

음이항 회귀모형을 활용한 카셰어링 이용 영향 요인 분석

Analysis of Factors Affecting Carsharing Usage through a Negative Binomial Regression Model

이혜령* · 이원규** · 정현영***

Lee, Hyeryeong · Lee, Wongu · Jung, Hunyoung

Abstract

Currently, shared mobility is attracting attention as an important strategy to cope with urban traffic problems. Carsharing is the most representative model of shared mobility, and it is functionally a complement to a private cars and public transportation. Therefore, carsharing can be helpful in creating a sustainable urban transport system. The carsharing market is expanding exponentially, and this trend is expected to continue. Thus, to maximize the positive effects of carsharing, it is necessary to review the factors that influence the use of carsharing and the public role in the spreading of shared mobility. This study seeks to determine various factors that affect the demand for carsharing by examining characteristics such as demography and household, neighborhood, transportation, and station attributes through a negative binomial regression model. The results of this study show that the number of single-person households, the presence of a college/university, the number of bus lines, the presence of other stations nearby, the business period, and the number of operable vehicles are positively linked to the usage of carsharing. At the same time, population density, average age, percentages of commercial and industrial areas used, the percent of apartments among housing units, the distance to metro stations, and the presence of a metropolitan transit hub all have negative effects.

주제어 카셰어링, 공유교통, 공유 모빌리티, 모빌리티, 음이항회귀모형

Keywords Carsharing, Shared Transport, Shared Mobility, Mobility, Negative Binomial Regression

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

최근, 도시 교통문제에 대응하기 위한 중요한 전략으로써 공유 모빌리티가 대두되고 있다. 그중 공유모빌리티의 큰 부분을 차지하는 것이 바로 분 또는 시간 단위의 단기간 차량을 공유하는 모델인 카셰어링 서비스(이하 카셰어링)이다. 카셰어링은 개인용 차량에 비해 Door-to-Door 서비스의 구현이 어렵지만, 상대적

으로 저렴하며 대중교통보다 이동 편의성이 높다는 장점이 있으며 기능적으로 개인 승용 차량과 대중교통의 보완재로 역할을 할 수 있다. 또한 카셰어링은 개인 승용 차량 증가 완화, 차량 소유자의 통행거리 감소, 이동성 제고, 온실가스 감축, 주차장 부족 해소 등에 기여할 수 있어 지속가능한 도시 교통 시스템을 구축하는데 큰 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다(고준호·기현균, 2015; 김점산 외, 2015; Giesel and Nobis, 2016; 이정범, 2017; 서지민 외, 2018; Becker et al., 2018; 이인우, 2019; Ko et al., 2019; Kim et al., 2019; Shaheen et al., 2019; Liao et al.,

* Ph.D., Researcher, Busan Development Institute (First Author: momo1117@bdi.re.kr)

** Ph.D., Senior Researcher, Busan Development Institute (Corresponding Author: leewg@bdi.re.kr)

*** Professor, Department of Urban Planning & Engineering, Busan National University (huyjung@pusan.ac.kr)

2020). 따라서 교통, 사회 및 환경적 측면에서 카셰어링 이용 활성화를 도모할 필요가 있다.

우리나라에서는 카셰어링에 대한 관심과 수요가 증가함에 따라 국내 카셰어링 시장이 기하급수적으로 확대되고 있다. 전국 기준 2013년 929개소였던 카셰어링 대여소는 2018년 6,800개소로 7배 이상 증가하였으며 회원 수는 2013년 약 17만 명에서 2018년 770만 명 수준으로 크게 증가하였다(이후삼, 2019). 특히 최근에는 COVID-19 확산 이후 비대면 서비스로 제공되는 카셰어링의 수요가 더욱 증가하는 추세에 있어(박성우, 2020) 지속적인 시장 확대가 예상된다. 이러한 추세를 고려하여 공공에서는 카셰어링이 교통수요관리수단으로서 긍정적 효과를 극대화할 수 있도록 교통정책의 방향을 설정할 필요가 있다.

한편 국내 카셰어링은 주로 B2C(Business to consumer) 방식으로 제공되고 있으며 대여소에서 통행을 시작하여 차량 이용 후 다시 해당 대여소로 차량을 반납하는 형태인 'Station-based carsharing'(또는 One-way carsharing)의 형태로 운영되고 있다. 그렇기 때문에 카셰어링 대여소의 위치가 서비스 활성화에 큰 역할을 할 수 있다. 따라서 카셰어링 이용 수요에 영향을 미치는 요인들을 검토하여 효과적인 대여소 입지를 선정, 확충하는 것이 중요한 과제이다.

이에 본 연구는 카셰어링 대여 실태 자료를 활용하여 음이항 회귀분석을 통해 카셰어링 수요에 영향을 미치는 다양한 요인들을 검토하는 것을 목적으로 한다. 구체적으로, 인구·가구 특성, 근린환경 특성, 교통 특성 및 대여소 특성에 따른 카셰어링 이용수요에 미치는 영향을 분석하고 카셰어링 이용 활성화를 위한 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

2. 연구범위 및 방법

본 연구에서는 부산시 내 카셰어링 대여소 인근의 지역적 특성을 나타내는 데이터와 2019년 1월부터 2019년 6월까지 6개월 동안 부산시 내에서 운영된 카셰어링 대여 이력 데이터베이스를 기반으로 카셰어링 이용에 영향을 미치는 변수들을 검토하고자 하였다. 이때 자동차 공동이용을 통한 공유문화 확산 및 교통수요 감축을 정책 목표로 내세우고 있는 부산시를 연구범위로 설정하였으며, 연구 방법론으로는 가산자료(count data)의 특성을 반영함과 동시에 과산포 문제를 해결할 수 있는 음이항 회귀모형을 활용하였다.

II. 관련 선행연구 및 이론적 고찰

1. 선행연구 검토

본 연구를 진행하기에 앞서 카셰어링 이용 수요에 영향을 미치

는 요인에 대해 정량적으로 검토한 연구들을 살펴보았다. 이러한 연구들의 경우 카셰어링 이용에 대한 실제 운행자료를 얻는 것이 쉽지 않기 때문에 대여소 입지 특성이 카셰어링 이용에 미치는 영향을 분석한 연구들은 상대적으로 미미한 편이다.

선행연구들을 살펴보면 근린의 인구·가구 특성, 근린환경 특성, 교통특성 및 대여소 특성에 대한 변수들이 카셰어링 대여소 수요에 영향을 주는 주요 변수로 제시되고 있다(Celsor and Millard-Ball, 2007; Stillwater et al., 2009; 최현수·박준태, 2014; 고준호·기현균, 2015; 김숙희·이규진, 2016; Kang et al., 2016; 서지민·석종수, 2017; Hu et al., 2018; Abbasi et al., 2021). 선행연구에서 검토한 변수들을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

먼저 인구·가구 특성과 관련된 변수의 경우 20-30대 인구수가 많을수록 카셰어링 이용 수요가 높다(고준호·기현균, 2015; Kang et al., 2016; Hu et al., 2018; Abbasi et al., 2021). 한편, Celsor and Millard-Ball(2007)은 1인가구 비율이 카셰어링 대여소 차량수와 양의 상관관계를 가지는 것을 확인했으며 Hu et al.(2018)는 65세 이상 인구는 낮을수록, 남성의 비율은 높을수록 카셰어링 수요에 긍정적인 영향을 준다고 주장하였다. 인구수 또는 인구밀도의 경우 고준호·기현균(2015)와 Hu et al.(2018)의 연구에서는 양(+)의 영향을, Abbasi et al.(2021)의 연구에서는 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타나 논쟁의 여지가 있다.

다음으로 근린환경 특성 변수를 살펴보면 인근 대학교 유무 또는 대학교와의 거리, 평균 용적률, 용도지역 또는 용도별 건축면적, 토지이용 복합도 등이 주로 활용되고 있다(최현수·박준태, 2014; 고준호·기현균, 2015; Kang et al., 2016; 서지민·석종수, 2017; Hu et al., 2018; Abbasi, 2021). 대학교가 근처에 있고 평균용적률 및 토지이용 복합도가 높으면 카셰어링 이용 수요가 높으며(최현수·박준태, 2014; 고준호·기현균, 2015; Hu et al., 2018) 용도지역의 경우 연구별로 차이가 있다(Kang et al., 2016; 서지민·석종수, 2017; Hu et al., 2018; Abbasi, 2021). 용도별로 살펴보면 서지민·석종수(2017)와 Hu et al.(2018)은 주거 용도 면적 비율과 카셰어링 이용 수요간 긍정적인 관계가 있음을 밝혔으나 Abbasi et al.(2021)의 연구에서는 주거용도 면적이 부정적인 관계가 있는 것으로 나타났다. 또한 Abbasi et al.(2021)는 상업용도 면적은 양(+)의 영향을, 공업용도 면적은 음(-)의 영향을 주는 것을 확인하였다. 업무용도의 경우 Kang et al.(2016) 및 Hu et al.(2018)의 연구 모두 정(+)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 한편 Hu et al.(2018)는 대여소 1km 이내에 쇼핑센터가 위치할 경우 카셰어링 이용에 긍정적인 영향을 준다고 시사하였다. 더불어 Abbasi et al.(2021)은 노후주택 비율과 아파트 비율이 카셰어링 수요에 부(-)의 영향을 미칠 수 있음을 확인하였다.

교통 특성과 관련된 변수의 경우 가구당 차량 보유율, 나홀로

차량 통근자 비율은 부정적인 영향을, 교통허브에 위치한 경우나 도보통근자 수는 긍정적인 영향을 주고 있다(Celsor and Millard-Ball, 2007; Stillwater et al., 2009; Hu et al., 2018). 한편 대중교통 접근성과 카셰어링 수요의 관계에는 논쟁의 여지가 있으나, 대다수의 연구에서 대중교통 접근성이 좋으면 카셰어링 이용 빈도가 높은 것으로 나타나(최현수·박준태, 2014; 고준호·기현균, 2015; 김숙희·이규진, 2016; 서지민·석종수, 2017; Hu et al., 2018; Abbasi et al., 2021) 일반적으로는 상호보완적인 관계를 가지는 것으로 판단된다. 단, Kang et al.(2016)의 연구에서는 도시철도역 출입구 수와 수요가 부정적인 관계가 있는 것으로 나타났고, Stillwater et al.(2009)의 연구에서는 반경 400m 이내 경전철(light rail) 유무는 긍정적 관계가, 지역철도(local rail) 유무는 부정적 관계가 있음이 시사되었다.

마지막으로 대여소 특성으로는 주로 대여소 내 운영차량대수, 운영기간, 인근 카셰어링 대여소 유무 등이 유의미한 영향을 미치는 변수로 나타났는데 일반적으로 운영차량대수와 운영기간은 카셰어링 차량 대여 빈도에 긍정적인 영향을 준다(Stillwater et al., 2009; 고준호·기현균, 2015; 서지민·석종수, 2017; Hu et al., 2018; Abbasi et al., 2021). 단, 인근 카셰어링 대여소 유무와의 관계는 아직 논쟁의 여지가 있다(고준호·기현균, 2015; Kang et al., 2016; Hu et al., 2018).

선행연구 검토를 결과, 카셰어링 수요에 다양한 요인들이 영향을 미치고 있으며 그중 일부는 서비스 지역의 사회·교통 환경적 특성, 이용자 특성, 서비스 확산 정도 등에 따라 영향력의 차이가 나타나고 있음을 확인할 수 있다.

2. 선행연구와의 차별성

선행연구 검토를 바탕으로 살펴본 본 연구의 차별성은 다음과 같다. 첫째, 부산시를 대상으로 카셰어링 이용에 영향을 미치는 요인들을 파악하였다. 2012년 카셰어링 서비스가 국내에 도입된 이래로 지속적으로 공유 모빌리티 시장의 파이가 커지고 있고, 장기적으로는 자동차 산업의 핵심이 차량 공유로 전환될 것으로 전망(삼정 KPMG 경제연구원, 2019)되는 현 상황에서 부산시 카셰어링 이용 활성화를 위한 기초적 연구로 실증적 연구가 필요한 시점이다.

둘째, 기존 연구들에서 검토된 변수들과 함께 교통특성 변수인 광역교통허브를 신규 변수로 추가하였다. 최근 장거리 여행 또는 출장을 목적으로 공항, 고속철도역, 버스터미널 등 광역교통시설 거점에서 카셰어링을 이용하는 비율이 많이 증가하고 있으며 이에 카셰어링 제공 업체에서도 공급을 확대하고 있다(박소현, 2020). 이러한 점을 고려하여 인근 광역교통시설 유무가 의미 있는 변수가 될 것으로 판단, 새로운 변수로 선정하였다.

셋째, 분석자료가 음의 값을 갖지 않는 가산자료라는 특성을

감안하여 음이항 회귀모형을 활용함으로써 연구모형의 신뢰도를 높였다.

3. 음이항 회귀모형

본 연구는 종속변수로 부산시 내 카셰어링 대여소별 월평균 대여건수를 활용하였다. 대여소별 월평균 대여건수의 경우 음의 값을 갖지 않는(비음정수, non-negative integer) 가산자료로, 이 경우 흔히 적용되는 선형회귀분석을 사용하는 것은 바람직하지 않다. 가산자료의 경우 제공근 변환, 로짓 변환 등을 실시하더라도 선형성 및 이분산성 가정을 만족시키기 어렵다는 한계가 있기 때문이다. 따라서 가산자료에 적합한 분포모형을 활용하는 것이 바람직하며 대표적인 방법론으로는 포아송 분포에 근거한 포아송 회귀분석(Poisson Regression), 음이항 회귀분석(Negative Binomial Regression), 영과잉 음이항 회귀분석(Zero-inflated Negative Binomial Regression) 등이 있다.

그중 일반적인 분석방법은 포아송 회귀분석으로, 일정한 단위 시간 내 특정 사건이 발생할 확률을 기준으로 하는 이산확률분포인 포아송 분포를 근거로 한다. 포아송 모형의 확률밀도함수와 포아송 회귀모형은 다음과 같다(Washington et al., 2010).

$$P(y_i) = \frac{e^{-\lambda_i} \lambda_i^{y_i}}{y_i!} \quad (y_i = 0, 1, 2, \dots) \tag{1}$$

$$\ln(\lambda_i) = \beta X_i \tag{2}$$

포아송 회귀모형의 경우 평균과 분산이 동일하다는 포아송 분포의 기본 가정을 만족하는 경우에 적용 가능하다. 하지만 현실 자료들의 경우 평균보다 분산이 큰 과대산포(over-dispersion) 또는 과소산포(under-dispersion)인 경우가 많다(한준희·김창훈, 2015). 이런 경우 대안으로서 음이항 회귀분석이 주로 활용된다. 음이항 회귀모형은 과산포 문제를 해결할 수 있을 뿐 아니라 오차(ϵ_i)를 포함하고 있어 보다 현실에 가깝기 때문이다. 음이항 회귀모형은 포아송 분포와 감마분포의 혼합에 의해 만들어지며 음이항 모형의 확률밀도함수 및 음이항 회귀모형은 다음과 같다(Washington et al., 2010).

$$P(y_i) = \frac{\Gamma(y_i + 1/\alpha)}{\Gamma(1/\alpha)y_i!} \left(\frac{1/\alpha}{(1/\alpha) + \lambda_i} \right)^{1/\alpha} \left(\frac{\lambda_i}{(1/\alpha) + \lambda_i} \right)^{y_i} \tag{3}$$

$$\lambda_i = e^{\beta X_i + \epsilon_i} \tag{4}$$

따라서 본 연구에서는 음이항 회귀모형을 활용하여 대여소·인구학적·근린 및 교통 특성이 카셰어링 대여소별 이용도에 어떠한

영향을 미치는지 분석하고자 하였다.

III. 기초통계량 및 변수의 구성

2019년 1월부터 2019년 6월까지 부산시에서는 2개 업체가 카셰어링 서비스를 제공하였다. <Table 1>에 나타난 바와 같이 총 435개소의 대여소가 운영되었으며 동기간 내 운영이 종료된 대여소 수는 총 75개소이다. 본 연구에서는 수집된 총 510개소의 대여소 주소를 경위도 좌표로 변환한 후 데이터를 구축하였으며 주소가 명확하지 않은 19개소와 일반적인 카셰어링 서비스와 제공형태가 상이한 부름전용 및 픽업전용 대여소 2개소를 제외, 총 489개소 자료를 분석에 활용하였다.

다음으로 연구모형을 구축하기에 앞서 종속변수인 카셰어링 대여소별 월평균 대여건수 자료의 분포를 살펴보았다. <Table 2>에 나타난 바와 같이 히스토그램 및 기술통계량을 살펴본 결과 해당 자료는 비음정수이며 한쪽으로 치우쳐진 비대칭 분포(편포, skewed distribution)를 따르는 것을 확인할 수 있다. 또한 분산이 평균보다 큰 과산포 특성을 가지고 있기 때문에 본 연구에서 음이향 회귀모형을 활용하는 것이 타당하다고 판단하였다.

다음으로 본 연구에 활용한 변수들에 대해 설명하면 다음과 같다. 먼저 종속변수는 부산시 내 카셰어링 대여소별 월평균 대여

건수를 활용하였다. 독립변수의 경우 선행연구와 상관분석에서 유의한 관계가 있는 변수들을 참고하여 선정하였다. 한편 독립변수 선정 시 인근 대학 유무 및 시내버스 통과노선수를 제외한 변수들의 영향권은 대여소를 기준으로 반경 500m 내로 설정하였다. 이는 일반적인 성인의 보행속도가 4km/h임을 고려하여 도보권인 5~10분 내 통행 가능한 거리를 감안한 것이다. 구체적인 독립변수에 대한 설명은 다음과 같다.

독립변수 중 인구·가구 관련 변수로는 영향권 내 인구밀도, 평균연령, 1인가구수를 선정하였다. 해당 변수들은 SGIS에서 제공하는 집계구별 통계 자료를 활용하여 구축하였다. 단, 영향권과 집계구 경계가 일치하지 않는다는 점을 보완하기 위해 각 변수들에 대하여 영향권 내 포함되는 집계구 면적비율에 따라 비례 배분하는 방식을 통해 데이터를 보정한 추정값을 활용하였다.

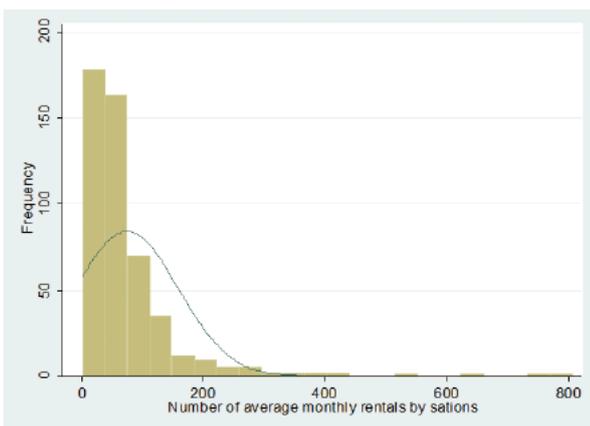
근린특성 변수로는 대학교 유무, 용도지역 및 주택 중 아파트 비율을 적용하였다. 대학교는 교육통계서비스 KESS의 주소록을 통해 자료를 구축하고 영향권 내 대학교 유무를 변수로 활용하였다. 단, 부산의 경우 대학교가 산에 위치하고 있는 경우가 많아 실질적인 카셰어링 수요 영향권이 반경 500m보다 클 수 있다는 점을 고려하여 대여소 반경 1km 내 대학교가 있는지를 분석하였다. 용도지역의 경우 대여소 영향권 내 주거, 상업, 공업, 녹지의 네 가지 용도지역별 면적을 산출하였다. 주택 중 아파트 비율 역시 SGIS의 집계구별 주택관련 통계자료를 활용하여 영향권 내 아파트 수 비율을 산정, 분석에 이용하였다.

교통 관련 변수는 대중교통 관련 변수, 광역교통허브 변수를 활용하였다. 먼저 대중교통 관련 변수는 카셰어링 대여소 접근 시 주로 도보 또는 대중교통을 이용한다는 점을 고려하여 대중교통 접근근성을 주요 변수로 선정하였으며, 해당 변수들은 250m 이내 시내버스 통과노선수 및 도시철도역과의 거리를 활용하였다. 시내버스 통과노선수의 경우 범위를 대여소 반경 250m 이내로 설정하였는데, 그 이유는 일반적으로 버스정류장 설치 간격이 300~500m라는 점, 대여소에서 가장 가까운 버스정류장에서 승·하차하여 접근이 이루어질 것이라는 점 등을 고려하였기 때문이다. 도시철도역

Table 1. Status of car-sharing pods operation in Busan (during 2019.1~2019.6)

Classify	The number of stations	
Socar	In operating (include call-only and pickup-only)	277
	End of operation (include temporary termination)	66
Greencar	In operating	158
	End of operation	9
Total		510

Table 2. Characteristics of data on the number of average monthly rentals by carsharing stations



Classify	Number of average monthly rentals by stations
Frequency	489
Mean	74.40
Std. Dev.	84.89
Skewness	4.30
Kurtosis	29.04

과의 거리는 대여소에서 가장 가까운 도시철도역사까지의 거리를 산출하여 변수로 활용하였다. 광역교통허브 변수는 항만시설을 제외하고 시외버스 정류장, 고속철도역, 공항시설의 위치를 경위도 좌표로 변환하여 구축하였으며 해당 변수를 통해 영향권 내 광역교통허브 유무에 대한 효과를 살펴보고자 하였다.

마지막으로 대여소 변수로는 대여소 중복도, 분석기간 내 대여소 유지기간 및 대여소별 운영차량수를 활용하였다. 카셰어링 대여소는 영향권 내 카셰어링 대여소의 유무를 산출하여 적용하였다. 한편 대여소 유지기간과 대여소별 운영차량수의 경우 제어변수(control variable)로 활용하였는데 대여소 유지기간이 길고 대여소별 차량수가 많을수록 단순 이용횟수 비교 시 이용건수가 많을 수 있기 때문이다.

독립변수들 간의 다중공선성은 VIF(Variance Inflation Factors) 값으로 검증하였는데 일반적으로 VIF 값이 10을 넘을 경우 다중공선성이 있다고 판단한다. 하지만 본 연구에 사용한 변수들의 경우 VIF 값이 모두 2.91 이하로 나타났기 때문에 다중공선성 문제는 없다고 볼 수 있다. 연구에 활용된 변수들에 대한 요약 및 다중공선성 분석 결과는 <Table 3>과 같다.

IV. 카셰어링 이용에 영향을 미치는 요인

선정된 변수들과 음이항 회귀모형을 활용하여 카셰어링 이용에 영향을 미치는 요인들에 대하여 분석하였으며 그 결과는 <Table 4>와 같다. 먼저 모형의 적합도를 살펴보면 다음과 같다.

Table 3. Variables and descriptive statistics

Classify	Variable	Description	Obs	Mean.	S.D.	Min.	Max.	VIF
Independent	The number of average monthly rentals ¹⁾	The number of average monthly rentals by station	489	74.40	84.89	2.00	807.67	-
	Population density ²⁾	The population density in buffers (500m)	489	184.12	71.86	4.75	350.10	2.91
Demography and household	Average age ²⁾	The average age of residents in buffers (500m)	489	42.96	4.21	19.25	50.79	1.86
	Number of 1-person household ¹⁾	The number of 1 person household in buffer (500m)	489	2,162.08	1,240.83	0	5,658	2.65
Neighborhood	Pct. of commercial ⁷⁾	The percent of commercial land in buffer (500m), in%	489	0.28	0.30	0.00	1.00	2.07
	Pct. of industrial ⁷⁾	The percent of industrial land in buffer (500m), in%	489	0.04	0.10	0.00	0.73	1.26
	Pct. of APT ³⁾	The percent of apartments among housing units in buffer (500m), in%	489	0.65	0.23	0.00	1.00	1.92
Dependent	College/University ⁶⁾	If there is a college/university in buffer (1km), 1; or else 0	0 366 1 123	-	-	-	-	1.29
	Number of bus lines ⁴⁾	The number of bus lines in buffer (250m), counting based on one-way routes	489	20.28	13.60	0	70	1.35
Transportation	Distance to metro station ⁵⁾	The distance of the closest metro station from stations, in m	489	773.74	1,568.70	0.00	9,168.83	1.76
	Metropolitan transit hub	If there is a metropolitan transit hub in buffer (500m), 1; or else 0	0 455 1 34	-	-	-	-	1.56
Station attribute	Nearby stations ¹⁾	If there are other stations in buffer (500m), 1; or else 0	0 52 1 437	-	-	-	-	1.19
	Business period ¹⁾	The aggregated operating period on data collection period, in month	489	5.48	1.31	1	6	1.02
	Number of operable vehicles ¹⁾	The average number of operable carsharing vehicles during business period	489	2.78	3.94	1.00	39.83	1.50

Data source: 1) Internal Data from SOCAR and GREENCAR, 2) Statistical Geographic Information Service Portal, 3) National Spatial Data Infrastructure Portal 4) Internal data from Busan Metropolitan City, 5) Public Data Portal Busan Metropolitan City Homepage 6) Korean Educational Statistics Service Portal, 7) Busan Development Institute Archive

Table 4. Variables and descriptive statistics

Parameter		Coef.	Std. Err	z	P> z
_cons		3.653123	0.341118	10.71	0.000****
Demography and household	Population density	-0.001417	0.000481	-2.95	0.003***
	Average age	-0.024269	0.006544	-3.71	0.000****
	Number of 1-person household	0.000141	0.000027	5.29	0.000****
Neighborhood	Pct. of commercial	-0.204671	0.097174	-2.11	0.035**
	Pct. of industrial	-0.548591	0.210814	-2.6	0.009***
	Pct. of APT	-0.235448	0.122844	-1.92	0.055*
	College/University	0.135497	0.053141	2.55	0.011**
Transportation	Number of bus lines	0.003004	0.001772	1.69	0.090*
	Distance to metro station	-0.000043	0.000017	-2.5	0.012**
	Metropolitan transit hub	-0.342365	0.094978	-3.6	0.000****
Station attribute	Nearby stations	0.184315	0.072002	2.56	0.010**
	Business period	0.182602	0.016463	11.09	0.000****
	Number of operable vehicles	0.155588	0.008784	17.71	0.000****
Alpha		0.180409	0.012521	0.157464	0.206698
Likelihood-ratio test of alpha=0		chibar2 (01)			6130.89
		Prob>=chibar2			0.000
Iteration Log	Fitting Poisson model	Log likelihood at zero			-115,467.52
		Log likelihood at convergence			-5,317.62
	Fitting constant-only model	Log likelihood at zero			-2,599.61
		Log likelihood at convergence			-2,575.08
	Fitting full model	Log likelihood at zero			-2,417.78
		Log likelihood at convergence			-2,252.17
LR chi2 (13)	645.82	Prob>chi2		0.0000	
Pseude R ²	0.1254				

Note: ****p<0.001, ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1; Values in parentheses indicate p-values

로그우도(Log Likelihood)값은 포아송 모형을 적용하는 것으로 시작하여 절편만 있는 모형, 최종적으로 음이향 모형을 적용하는 것을 볼 수 있다. 분석 결과 음이향 모형에서 로그우도값이 가장 크므로 더욱 적합한 모형으로 판단된다. 또한 음이향 모형 적용의 적합도를 판단하기 위한 alpha가 0인 우도비 검정(Likelihood-ratio test of alpha=0) 결과를 보면 카이제곱 값이 6,130.89, p-value가 0.0000으로 alpha가 0이라는, 즉 포아송 모형이 적합하다는 귀무가설을 기각, 음이향 모형이 포아송 모형보다 더 적절하다는 것을 확인할 수 있다. 또한 모형 전체에 대한 테스트인 LR chi2 검정값은 645.82, p-value는 0.000으로 모든 회귀계수가 0이라는 귀무가설을 기각, 본 모형이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

분석 결과 이 연구에서 선정한 모든 변수들이 유의한 것으로 나타났다으며 1인가구수, 대학 유무, 통과 버스노선 수, 타 대여소 유무, 운영 기간 및 운영차량수는 양(+의) 영향을, 인구밀도, 평균

연령, 상업용도면적 비율, 공업용도 면적 비율, 아파트 비율, 도시철도역과의 거리, 광역교통허브 유무는 음(-)의 영향을 주고 있는 것으로 나타났다. 각 변수들에 대해 구체적으로 서술하면 다음과 같다.

먼저 인구·가구 특성을 보면 인구밀도가 낮은 지역일수록 카셰어링 대여건수가 많은 것으로 나타났다. 이는 Abbasi et al.(2021)의 연구와 같은 결과로, 단순히 인구수가 많다고 해서 카셰어링 이용 수요가 높다고 할 수 없음을 시사한다. 한편 인구밀도가 높은 경우 아파트가 많이 입지한 지역일 가능성이 높다는 점과 관련이 있을 수 있다. 평균연령은 낮을수록 카셰어링이 활발한 것으로 나타났는데 이는 연령대가 낮으면 개인 차량 구입의 부담이 클 수 있다는 점, 카셰어링 예약을 위해서는 스마트폰을 활용해야 한다는 점, 공유경제에 익숙하다는 점 등이 영향을 미친 것으로 사료된다. 이러한 경향은 김숙희·이규진(2016)의 연구에서도 확인된 바 있다. 한편 1인가구가 많이 거주하는 경우 카셰

어링 이용량이 많은 것으로 나타났다. 1인가구의 경우 개인 차량을 보유, 유지하는 데 많은 비용이 지출되기 때문에 이러한 결과가 도출된 것으로 보인다.

근린환경 특성을 살펴보면, 용도지역이 상업지역과 공업지역 면적 비율이 낮을수록 카셰어링 이용 수요가 높은 경향이 있는 것으로 나타났는데, 이는 편도 카셰어링 특성상 동일지역에서 대여, 반납이 이루어져야하기 때문에 일반적인 통행 출발지인 주거지역이 아닌 경우 수요가 낮은 것으로 판단된다. 그리고 아파트 비율이 낮을수록 카셰어링 이용이 활발한 것으로 나타났는데, 이는 Abbasi et al.(2021)가 확인한 바와 같다. 카셰어링은 개인 승용 차량의 대안으로, 거주지에서 주차공간 확보가 어려운 경우 개인 승용 차량을 보유·유지하기에 어려움이 있어 카셰어링을 이용할 확률이 높아질 수 있다. 실제로 이원규 외(2019)의 연구에서는 현재 거주하는 지역의 주차여건이 불편하다고 생각할수록 카셰어링 이용 의사가 높은 경향이 있는 것으로 나타났다. 이와 더불어 선행연구에 따르면 아파트 거주자에 비해 연립주택, 단독주택, 오피스텔 등에 거주하는 경우 카셰어링을 선호하는 것으로 나타나기도 했다(박준식·문지혜, 2012; 김숙희 외, 2014). 따라서 주거지 주차장 수급 불균형이 심각한 부산의 경우 아파트에 거주하는 경우 상대적으로 주차공간의 확보가 쉽다는 점을 고려할 때, 아파트 비율이 높으면 카셰어링 이용 수요가 낮은 것은 타당해 보인다. 또한 1km 이내에 대학교가 있는 경우 이용 빈도가 높았는데 대학교 인근지역은 대학생 등 젊은 연령층의 통행량이 많을 가능성이 높기 때문으로 사료된다.

교통 특성 중 대중교통 접근성 요인을 살펴보면 반경 250m 이내 통과하는 버스노선수가 많을수록, 도시철도역과의 거리가 짧을수록 카셰어링 이용 빈도가 높은 것으로 분석되었다. 이는 카셰어링 이용자들의 경우 도보 또는 대중교통을 통해 대여소로 접근하기 때문에 대중교통 접근성이 중요한 요인인 것으로 보인다. 따라서 카셰어링 이용률을 제고하기 위해서는 대중교통 접근성과 교통수단간 연계 강화할 필요가 있을 것으로 판단된다. 한편 광역교통허브 유무의 경우 카셰어링 이용과 부정적인 관계가 있는 것으로 나타나 일반적인 기대와 차이가 있다. 이는 부산시 광역교통허브와 대중교통체계가 잘 연계되어 있다는 점이 영향을 미치고 있는 것으로 보인다. 대중교통을 통해 목적지까지 이동하는 것이 불편하지 않고, 광역교통허브는 주로 장거리 여행, 출장을 목적으로 이용되는데 카셰어링의 경우 대여시간 단위로 요금이 발생하며 대여 후 동일대여소에 반납해야 하기 때문에 카셰어링 이용 시 상대적으로 비용적 부담이 커지기 때문이다. 또한 광역교통허브 인근 대여소에서 차량이 과잉공급되고 있는 것은 아닌지 검토해볼 필요가 있음이 시사된다.

대여소 특성의 경우 인근에 대여소가 존재하면 카셰어링 이용이 많은 것으로 나타났다. 카셰어링 대여소는 일반적으로 공영주차장이나 개인이 제공하는 주차공간을 활용하기 때문에 동일한

대여소에 여러 대의 차량이 제공되는 것이 쉽지 않다. 따라서 인근 지역에 대여소가 중복되어 존재하는 경우 카셰어링 이용 수요가 많은 지역일 수 있다. 운영차량수와 운영기간은 차량수가 많을수록, 운영기간이 길수록 카셰어링 이용이 활발한 것으로 나타났다.

V. 결론 및 정책적 시사점

본 연구는 부산시 카셰어링 대여 실태 자료를 활용하여 음이항 회귀분석을 통해 카셰어링 수요에 영향을 미치는 다양한 요인들을 검토하고 정책적 시사점을 제시하고자 하였다. 연구 결과 카셰어링 이용에 1인가구수, 대학 유무, 통과 버스노선 수, 타 대여소 유무, 운영 기간 및 운영차량수는 양(+)의 영향을, 인구밀도, 평균연령, 상업용도면적 비율, 공업용도 면적 비율, 아파트 비율, 도시철도역과의 거리, 광역교통허브 유무는 음(-)의 영향을 주고 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 토대로 주요 시사점을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 인구밀도가 높은 지역, 아파트 비율이 높은 지역은 카셰어링 수요가 낮은 것으로 나타났으므로 단순히 거주인구가 많은 지역이 카셰어링 수요가 높은 것이 아니며 지역의 주차 수급 수준이 카셰어링 이용 수요에 영향을 주는 것으로 보인다. 따라서 향후 단독주택, 연립주택 등 상대적으로 주차가 불편한 지역에 우선적으로 대여소를 확보할 수 있도록 지원할 필요가 있다. 예를 들어 주차가 불편한 지역 내 카셰어링 대여소를 설치하고자 하는 경우 공공부지 등을 활용하여 주차면을 확보해주는 정책을 고려할 수 있다.

둘째, 현재는 낮은 연령대가 카셰어링을 선호하고 있지만, 지속가능한 교통 환경을 구축하기 위해서는 전 연령층이 부담 없이 카셰어링을 이용할 수 있는 환경을 조성해야 한다. 따라서 공유교통에 대한 심리적 장벽을 완화하고 정보 격차를 해소할 수 있도록 시민을 대상으로 카셰어링 홍보, 설명회 개최 등을 통해 카셰어링 이용 접근성 향상 및 공유문화의 확산을 위한 노력을 기울여야 할 것이다. 또한 연령대가 낮을수록, 1인가구수가 많이 거주할수록 카셰어링 이용이 활발한 것으로 나타났으므로 젊은 연령층 및 1인가구의 신규 개인 승용 차량 구매 수요를 감소시키면서 카셰어링의 지속적 이용을 유도할 수 있는 정책 방안을 마련해 나가야 한다.

셋째, 광역교통허브 인근 대여소에서 카셰어링 이용이 활발하지 않다는 점으로 미루어 보아 카셰어링 운영 특성에 따른 비용 부담 등의 이유로 카셰어링이 대중교통의 대체재로는 고려되지 않는 것으로 추측된다. 따라서 카셰어링과 대중교통이 상호보완적으로 작용할 수 있는 교통체계를 구축해 나가야 한다. 또한 광역교통허브 인근 대여소의 차량 회전률을 검토하여 운영 효율을 높여야 할 것이다.

넷째, 반경 500m 이내 상업·공업지역 면적 비율이 낮을수록 카셰어링 이용이 많았으므로 주거지를 중심으로 카셰어링 대여소를 확보하여 주민들이 대여소에 쉽게 접근할 수 있도록 접근성을 강화해 나갈 필요가 있다. 이와 관련하여 주거지 내 카셰어링 주차면 제공자에게 인센티브를 부여할 필요가 있다. 이와 더불어 서울시 아파트 공유카, 동네 공유카와 같이 주거형 카셰어링 이용자에게는 할인 혜택을 부여한다면 이용률을 제고할 수 있을 것이다.

다섯째, 대중교통 접근성이 좋은 경우 카셰어링 이용률이 높았으므로 대중교통과의 수단 간 연계를 강화하여 이용 활성화를 도모하여야 한다. 특히, 카셰어링은 대중교통 이용자 등 기존 승용차량 수요가 없던 집단으로부터 신규 수요를 발생시킬 수 있다는 점을 염두에 두고 카셰어링이 대중교통의 보완재, 승용차량의 대체재로 인식될 수 있도록 하는 정책적 노력이 필요하다. 일례로 대중교통 연계형 인센티브 지급, 카셰어링 차량 우선 주차구역 확보 등이 고려될 수 있다.

논외로, 카셰어링 이용 활성화를 위해서는 대여소 확충, 서비스 이용자 확대뿐 아니라 안정적인 지속적 카셰어링 대여소 및 차량 운영이 수반되어야 한다. 이를 위해 부산시 조례 개정을 통해 카셰어링 기업에게 공영주차장 주차요금을 감면해주거나 카셰어링 주차면 설치 기업에게 교통유발부담금을 경감해주는 등의 정책 지원을 해주는 방안이 고려될 수 있다.

한편 본 연구에서 카셰어링 이용자들의 주요 통행 목적, 소득과 같은 구체적인 개인 속성들을 반영하지 못하는 점, 집계구 단위 데이터 활용에 따라 보정을 통한 인구, 가구, 주택 특성을 활용하였다는 점에서 한계가 있다. 따라서 향후 연구에서는 보다 많은 미시적 요인들이 포함된 분석이 진행될 필요가 있다. 하지만 본 연구는 실증적 분석을 통해 카셰어링 이용에 미치는 다양한 영향 요인들을 파악하고 향후 카셰어링 활성화를 위한 정책적 시사점을 제시하였다는 데 큰 의의가 있다.

인용문헌
References

1. 고준호·기현균, 2015. “공유도시 상징사업 나눔카 효과평가와 서비스의 운영방향”, 서울: 서울연구원.
Ko, J.H. and Ki, H.G., 2015. *Seoul Car-sharing Service Evaluation and Its Operation Strategies*, Seoul: The Seoul Institute.
2. 김숙희·이규진, 2016. “대중교통 접근성이 카셰어링 이용수요에 미치는 영향”, 「한국ITS학회 논문지」, 15(4): 1-11.
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 Transportation Systems*, 15(4): 1-11.
3. 김숙희·이규진·최기주, 2014. “카셰어링의 선호 요인 분석 연

- 구”, 「대한토목학회논문집」, 34(4): 1241-1249.
Kim, S.H., Lee, K.J., and Choi, K.C., 2014. “Preferences Factors Analysis for Car-sharing”, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 34(4): 1241-1249.
4. 김점산·박경철·고진, 2015. “카셰어링의 사회경제적 효과”, 「이슈&진단」, 183, 수원: 경기연구원.
Kim, J.S., Park, K.C., and Ko, J., 2015. “Socioeconomic Effects of Car-sharing”, *Issue & Analysis*, 183, Suwon: Gyeonggi Research Institute.
5. 박준식·문지혜, 2012. “카셰어링 수요분석 및 지역별 사업타당성 분석방법 연구”, 고양: 한국교통연구원.
Park, J.S. and Moon, J.H., 2012. *Estimation of the Demand for Car-Sharing Service*, Goyang: The Korea Transport Institute.
6. 삼정 KPMG 경제연구원, 2019. “TaaS 투자로 본 모빌리티 비즈니스의 미래”, 「Issue Monitor」, (113).
Samjong KMPG, 2019. “The Future of Mobility Business through TaaS Investment”, *Issue Monitor*, (113).
7. 서지민·석종수, 2017. “근린환경 요인을 고려한 카셰어링 대여소 배치 방안 연구”, 「한국 ITS학회 논문지」, 16(5): 49-59.
Seo, J.M. and Sheok, C.S., 2017. “A Study on Optimizing Depot Location in Carsharing Considering the Neighborhood Environmental Factors”, *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, 16(5): 49-59.
8. 서지민·석종수·이수기, 2018. “공유경제 관점에서 카셰어링이 교통수단 이용에 미치는 영향 분석: 인천시 2017년 카셰어링 설문조사를 중심으로”, 「국토계획」, 53(2): 107-121.
Seo, J.M., Sheok, C.S., and Lee, S.G., 2018. “Analysis of the Effect of Carsharing on Transportation Usage from the Perspective of Sharing Economy: Focused on 2017 Incheon City Carsharing Survey”, *Journal of Korea Planning Association*, 53(2): 107-121.
9. 이원규·이은진·이상국·이혜령, 2019. “부산시 공유교통 활성화 방안”, 부산: 부산연구원.
Lee, W.K., Lee, E.J., Lee, S.K., and Lee, H.R., 2019. *Shared Transportation Activation Plan in Busan*, Busan: Busan Development Institute.
10. 이정범·양아람, 2017. “대전시 카셰어링 도입 및 활성화 방안”, 대전: 대전세종연구원.
Lee, J.B. and Yang A.R., 2017. “Introduction to carsharing in Daejeon City”, Daejeon: Daejeon Sejong Research Institute.
11. 최현수·박준태, 2014. “서울시의 카셰어링 이용도에 대한 지역적 요인특성분석”, 「한국철도학회논문집」, 17(5): 381-389.
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*, 17(5): 381-389.
12. 한준희·김창훈, 2015. “영과잉 공간자료의 분석”, 「응용통계연구」, 28(2): 231-239.
Han, J.H. and Kim, C.H., 2015. “Zero In ated Poisson Model for Spatial Data”, *The Korean Journal of Applied Statistics*, 28(2): 231-239.
13. Abbasi, S., Ko, J., and Kim, J., 2021. “Carsharing Station Location and Demand: Identification of Associated Factors through Heckman Selection Models”, *Journal of Cleaner Pro-*

- duction, 279, 123846.
14. Becker, H., Ciari, F., and Axhausen, K.W., 2018. "Measuring the Car Ownership Impact of Free-floating Car-sharing—A Case Study in Basel, Switzerland", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 65: 51-62.
 15. Celsor, C. and Millard-Ball, A., 2007. "Where Does Carsharing Work?: Using Geographic Information Systems to Assess Market Potential", *Transportation Research Record*, 1992(1): 61-69.
 16. Giesel, F. and Nobis, C., 2016. "The Impact of Carsharing on Car Ownership in German Cities", *Transport Research Procedia*, 19: 215-224.
 17. Hu, S., Chen, P., Lin, H., Xie, C., and Chen, X., 2018. "Promoting Carsharing Attractiveness and Efficiency: An Exploratory Analysis", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 65: 229-243.
 18. Kang, J., Hwang, K., and Park, S., 2016. "Finding Factors That Influence Carsharing Usage: Case Study in Seoul", *Sustainability*, 8(8): 709.
 19. Kim, D., Park, Y., and Ko, J., 2019. "Factors Underlying Vehicle Ownership Reduction among Carsharing Users: A Repeated Cross-sectional Analysis", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 76: 123-137.
 20. Ko, J., Ki, H., and Lee, S., 2019. "Factors Affecting Carsharing Program Participants' Car Ownership Changes", *Transportation Letters*, 11(4): 208-218.
 21. Liao, F., Molin, E., Timmermans, H., and Van Wee, B., 2020. "Carsharing: the Impact of System Characteristics on Its Potential to Replace Private Car Trips and Reduce Car Ownership", *Transportation*, 47: 935-970.
 22. Shaheen, S.A., Cohen, A.P., and Farrar, E., 2019. "Carsharing's Impact and Future", *Advances in Transport Policy and Planning*, 4: 87-120.
 23. Stillwater, T., Mokhtarian, P.L., and Shaheen, S.A., 2009. "Carsharing and the Built Environment: Geographic Information System-Based Study of One U.S. Operator", *Transportation Research Record*, 2110(1): 27-34.
 24. Washington, S.P., Karlaftis, M.G., and Mannering F.L., 2010. *Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis*, 2nd Edition, USA.: CRC Press, Taylor&Francis Group.
 25. 박성우, 2020.3.25. "코로나가 바꾼 출퇴근길...카셰어링·킵보드 평일 이용 늘었다", 중앙일보, <https://news.joins.com/article/23738968>.
Park, S.W., 2020, March 25. "Changed Commuters' Travel Behavior by COVID-19...Increased Use of Carsharing and Kickboard on Weekdays", Korea JoongAng Daily. <https://news.joins.com/article/23738968>.
 26. 박소현, 2020.9.9. "600만 명이 1만 2000대로...이런 나눗셈이 가능했다. 마이카시대 끝낸 쏘카 [세상의 모든 것을 공유한다]", 파이낸셜뉴스, <https://www.fnnews.com/news/202009091644513566>.
Park, S.H., 2020, September 9. "6 Million People in 12,000 Cars... This Distribution Was Possible. So-car That Ended the My-car Era 'Share Everything in the World'", The Financial News. <https://www.fnnews.com/news/202009091644513566>.
 27. 이인우, 2019.11.7. "'편리하고 비용도 합리적' 2030 중심 나눔카 문화 확산", 서울&, http://www.seouland.com/arti/society/society_general/5885.html.
Lee, I.W., 2019, November 7. "'Convenient and Affordable' Nanumcar Culture Spread to People in 20s and 30s", Seoul&. http://www.seouland.com/arti/society/society_general/5885.html.
 28. 이후삼, 2019. "카셰어링 사고, 3년 만에 4,631건에서 19,320건으로 4배 이상 증가", 서울, <https://blog.naver.com/293story/221662869478>.
Lee, H.S., 2019. "Car-sharing Accidents, 4,631 Cases Increased by More Than 4 Times in 3 Years to 19,320 Cases", Seoul. <https://blog.naver.com/293story/221662869478>.

Date Received	2021-02-02
Date Reviewed	2021-03-22
Date Accepted	2021-03-22
Date Revised	2021-04-20
Final Received	2021-04-26