 살펴본 바와 같이 최근 들어 카셰어링에 관한 다양한 연구들이 진행되고 있지만, 국내에서 실제 카셰어링 운행 자료를 바탕으로 이용 행태를 분석한 연구는 드문 실정이다. 따라서 이 연구는 2016년 1년 동안 인천광역시에서 운행된 G 업체의 모든 카셰어링 운행 자료를 분석했다. 또한 지금까지는 카셰어링 대여소 주변의 지하철역 개수와 버스정류장 개수 또는 대여소에서 지하철역, 버스정류장까지 거리를 대중교통 이용 관련 지표로 사용했다. 이러한 자료는 수집이 비교적 쉽다는 장점이 있지만 대중교통 이용 수요를 간접적으로 나타내는 지표라는 한계가 있다. 그러므로 이 연구에서는 대중교통 이용 지표로 버스정류장 수, 지하철역 수 뿐 아니라 지하철역과 버스정류장에서 승·하차한 승객의 수를 활용해서 기존 연구와 차별하였다. 마지막으로 분석 대상 자료가 가산자료라는 점을 고려해서 음이항 회귀모형을 적용함으로써 연구의 신뢰도를 높였다.

## Ⅲ. 분석의 틀

### 1. 주요 분석 자료

이 연구에서는 G업체가 2016년 한 해 동안 인천광역시 내에서 운영한 모든 운행 정보를 분석했다. 먼저



〈Fig. 1〉 500m buffer based on carsharing rental in Incheon

〈Table 1〉 Data sources and contents

Data	Sources	Contents
Driving information	Carsharing company(G)	Rental location, Rental start date and time, Lender ID
Membership information		Lender ID, Sex, Date of birth
Bus stop location	Google map	Bus stop position coordinates
Subway station location		Subway station position coordinates
The number of bus passengers	EB card	The number of bus passengers by bus stop
The number of subway passengers		The number of subway passengers by subway station
Use of buildings	Ministry of the interior and safety	Building use code, Building use purpose
Building floor area		The total floor area of the building's each floor
Floor area ratio		Proportion of the total floor area of the building to the land area

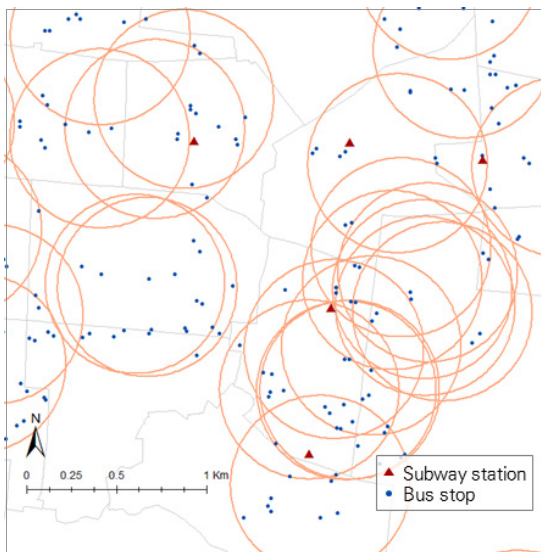
인천광역시 내 모든 대여소의 주소를 지오코딩 해서 경위도 좌표로 변환한 후에 Arc GIS로 shp파일을 구축했다. 인천광역시 관내에는 총 169개의 대여소가 있고, 부평구에 40개소로 가장 많으며 도서 지역인 강화군을 제외하면 동구에 4개소로 가장 적다. 한편 이 연구에서는 대여소를 기준으로 반경 500m 버퍼를 분석 단위로 설정했다(Fig. 1). 일반적으로 도보권으로 간주하는 500m는 보행 및 역세권 연구에 자주 활용되고 있으며, 서울시의 카셰어링 이용을 분석한 Choi and Park(2014)의 연구에서도 분석 단위로 이용되었다.

다음으로 카셰어링 이용에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요인을 고려하였고 크게 인구·사회적 요인과 물리적 환경 요인으로 구분했다. 선행 연구에 의하면 인구·사회적 요인에는 연령, 성별, 운전면허 보유 여부, 가족 구조, 자동차 보유 대수, 소득, 학력 등이 있으며, 물리적 환경 요인에는 주거밀도, 상업밀도, 업무밀도, 토지이용 복합도, 대중교통 접근성 등이 있다(Choo, 2012). 이 연구에서는 가능한 모든 요인을 고려하기 위해 카셰어링 이용자 특성 분석과 운행 특성 분석, 카셰어링 이용 수요에 영향을 미치는 근린환경 요인 분석을 병행했다. 이에 활용한 주요 자료는 카셰어링 서비스 업체의 회원 정보(성별, 연령대), 버스와 지하철 승하차 인원, 건축물 용도, 건축물 연면적, 용적률 등이다. 각 자료의 출처와 내용은 <Table 1>과 같다.

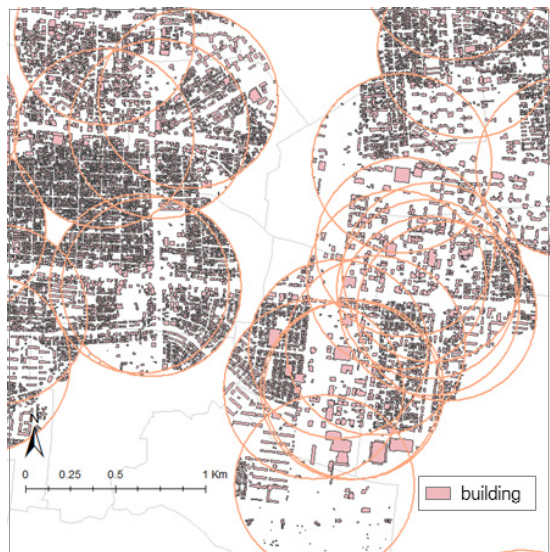
## 2. 통합자료 구축

카셰어링 이용자 특성과 운행 특성은 대여자 ID를 기준으로 운행 정보와 회원 정보를 통합해서 분석했다. 한편 카셰어링 이용 수요에 영향을 미치는 물리적 환경 요인을 분석하기 위해 GIS를 활용해서 169개의 버퍼를 기준으로 통합자료로 만들었다. 앞서 기술했듯 169개의 버퍼는 각 대여소의 반경 500m를 의미하며 모든 대여소는 서로 다른 위치에 있으므로 일치하는 버퍼는 없다.

이 연구에서 중점적으로 살펴본 물리적 환경은 크게 대중교통 요인과 토지이용 요인으로 구분할 수 있다. 대중교통 요인은 버퍼 내에 있는 버스정류장의 개수와 지하철역의 개수, 해당 버스정류장과 지하철역을 이용한 승하차 인원이며, 토지이용 요인은 버퍼 내에 있는 건물의 평균 용적률, 주거용·상업용·업무용·기타 건물의 연면적 비율, 토지이용 복합도다.



<Fig. 2> The process of establishing public transportation factor variables



<Fig. 3> The process of establishing land use factor variables

물리적 환경 변수를 구축하기 전에 카셰어링 업체에서 제공받은 운행 정보 중 차량 대여 시작 일시가 2016년 1월 1일부터 2016년 12월 31일까지인 자료를 추출하고, 이를 각 대여소 아이디를 기준으로 정리해서 대여소별 이용 횟수 데이터로 변환했다. 다음으로 버스정류장과 지하철역 개수는 Google map에서 제공하는 좌표 데이터를 활용해서 인천광역시 전체의 버스정류장과 지하철역 좌표를 shp파일로 구축한 뒤, 169개의 버퍼와 spatial join하여 버퍼 내에 위치하는 지점들만 추출했다<Fig. 2>. 대중교통 이용 정도를 나타내는 지표인 버스와 지하철 승하차 인원은 인천광역시 모든 버스정류장과 지하철역 별 승하차 인원 자료를 앞서 구축한 버스정류장과 지하철역 지점에 join한 뒤, 버퍼 내에 있는 지점들만의 값을 합산해서 구축했다. 마지막으로 토지이용 요인의 변수들은 행정자치부에서 제공하는 GIS 건물 통합정보조회서비스 공간정보를 활용했다. 35개로 세분된 건축물 용도를 분석에 용이하도록 주거용, 상업용, 업무용, 기타의 4개 용도로 재분류하고, 건축물과 169개의 버퍼를 intersect 해준 뒤 버퍼 내에 들어가는 건물들의 연면적을 용도별로 계산했다. 또한 각 용도별 건물 연면적을 해당 버퍼 내 전체 건물 연면적으로 나누어서 용도별 비교가 가능하도록 표준화했다<Fig. 3>. 마지막으로 토지이용 복잡도는 Frank and Pivo(1994)가 개발한 LUM 지수를 응용해서 구축했다(Seo and Lee, 2016). 이 변수는 0부터 1까지의 값으로 나타나며, 0에 가까울수록 토지이용 용도가 단조롭고 1에 가까울수록 다양한 용도로 구성되어 있음을 의미한다.

### 3. 연구 방법론

이 연구에서는 인천광역시 관내 169개의 카셰어링 대여소별 카셰어링 서비스 이용 횟수를 분석했다. 카셰어링 서비스 이용 횟수는 가산자료(count data)에 해당하며, 가산자료를 분석하는 통계모형은 포아송 회귀모형(poisson regression), 여과잉 포아송 회귀모형(zero-inflated poisson regression), 음이항 회귀모형(negative binomial regression), 여과잉 음이항 회귀모형(zero-inflated binomial regression) 등이 있다.

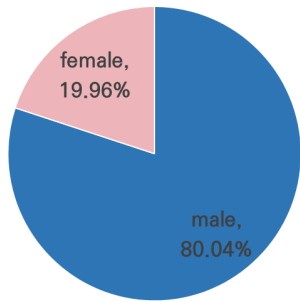
일반적으로 포아송 회귀모형이 가산자료를 분석하는 모형으로 적용되지만, 포아송 회귀모형은 분석 자료의 평균과 분산이 동일하다는 가정을 전제로 한다(Seo and Lee, 2016). 따라서 위의 가정을 위배하는 가산자료에 포아송 회귀 모형을 적용하게 되면 다양한 문제가 발생할 수 있다(Moon et al., 1999).

이 연구에서 분석한 자료의 과분산계수(a)가 0.138로 0보다 크게 나타났으며<Table 3>, 그 값이 통계적으로 유의하여 음이항 회귀모형 적용이 적합함을 확인할 수 있었다. 또한 대여소별 카셰어링 이용 횟수 분포에서 0 값이 존재하지 않으므로 여과잉 음이항 회귀모형이 아닌 일반 음이항 회귀모형을 최종 통계 분석모형으로 설정했다.

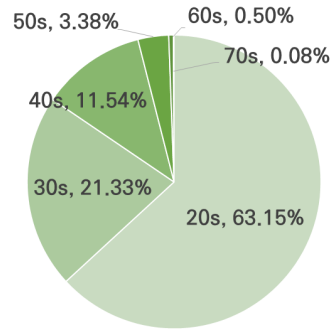
## IV. 연구 결과

### 1. 카셰어링 이용자 특성과 운행 특성

카셰어링 이용자 특성과 운행 특성 분석은 회원 ID를 기준으로 운행 정보와 회원 정보를 결합해서 재가공한 뒤 실시했다. 2016년 1년 동안 인천광역시에서 발생한 카셰어링 이용 건수는 총 12만 1,176건이며, 8월의 이용 건수가 전체의 9.62%로 가장 많고, 1월에 6.85%로 가장 적다. 성별로는 남자와 여자가 각각 80.4%와 19.96%로, 인천의 카셰어링 서비스 이용 특성을 분석한 기존의 연구(Incheon Development Institute, 2015)와 비슷한 결과를 보인다<Fig. 4>. 연령별로 보면 20대가 63.15%로 가장 많고, 30대가 21.33%로 뒤를 이으며 2015



<Fig. 4> Distribution of carsharing users by gender



<Fig. 5> Distribution of carsharing users by age group

년과는 달리 2016년에는 70대 이용자가 발생했다<Fig. 5>. 비록 70대 이용 횟수는 97건으로 전체의 0.08%에 불과하지만 이는 최근 들어 카셰어링 이용이 활발해지면서 이용 연령대가 넓어졌음을 시사한다.

카셰어링 이용자의 거주지를 기준으로 이용 패턴을 확인해 보면 카셰어링 대여소가 가장 많이 설치되어 있는 곳은 부평구임에도 불구하고 연수구에 거주하는 사람들의 이용이 가장 활발하다. 이는 현재 카셰어링 대여소가 카셰어링 수요 발생 지점에 적절하게 배치되어 있지 않을 수 있다는 의구심을 들게 한다. 카셰어링 이용자의 평균 주행거리는 69.23km로 2015년의 79.30km에 비해 약 10km 정도 짧다. 이는 카셰어링 서비스가 활성화되면서 레저, 여행 등의 장거리 이용 수요 못지않게 쇼핑, 친교 등의 단거리 이동에도 많이 이용되고 있음을 의미한다. 실제로 주행거리가 100km 이상인 장거리 이용이 19.73%인 반면, 주행거리가 50km 이하인 단거리 이용이 57.68%로 압도적으로 높은 비율을 차지한다. 운행유형(왕복/편도)은 왕복운행이 99.56%로 대부분을 차지하는데, 기존 연구(Kim and Lee, 2016; Incheon Development Institute, 2015)에서 대중교통 수단과 카셰어링 연계를 위해 편도운행 서비스 확대의 필요성을 강조하고 있지만 아직까지는 편도운행 서비스가 활발하지 않음을 나타내는 결과다.

## 2. 카셰어링 이용에 영향을 미치는 근린환경 요인

### 1) 기초통계 분석 및 다중공선성 검증

카셰어링을 이용하는 개인의 특성과 운행 특성을 살펴본 뒤, 카셰어링 이용에 영향을 미치는 근린환경 요인을 분석했다. 기초통계 분석으로 분석에 활용된 변수들에 이상치(outlier)가 없는지 검증했고, 독립변수 간의 다중공선성이 없는지 확인했다.

이 연구에서는 인천광역시 관내의 169개 카셰어링 대여소를 기준으로 변수를 구축했기 때문에 관측치는 모두 169개다. 종속변수인 대여소당 카셰어링 이용 횟수는 최소 89건에서 최대 3,220건으로 평균 534건의 이용을 보였다. 다만 대여소마다 운영 중인 차량 수와 차량별 운영 일수가 다르므로 이를 제어해줄 필요가 있었다. 예를 들어 A 대여소는 1대의 차량으로 2016년 1년 내내 운영했고, B 대여소는 9대의 차량으로 2016년 하반기에만 운영했다면 단순히 이용 횟수만 비교했을 때 결과가 왜곡될 수 있기 때문이다. 따라서 각 대여소의 운영 차량 수(1~21대)와 운영 기간(0.42~1년)을 제어변수(control variable)로 넣었다.

독립변수 간의 다중공선성은 VIF값으로 검증했다. 일반적으로 VIF 값이 10을 넘으면 다중공선성 문제가 발생했다고 보는데, 이 연구에서는 가장 높은 값이 3.35여서 걱정할 수준이 아니었다. 기초통계 분석과 다중공선성 검증 결과는 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Descriptive analysis and multi-collinearity verification

Variables		Obs.	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.	VIF	
Dependent variables								
Number of carsharing uses		169	533.66	405.55	89.00	3220.00	-	
Independent variables	Transportation factors	Number of bus stops	169	18.28	7.94	0.00	43.00	1.26
		Number of subway stations	169	0.51	0.59	0.00	2.00	2.97
		The number of bus passengers	169	5934.81	6903.52	0.00	44733.00	1.08
		The number of subway passengers	169	9192.05	13841.42	0.00	62767.00	3.09
		Average floor area ratio	169	96.70	53.43	0.00	343.67	1.47
	land use factors	Proportion of residential building floor area	169	0.55	0.23	0.00	1.00	3.35
		Proportion of office building floor area	169	0.10	0.13	0.00	0.91	1.81
		Proportion of commercial building floor area	169	0.27	0.15	0.00	0.80	-
		Proportion of other uses building floor area	169	0.09	0.1	0	0.73	1.84
		Land use mix (LUM)	169	0.66	0.19	0.01	1.00	1.85
	control variables	Number of vehicles operated	169	2.25	2.19	1.00	21.00	1.16
Operating period		169	0.96	0.13	0.42	1.00	1.03	

2) 음이항 회귀 분석

카셰어링 이용에 영향을 미치는 근린환경 요인을 대중교통 요인과 토지이용 요인으로 나누어 살펴보았다. 먼저 대중교통 요인에서는 버스와 지하철의 승하차 인원이 유의미했다. 한편 버스정류장 수와 지하철역 수는 유의하지 않게 나타나 대중교통 활용을 대변하는 변수로 어떤 자료를 이용하느냐에 따라 결과가 다르게 나타날 수 있음을 확인했다. 이는 주변에 버스정류장이나 지하철역이 많더라도 주요한 노선이 지나지 않으면 실제 대중교통 이용자 수가 많지 않을 수 있기 때문이다. 버스 승하차 인원과 지하철 승하차 인원은 모두 카셰어링 이용 수요에 유의한 양(+)의 영향을 미치는 요인으로 도출되었고, 이는 카셰어링 대여소 위치가 대중교통 접근성이 높은 지역에 있을 때 카셰어링 이용 빈도가 높다는 Kim et al.(2016)의 연구 결과와 일치한다. 다만 기존 연구(Kim and Lee, 2016)에서는 버스 접근성만 유의하고 도시철도 접근성은 유의하지 않은 것으로 나타났는데, 이 연구에서는 지하철 승하차 인원 또한 상당히 유의미하게 도출됐다. 이는 대중교통 접근성을 고려해서 카셰어링 대여소를 배치 할 때, 단순히 버스정류장과 지하철역이 많은 곳, 거리가 가까운 곳이 아닌 실제 이용객이 많은 곳을 선정해야 한다는 것을 의미한다.

한편 토지이용 요인을 살펴보았을 때, 평균 용적률과 주거 연면적 비율이 카셰어링 이용에 유의한 양(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 먼저 주변의 건물 용적률이 높은 곳에서 카셰어링 서비스 이용이 활발했는데 이는 유의해서 해석할 필요가 있다. 통상적으로 용적률이 높은 곳을 상업 및 업무지역으로 생각하는 경향이 있지만, 이 연구에서 활용된 용적률의 기초 통계량에서 최댓값이 343.67%로 나타나 상업 및 업무 용도로만 단정할 수 없다. 주거 연면적 비율이 높은 지역에서 카셰어링 서비스 이용이 높게 나타난 점을 고려하면 오히려 제3종일반주거지역과 같이 높은 용적률이 적용되는 주거지역을 의미할 가능성이 높다. 서울특별시를 대상으로 분석한 Choi and Park(2014)의 연구에서는 이 연구 결과와 다르게 업무 중심지역에서 카셰어링 이용이 활발한 것으로 나타나는데, 이는 서울과 인천의 카셰어링 이용 목적이 다르다는 점을 고려해서 해석할 필요가 있다. 서울시는 카셰어링 서비스가 레저용도뿐 아니라 업무 등에도 많이 사용되는 반면 인천은 데이트나 여행, 여가 등의 목적에 편중된 특징이 있다(Incheon Development Institute, 2015). 또한 카셰어링 이용자의 절반 이상이 차량 대여소까지 도보로 접근하고 10분 이내의 시간을 소요하는 점을 고려하면(Incheon



〈Table 3〉 Results of negative binomial regression analysis

Variable		Coefficient	t-value
Transportation factors	Number of bus stops	0.006	1.41
	Number of subway stations	-0.131	- 1.50
	The number of bus passengers	0.000 *	1.80
	The number of subway passengers	0.000 **	2.38
land use factors	Average floor area ratio	0.002 ***	3.13
	Proportion of residential building floor area	0.513 **	2.22
	Proportion of office building floor area	-0.355	- 1.20
	Proportion of commercial building floor area		
	Proportion of other uses building floor area	0.722	1.62
	Land use mix (LUM)	-0.103	- 0.50
control variables	Number of vehicles operated	0.197 ***	10.52
	Operating period	1.269 ***	5.59
_cons		3.877 ***	11.53
number of observations		169	
Dispersion parameter (α)		0.138 ***	9.24
Log-likelihood at zero		-1194.801	
Log-likelihood at convergence		-1105.635	

Development Institute, 2015), 주거 연면적 비율이 카셰어링 서비스 이용에 양(+의 영향을 미치는 것으로 도출된 이 연구의 결과는 합리적이라고 할 수 있다. 토지이용복합도(LUM)는 유의하지 않은 것으로 분석되어 토지이용 복합도와 카셰어링 이용 수요 간에 연관이 있다고 보긴 어렵다.

## V. 결 론

### 1. 연구의 의의

이 연구에서는 카셰어링 서비스 운행 자료를 바탕으로 이용자 특성과 운행 특성을 분석하고, 카셰어링 이용 수요에 영향을 미치는 근린환경 요인을 분석했다. 카셰어링의 이용자 중 남성의 비율이 80%를 넘었고 이용 연령층이 20~30대에 편중되어 있다. 2016년에는 2015년도 분석 자료와 달리 70대 연령대에서도 카셰어링 이용자가 있는 것으로 분석되어 카셰어링 이용 연령대가 확대되고 있다는 점을 확인할 수 있었다.

한편 카셰어링 대여소가 많이 설치된 지역과 이용자 수가 많은 지역이 일치하지 않았는데, 이는 카셰어링 대여소 위치가 카셰어링 이용 수요에 맞지 않게 배치되어 있을 가능성을 시사한다. 또한 2016년의 자료에서 2015년의 자료보다 차량당 평균 주행거리가 감소하는 경향을 보였는데, 카셰어링 이용이 쉽고 편리해지면서 단거리를 이동할 때에도 카셰어링을 이용하는 경우가 증가했다고 추정할 수 있다. 운행 유형(왕복/편도)을 살펴보면 왕복 이용이 압도적으로 많아 아직까지는 카셰어링 편도 이용 서비스가 정착되었다고 보기 어렵다.

카셰어링 이용 수요에 영향을 미치는 근린환경 요인을 분석한 결과 버스와 지하철의 승하차 인원, 주변 용적률, 주거 용도의 비율이 유의미한 양(+의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 버퍼 내의 버스정류장 수와 지하철역 수는 유의하지 않게 도출되는 것으로 미루어, 같은 대중교통 요인이라 하더라도 어떤 변수를 분석

에 활용하느냐에 따라 연구 결과는 다를 수 있음을 확인할 수 있다. 기존 연구에서 카셰어링 서비스 이용자들은 주로 집에서 대여소까지 도보로 접근하고, 접근하는데 10분 이내의 시간을 소요하는 경우가 많았다. 이를 고려했을 때 주거 연면적이 높을수록 카셰어링 이용이 높다고 나온 이 연구의 결과는 합리적이라고 볼 수 있다. 추가적으로 주변 용적률의 영향력을 고려하면 용적률이 높은 주거지역 근처에 있는 대여소의 카셰어링 이용 수요가 크다고 볼 수 있다.

결과를 종합해보면, 향후 카셰어링 차량 대여소를 선정할 때 대중교통 이용이 활발하고 주거용도 건물의 비율이 높은 지역을 고려하는 것이 카셰어링 이용을 활성화하는데 긍정적이라고 할 수 있다. 단순히 버스정류장이나 지하철역 수가 많은 지역, 거리가 가까운 지역보다는 대중교통 이용자 수가 실제로 많은 지역을 선정할 때 좀 더 효과적인 결과를 기대할 수 있다.

현재 카셰어링은 공유경제 정책의 일환으로 여러 지방자치단체 차원의 지원이 이루어지고 있다. 그동안 다양한 연구에서 카셰어링의 사회·경제적 효과가 검증되었고, 카셰어링 서비스 지원의 당위성이 입증되었다. 하지만 실질적으로 관련 정책을 실행하는데 참고할 수 있는 연구는 드문 실정이다. 이에 이 연구는 카셰어링 대여소의 위치를 선정하는데 도움을 줄 수 있는 구체적인 방안을 제시한 점에 의의가 있다.

## 2. 연구의 한계

이 연구는 가장 최근의 카셰어링 운행 자료를 바탕으로 카셰어링 이용 행태를 분석했다는데 의미가 있지만 몇 가지 한계가 나타났다. 먼저 카셰어링 이용에 영향을 미칠 수 있는 개인적 특성에 대한 고려가 충분하지 못했다는 점이다. 또한 분석의 대상이 인천 지역의 카셰어링 이용자로 한정되었기 때문에 국내 카셰어링 이용 패턴을 대변한다고 보기엔 어려움이 있다. 향후 전국을 대상으로 카셰어링 이용자의 자동차 소유 여부, 가구 수, 직업, 소득, 평소 이용하는 교통수단 등과 같은 개인 속성을 충분히 고려한 모형을 구축한다면 좀 더 구체적이고 효용성 있는 연구가 될 것이다.

## REFERENCES

- Celsor C. and Millard-Ball A.(2007), “Where Does Carsharing Work?: Using Geographic Information Systems to Assess Market Potential,” *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 1992, pp.61-69.
- Cervero R.(2003), “City CarShare: First-year Travel Demand Impacts,” *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 1839, pp.159-166.
- Cervero R.(2009), “TOD and Carsharing A Natural Marriage,” *ACCESS Magazine*, vol. 1, no. 35, pp.25-29.
- Choi H. and Park J.(2014), “Study on the Local Factors Affecting Availability of Carsharing in Seoul,” *Journal of the Korean Society for Railway*, vol. 17, no. 5, pp.381-389.
- Choo S. H.(2012), “Estimation of Carsharing Demand,” *Urban Affair Monthly Magazine*, vol. 47, no. 519, pp.41-45.
- Firnborn J. and Müller M.(2011), “What will be the Environmental Effects of New Free-floating Carsharing Systems? The Case of Car2go in Ulm,” *Ecological Economics*, vol. 70, no. 8, pp.1519-1528.

- Frank L. D. and Pivo G.(1994), “Impacts of mixed use and density on utilization of three modes of travel: single-occupant vehicle, transit, and walking,” *Transportation research record*, vol. 1466, pp.44-52.
- Gyeonggi Research Institute(2015), *Socio-economic Effects of Carsharing*, pp.1-25.
- Hwang K. 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.
- Incheon Development Institute(2015), *Evaluation of Incheon Car Sharing Effectiveness and Establishment of Policy Strategies*, pp.1-88.
- Kim S. H., Lee K. J. and Choi K. C.(2014), “Preferences Factors Analysis for Carsharing,” *Korean Society of Civil Engineers*, vol. 34, no. 4, pp.1241-1249.
- Kim, S. H. and Lee, K. J.(2016), “The Impact of Public Transit Accessibility on the Car-sharing Use Demand,” *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 15, no. 4, pp.1-11.
- Millard-Ball A.(2005), *Carsharing: Where and How It Succeeds*, Transportation Research Board(Washington D.C.), pp.1-264.
- Minnesota Department of Transportation(2008), *Improving Carsharing and Transit Service with ITS*, pp.1-80.
- Moon J. S., Kim S. G. and Lim K. W.(1999), “Count Data Model for The Estimation of Bus Ridership,” *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 17, no. 5, pp.123-135.
- Park J. S. and Moon J. H.(2013), “Demand Estimation and Impact Analysis of Carsharing Service,” *Journal of Transport Research*, vol. 20, no. 2, pp.59-75.
- Park J. S. and Park J. H.(2015), “Impact of the Carsharing Service on Transport Demand and Taxi Service,” *Journal of Transport Research*, vol. 22, no. 2, pp.19-34.
- Seo J. M. and Lee S. G.(2016), “A Study on the Physical Environmental Factors Influencing Pedestrian Traffic Accidents in Seoul, Korea : Focused on the 2014 TAAS Data,” *Korea Planning Association*, vol. 51, no. 3, pp.197-216.
- The Seoul Institute(2013), *In the Era of Shared Transport, What Can We Share?*, pp.1-94.
- The Seoul Institute(2015), *Seoul Carsharing Service Evaluation and its Operation Strategies*, pp.1-64.
- Yoo C. and Lee S. G.(2015), “Neighborhood Environment, Social Capital, and Social Sustainability of Community: Explanatory Study on Causal Relationships,” *Journal of Korea Planning Association*, vol. 50, no. 7, pp.5-23.