

# 장소별 완속충전기 적정 보급 비율에 관한 연구 : 전기차 이용자의 통행 및 충전행태에 따른 이질성을 중심으로

## Exploring a Balanced Share of Slow Charging Options by Places Based on Heterogeneous Travel and Charging Behavior of Electric Vehicle Users

이 재 현\* · 윤 서 연\*\* · 김 현 미\*\*\*

\* 주저자 : 경북대학교 지리학과 조교수

\*\* 공저자 : 국토연구원 국토인프라연구본부 연구위원

\*\*\* 교신저자 : 한국항공대학교 항공교통물류학부 조교수

Jae Hyun Lee\* · Seo Youn Yoon\*\* · Hyeonmi Kim\*\*\*

\* Dept. of Geography., Kyungpook National University

\*\* Division of National Infrastructure Research, Korea Research Institute for Human Settlements

\*\*\* School of Air Transportation and Logistics, Korea Aerospace University

† Corresponding author : Hyeonmi Kim, hmkim@kau.ac.kr

Vol. 21 No.6(2022)  
December, 2022  
pp.21~35

pISSN 1738-0774  
eISSN 2384-1729  
<https://doi.org/10.12815/kits.2022.21.6.21>

Received 5 October 2022  
Revised 14 October 2022  
Accepted 11 December 2022

© 2022. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

### 요 약

최근 정부의 적극적인 지원정책과 함께 전기차 이용자들이 급증하고 있으며, 이로 인해 이용자 중심의 충전인프라 구축에도 많은 관심을 쏟아지고 있다. 다양한 정책의 수립과 함께 건물 특성에 기반한 총량적인 전기차 충전기 보급대수 기준은 마련되고 있으나, 장소별 특성에 기반한 완속과 급속충전기 적정 보급 비율에 대한 연구는 제한적이다. 이에 본 연구에서는 전기차 이용자들을 대상으로 진행한 설문조사를 통해 수집한 장소 유형별 공용 완속충전기 보급 비율 자료를 바탕으로 적정 보급비율을 도출하고, 개인별로 충전 환경 요구가 어떻게 차별적으로 유형화되고 이들이 어떠한 특성과 연관되는지 분석하였다. 분석 결과, 10% 이하의 완속충전기가 필요한 유형, 40-60% 수준의 완속충전기가 필요하여 완속과 급속충전기의 균등 분배가 필요한 유형, 완속이 80% 이상 필요한 유형 등 총 세 가지 장소 유형을 도출할 수 있었다. 또한 잠재계층 군집분석을 통해 개인별로 서로 다른 장소유형별 완속충전기 필요 수준을 분류한 결과 5개 군집으로 유형화할 수 있었으며, 이들은 사회경제적 변수, 차량의 특성, 통행 및 충전행태와 연관된 것으로 나타났다. 특히, 충전행태와 주말 통행행태 그리고 성별, 소득과의 연관성이 높은 것으로 나타났다. 본 연구의 분석결과는 향후 충전인프라 정책 수립 및 전기차 시장의 변화에 따른 충전인프라 보급 기준 마련에 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

핵심어 : 전기차, 충전인프라, 완속/급속충전기 비율, 잠재계층분석

### ABSTRACT

With the support of local and central governments, various incentive policies for “green” cars have been established, and the number of electric vehicle users has been rapidly increasing in recent years. As a result, much attention is being given to establishing a user-centered charging infrastructure. A standard for the number of electric vehicle chargers to be supplied is being prepared based on building characteristics, but there is quite limited research on the appropriate ratio of slow and fast chargers based on the characteristics of each place. Therefore, this study derived an appropriate

penetration ratio based on data about the distribution ratio of common slow chargers. These data were collected using a survey of actual electric vehicle users. Next, an analysis was done on how to categorize the needs of charging environments and to determine what criteria or characteristics to use for categorization. Based on the results of the survey analysis, three types of places were derived. Type-1 places require 10% of chargers to be slow chargers, Type-2 places require 40-60% of chargers to be slow chargers (i.e., around equal distribution of slow and fast chargers), and Type-3 places require more than 80% of chargers to be slow chargers. The required levels of slow chargers were classified by place type and by individual using latent class cluster analysis, which made it possible to categorize them into five clusters related to socioeconomic variables, vehicle characteristics, traffic, and charging behaviors. It was found that there was a high correlation between charging behavior, weekend travel behavior, gender, and income. The results and insights from this study could be used to establish charging infrastructure policies in the future and to prepare standards for supplying charging infrastructure according to changes in the electric vehicle market.

Key words : Electric vehicle, Charging infrastructure, Slow/Fast chargers ratio, Latent class analysis

## I. 서 론

전기차시대로의 전환에 가장 핵심적인 역할은 어디서나 이용가능한 충전인프라를 구축하는 데 있다. 전기차 정책이 본격적으로 시작된 2010년부터 2021년 말까지 국내에는 2만여기 공공 급속충전기와 8만여기의 완속충전기를 구축하는 등 전기차 2대 당 충전기 1.4대가 보급되는 성과를 달성하였다. 이는 국제적으로 통용되는 기준인 전기차 5대 당 충전기 1대를 상회하는 것으로, 다수의 선행연구에서 밝혀진 전기차 보급 활성화의 전제조건 중 하나인 선제적 충전인프라 보급을 충실히 이행한 결과라 볼 수 있다. 이러한 노력은 국내 지속적인 전기차 보급 활성화에 긍정적인 영향을 미쳤고, 그 결과 우리나라는 2022년 7월 기준 31만 대 이상의 전기차 보급을 달성하였다 (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2022).

하지만 빠른 충전인프라 보급의 이면에는 공급자 위주의 입지선정이 양산한 이용률 양극화와 효율성 문제가 존재하고 있다. 특히, 공원 등의 공공시설, 백화점, 쇼핑몰 등 주요 활동장소에 설치된 공용충전기의 경우, 이용 횟수가 매우 낮은 충전기와 수요가 높아 혼잡을 겪는 충전기가 같이 존재한다(Lee et al., 2020a). 이에 따라 최근 이용자 중심의 충전인프라 보급 필요성에 대한 논의가 활발해지고 있으며, 실제 전기차 이용자들의 통행 및 충전행태 특성을 고려한 충전인프라 정책 수립이 필수적이다(EU-Interreg Europe, 2020; Kang and Jeon, 2020; Lee et al., 2020a).

최근 국토교통부는 생활거점형 충전인프라와 이동거점형 충전인프라를 구분짓고 각각의 특성에 맞는 충전인프라를 보급하기 위해 노력하고 있다 (Ministry of Environment, 2021). 이 계획에는 아파트, 다중이용시설, 공용주차장 등의 장소에 대해 총 주차면 수 대비 보급기준이 수립되어 있으며, 충전기 보급 용이성을 고려하여 신축건물과 기축건물에 대한 기준을 각각 다르게 마련해놓고 있다. 그러나 충전속도에 따른 충전기 특성에 대한 기준은 포함되어있지 않으며, 특히 실제 전기차 이용자가 선호하고 필요로 하는 충전기에 대한 논의는 제한적인 실정이다. 일반적으로 전기차 이용자들은 급속충전기를 선호하지만, 완속충전기는 충전 비용저렴하고, 급속충전만 사용할 경우 배터리 수명 단축에 대한 우려가 존재하기 때문에 완속충전기에 대한 수요도 높다. 또한 전기공급 계약용량 등의 문제로 인한 기축 건물 내 설치 효율성으로 공급자 차원에서 완속충전에 대한 선호도 존재한다(Lee et al., 2020a).

이에 본 연구의 목적은 실제 전기차 이용자들이 필요로 하는 충전인프라가 장소의 특성에 따라 어떻게 차이를 나누는지 확인하고, 공용충전인프라가 설치되는 주요 장소유형에 따라 완속충전기와 급속충전기의 적정

비율 등 충전인프라 구축기준을 마련하는데 있다. 다중이용시설에 주로 설치되는 충전기 특성에 대한 요구 수준은 다양하며, 이는 개인의 활동과 통행 그리고 충전 특성에 따라 차이가 있을 수밖에 없다. 따라서 본 연구에서는 전기차 이용자별로 서로 다른 적정 충전인프라 비율을 유형화하고, 개인의 사회경제적 특성 뿐만 아니라 통행과 충전 행태에 따라 어떠한 상호관계를 가지는지 밝히고자 한다.

## II. 선행연구

전기차 구매행태에 관한 선행 연구를 살펴보면, Hackbarth and Madlener(2013)에서는 친환경차 구매자의 나이, 교육수준, 거주지 내 충전인프라 설치 가능 여부, 도심통행빈도 등이 친환경차의 주요 구매요인으로 검토되었으며, Kim et al.(2014)에서는 구매자의 성별, 가구 내 미취학아동의 유무, 교육 수준, 차량가격, 전기요금, 주행가능거리, 최고주행속도, 충전인프라 수준 등이 주요 구매요인으로 검토되었다. Rudolph(2016)에서는 차량가격, 휘발유가격 인상, 구매보조금 지원 등 전기차 지원 정책, 충전인프라 수준이 주요 구매요인으로 검토되었으며, Junquera et al.(2016)에서는 총 보유비용에 대한 인식 수준, 연령대, 주행가능거리, 충전시간 등이 주요 구매요인으로 검토되었다. Hahn and Lee(2018)에서는 전기차 구매가격, 공용 충전인프라 구축 수준, 1회 충전 주행가능거리 등이 주요 구매요인으로 검토되었다. 경·소형차 보유자는 차량 구매가격이, 중·대형차 보유자는 공용 충전인프라 구축 수준이 구매행태에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 단독주택 거주자는 전기차 선택 시 차량 구매가격에 가장 민감한 반면, 공동주택 거주자는 공용 충전인프라 구축 수준을 가장 많이 고려하는 것으로 나타났다. Kim et al.(2015)은 서울 전기차 공유프로그램 참가자를 대상으로 만족도를 묻는 웹 기반 설문조사를 진행하여 차량 소유와 공유 차량 이용 태도에 영향을 미치는 요인을 탐색하였다. 1,772명 전기차 공유프로그램 회원의 533개 응답을 바탕으로 자동차를 처분할 의향, 전기차를 구매할 의향, 계속해서 전기차 공유프로그램을 이용할 의향에 대한 순서형 프로빗 모델을 개발하였다. 모형 추정 결과, 참가자의 사회경제적 관점이 참가자의 태도에 영향을 미치는 가장 중요한 요소로 나타났으며, 성별, 나이, 소득과 같은 개인의 특성에 따라라도 태도가 달랐다.

전기차 충전소 입지 선정과 관련하여 선행연구를 살펴보면, Lee(2013)는 통행자의 경로와 전기차의 배터리잔량을 고려한 충전소 입지 모형을 제시하였으며, 통행 경로는 이용자 평형상태를 이루도록 통행경로를 배정하고 확률적으로 배터리 연료잔량을 가정하여 다양한 조건에 따른 최적입지를 정하였다. Lee and Jang(2016)은 전기차 등록 주소지와 충전소 전력사용량 간의 상관관계를 분석하여 전기차 충전소의 영향권을 분석하였으며, Oh and Kim(2009)은 Set Covering 기법과 Minisum 기법을 적용하여, 충전소의 이용수요와 충전소까지의 거리 등 전기자동차 통행패턴을 고려하여 최적의 입지를 도출하였다. Ko et al.(2017)은 디지털 타코그래프가 장착된 택시에서 1주일 동안 수집된 데이터를 바탕으로 실제 택시 이동 패턴을 고려하여 적절한 전기 택시의 충전소를 추정하고자 하였다. 충전소 위치를 결정하기 위해 최대 세트 커버링 모델을 적용하였으며, 분석 결과 미리 지정된 서비스 거리와 서비스 커버리지 비율(총 수요 대비 비율)이 충전소의 수와 위치를 결정하는 중요한 요소임을 확인하였다.

전기차 충전 행태 관련하여 선행연구를 살펴보면, Byun et al.(2013)은 로짓모형을 이용한 전기차 충전시설 선택모형을 제시하였다. 설문조사를 통해 주거지와 상업시설에서의 충전시간과 충전비용에 따른 충전기 선택 행태를 분석하였으며, 아파트보다 백화점에서 급속충전기를 이용한다는 응답자 비율이 높게 나타났다. Park et al.(2017)은 전기자동차 충전소가 있는 제주도 읍면동별 급속충전기와 완속충전기의 이용특성과 시설 유형에 따라 시간대별 이용특성을 분석하였다. 급속충전기와 완속충전기 모두 업무시설과 공영주차장에 설

치된 충전기 이용률이 높았으며, 급속충전기는 오후시간 전반에 걸쳐 이용률이 높은 반면, 완속충전기는 오전시간에 집중되어 이용률이 높았다. Lee et al.(2020b)은 캘리포니아 전기차 소유자를 대상으로 설문조사를 실시하여, 전기차 이용자의 충전 위치 및 사용 충전기에 대한 충전 행태를 분석하고, 전기차 이용자의 사회 인구 통계학적(성별 및 연령), 차량 특성, 통근 행동 및 직장 충전 가용성 등을 바탕으로 연관성을 분석하였다. 일반적으로 전기차 이용자는 접근성과 충전시간의 유연성이 높은 가정에서 야간에 충전을 가장 많이 하며(Axsen et al., 2011; Schäuble et al., 2017), 15~20%는 직장에서, 약 5%는 쇼핑몰이나 주차장 등 공공장소, 여행 경로 중 충전하는 것으로 나타났다. 전기차 이용자들은 주로 주간시간대에는 단시간 충전을 위해 급속충전기를 이용하고, 심야시간대에는 장시간 충전을 위해 개인 주택에 설치된 완속충전기를 이용하는 것으로 나타났다(Ministry of Environment, 2014).

전기차의 운행가능거리 한계로 인해 급속충전기의 수요 분석 및 공급 계획이 요구되며, 충전 수요, 충전설비 설치 용이성, 이용자 편의성 등을 고려한 충전소의 최적입지를 선정하여, 충전소별 이용자의 통행행태 및 수요에 따라 충전기의 수, 형태(완속충전기, 급속충전기) 등이 결정될 필요가 있다. 하지만 기존 연구에서는 주로 현재 구축된 인프라가 반영된 충전행태에 관심이 있으며, 장소별 특징에 기반한 충전기 속도, 특징에는 충분한 관심을 기울이지 않고 있다. 또한 현재 구축된 환경에 종속된 전기차 충전소 행태는 전기차 이용자들이 실제 필요로 하는 충전인프라의 특성을 반영하는 데는 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 실제 전기차 이용자들에게 장소 유형별로 어느 정도의 완속충전기 비율이 적정한가를 직접적으로 물어보고 이를 바탕으로 분석을 진행하였다. 또한 이러한 충전인프라에 대한 요구가 개인의 사회경제적 특성, 차량의 특성, 통행과 충전행태 등에 따라 어떻게 차별적으로 나타나는지 분석함으로써 향후 전기차 시장의 주 이용자 구성에 따른 적절한 충전인프라 대안을 간접적으로 확인할 수 있다는 점에서 의의가 있다.

### III. 연구방법

#### 1. 데이터

본 연구에서는 실제 전기차 이용자들을 대상으로 실시한 설문조사 및 충전, 활동, 통행일지 자료를 분석에 활용하였다<sup>1)</sup>. 설문조사는 2020년 9~10월 두 차례에 걸쳐 실시되었으며, 차종별 보급 비율을 고려한 층화표본추출법을 사용하였다. 응답자들은 온라인 설문조사 시스템을 통해 사회경제적 특성, 전기차 보유현황, 전기차 충전 불편사항, 전기차 충전인프라 개선방향 등에 대해 설문 1일차에 응답하였으며, 통행과 충전 일지는 총 7일에 걸쳐 매일 응답하였다(Lee et al., 2020a). 총 117명이 1일차 설문조사와 통행·충전 일지 조사에 모두 응답하였으며, 이들의 사회경제적 특성은 <Table 1>과 같다.

장소별 충전인프라 특성에 대해서는 장소별 전기차 완속충전기 필요 비율을 조사하였고, 장소의 종류는 전기차 머무르는 시간이 유사한 시설들끼리 묶어서 결정하였다<sup>2)</sup>. 즉, 고속도로 휴게소/주유소, 관공서 등의 공공시설, 마트 및 쇼핑몰, 영화관/헬스장, 역사/문화 유적지, 리조트/호텔, 기타시설 등 총 7가지 유형의 장소에 대해 실제 전기차 이용자가 필요로 하는 완속충전기 비율에 대해 조사하였다. 또한 <Table 1>에 제시된

1) 한국교통연구원과 국토연구원 간 업무협약(2020. 7)에 기반하여 수집된 자료이며, 한국교통연구원 ‘2020 미래차 기반 교통체계 지원사업’과 국토연구원의 ‘친환경차 활성화 추이에 따른 이용자 중심 충전인프라 구축방안’ 연구에 활용되었음

2) 급속 충전기의 경우 급속과 초급속으로 나뉘어지기 때문에 응답자에게 혼동을 줄 수 있어 완속충전기 비율로 조사를 실시하였음

사회경제적 변수 외 본 연구에서 활용된 변수들은 전기차 보유기간(전기차 구입시기~조사시기 기간), 전기차 완충시 운행가능거리(km), 주중/주말 통행 횟수 및 거리(2016 가구통행조사 양식을 준용하여 7일 간 수집), 충전일지(가구통행조사 일지와 동일한 방식이나, 충전시간, 충전기 특성 수집) 등이 있다. 그 외 조사항목은 Lee et al.(2020a)을 통해 확인할 수 있다.

<Table 1> Descriptive statistics of personal and owned electric vehicle characteristics of respondents

Personal and vehicle characteristics	Contents (N=117)
Gender	Male(81.2%), Female(18.8%)
Age	20s(5.1%), 30s(41.9%), 40s(41.9%), over 50s(11.1%)
Marriage	Married(86.3%), Not married(12.8%), Other(0.9%)
Occupation	Office job(67.5%), Personal business(11.1%), Sales/Service(8.5%), Manufacturing(4.3%), Homemakers(6.0%), Others(2.6%)
Housing type	Detached housing(12.8%), Multi-unit housing(6.0%), Apartments(76.9%), Others(4.3%)
Home location	Seoul(16.2%), Incheon(6.0%), Sejong(9.4%), Daejeon(5.1%), Daegu(7.7%), Pusan(0.9%), Ulsan(3.4%), Kwangju(1.7%), Kangwon(4.3%), Kyeonggi(20.5%), Chungnam(2.6%), Chungbuk(4.3%), Kyeongnam(3.4%), Kyeongbuk(6.0%), Jeonnam(4.3%), Jeonbuk(0.9%), JeJu(3.4%)
EV Models	Hyundai Ioniq EV(11.1%), Hyundai Kona EV standard_406km(23.1%), Kia Niro EV Standard_385km(15.4%), Kia Soul EV Noblesse 386km(1.7%), Kia Soul EV Prestige(4.3%), Chevrolet Bolt EV_414km(16.2%), Chevrolet Spark EV_135km(0.9%), Renault SM3 Z.E._213km(1.7%), BMW i3_248km(12.0%), Tesla Model3 long range/performance_499km(6.0%), Tesla Model 3 Standard_386km(2.6%), Tesla Model S Performance_451km(0.9%), Others(4.3%)
Purchase year	2014(1.7%), 2015(2.6%), 2016(2.6%), 2017(12.0%), 2018(37.6%), 2019(28.2%), 2020(15.4%)
Household Income (Unit: 10,000won)	less than 300 (20.5%), 300~500(33.3%), 500~700(22.2%), over 700(23.9%)
N of Vehicles in Household	1(37.6%), 2(52.1%), 3(7.7%), 4(2.6%)

Source : Modified from Lee et al., 2020a, p93

## 2. 분석방법

본 연구에서는 전기차 이용자들의 응답을 바탕으로 장소특성에 따라 필요로 하는 공용충전기 유형의 차이를 확인하기 위해 평균, 중앙값 등의 기초통계량을 비교하였다. 이러한 과정을 통해 도출된 기초통계분석 결과는 현재 전기차 이용자들이 원하는 수준의 완속충전기 비율을 장소의 유형에 따라 확인할 수 있으며, 또한 완속충전기 비율 측면에서 장소 간 유사성도 확인할 수 있다.

다음으로 개인별로 서로 다른 이상적인 장소별 충전인프라 비율을 유형화하고, 그 결과 도출된 유형과 개인의 사회경제적 특성, 차량 특성, 통행·충전 행태 특성과의 관계를 확인하기 위하여 잠재계층 군집분석(Latent Class Cluster Analysis)에 기반하여 개발된 3단계 분석방법(Step-Three Analysis)을 활용하였다. 잠재계층분석은 다양한 척도로 관찰된 변수들을 잠재계층으로 군집화하고, 각각의 전기차 이용자들이 모든 군집에 속할 확률 또는 승산비(Odd-ratio)를 결과로 도출해낸다는 장점이 있다(Vermunt and Magidson, 2002; Lee and Park 2020 재 인용). 나아가 이 확률 또는 승산비를 종속변수로 활용하여 잠재계층과 관련된 공변인(외부변수) 사이의 상호 관계를 다항로지스틱 회귀분석을 통해 파악할 수 있게 해준다는 장점도 가지고 있어, 최근 전기차 관련 연구뿐만 아니라 통행행태, 자율주행유형 분석 등 교통관련 연구에서도 다양하게 활용되고 있다(Lee et al., 2017;

Hardman et al., 2019; Lee et al., 2020a). 본 연구에서 관측된 변수인 완속충전기 적정 비율은 5% 간격으로 0~100% 사이 값으로 수집되었으나, 실질적으로 측정된 거리, 시간 등이 아닌 태도에 기반한 비율이므로 Likert 20점 척도라 볼 수 있다. 따라서 유클리디안 거리(Euclidean Distance)에 기반한 군집분석보다는 서열척도의 특성을 고려할 수 있는 방법론인 잠재계층 군집분석이 적합하다고 판단하였다. 잠재계층 군집분석의 식은 (1)과 같이 나타낼 수 있으며,  $x$ 는 잠재계층을 나타내고,  $y_{it}$ 는 변수  $i$ 에 대한 개인  $t$ 의 응답변수,  $T$ 는 표본 수를 나타낸다. 따라서, 본 논문에서  $y_{it}$ 는 개인의 장소별 적정 완속충전기 비율 응답이며,  $x$ 는 장소별 완속충전기 비율 패턴 그리고  $f(y_{it}|x)$ 는  $x$ 패턴에 속한 개인  $t$ 가 장소  $i$ 에서 적정하다고 생각하는 비율 수준이다.

$$f(y_i) = \sum_{k=1}^K P(x) \prod_{t=1}^T (y_{it} | x) \dots\dots\dots (1)$$

본 연구에서는 탐색적 접근방법을 활용하여 최적 잠재계층 군집의 수를 선정하였는데, 이는 AIC(Akaike Information Criterion), BIC(Bayesian Information Criterion) 등의 모형 적합도가 잠재계층군집의 수를 1개에서 8개까지 하나씩 늘려가는 가운데 얼마나 개선되느냐를 상대적으로 비교하여 최적군집의 수를 결정하는 방법이다. 군집의 수 증가는 동일한 수의 파라미터 증가를 의미하고, 이러한 파라미터 수의 증가는 모형의 적합도를 개선해낸다. 하지만 이러한 적합도가 개선되는 수준은 군집의 수가 일정 수준 이상이 되면 현저하게 줄어들게 되는데, 그 지점을 최적 잠재계층 수로 결정할 수 있다. 이는 다른 군집분석 방법론에서 활용되는 Elbow 방법론과도 유사한데, 군집의 수가 늘어남에 따라 군집 내 유사성이 높아지고 군집 간 차이가 커질 수 밖에 없기 때문에 군집 수 증가에 따라 유사성과 차이가 크게 달라지지 않는 지점을 찾는다. 또한 부트스트랩 가능성비 차이검증(bootstrap likelihood difference test), 분류오류와 잠재계층의 해석 가능성 등도 종합적으로 고려하여 잠재계층 군집의 수를 결정하였다(Vermunt, 2010; Lee and Park 2020 재인용).

잠재계층 군집의 수를 결정한 후 이들의 분류에 영향을 미치는 공변인들을 선정하고 3단계 분석방법을 활용하여 상호관계를 살펴보았다. 본 연구에서 고려한 공변인은 충전행태에 영향을 미치는 것으로 알려진 개인의 사회경제적 특성(성별, 연령, 소득), 전기차 및 가구 내 차량의 특성(가구내 차량 대수, 완충시 주행가능거리, 전기차 보유기간), 통행 특성(주중 및 주말 통행횟수와 총통행거리) 및 장소에 기반한 충전행태 특성 등이 있다 (Lee et al., 2020b, Chakraborty et al., 2019). 이 중 장소에 기반한 충전행태 특성은 Lee et al.(2020b) 방법론을 적용하였는데, 이는 집과 직장 그리고 다른 충전장소에서 1주일간 충전한 기록에 기반한다. 즉, 집에서만 충전, 직장에서만 충전, 다른 장소에서만 충전, 집과 직장에서만 충전, 직장과 다른장소에서만 충전, 집과 다른 장소에서만 충전, 그리고 모든 장소에서 충전 등 총 7개 충전행태로 분류하였다. 이들 공변인은 3단계 분석방법(다항 로지스틱 회귀분석)에서 사용되는 종속변수인 1, 2단계 잠재계층 분석에서 도출된 확률과 어떠한 상호관계를 가지는지 통계적으로 확인하는 과정에 활용된다. 또한, 이를 효과코딩(effect coding) 방식으로 다항로지스틱 회귀분석을 활용할 경우 일반적인 다항 로지스틱 회귀분석에서 기준 집단(reference category)에 대비하여 개인이 특정 잠재계층의 군집에 속할 가능성으로 해석하는 것이 아니라 전체 평균 대비 각 잠재계층에 속할 가능성으로 해석할 수 있어, 탐색적 분석에 장점을 지니고 있다(Vermunt, 2010; Lee et al., 2020b). 다만, 이러한 방식은 민감도 분석에 활용하는데 한계를 지닌다. 모형 추정은 외부변수 효과(회귀계수) 과소 추정의 문제를 개선한 최대우도 3단계 접근법(ML 3-STEP approach)을 활용하였고, 각 잠재계층과 공변인들 간의 상호관계는 z-value를 통해 통계적 유의도를 검증하였다.

## IV. 연구결과

### 1. 기초통계분석

기초통계분석 결과는 <Table 2>와 같이 나타났다. 평균을 기준으로 완속충전기 비율이 가장 낮게 나타난 곳은 고속도로 휴게소와 주유소(12.6%)이며, 가장 높은 비율을 나타낸 곳은 호텔과 리조트 등의 숙박시설(70.9)이었다. 나머지 5개 장소의 완속충전기 비율 평균은 37.1%에서 56.2% 수준으로 나타났다. 다만, 이들 장소는 중간값 기준으로 살펴보았을 때는 50%로 그 수준이 동일하였다. 응답자들 간 장소별 완속충전기 필요 비율에 대한 차이는 표준편차를 통해 확인할 수 있는데, 약 24.5%에서 30.4% 정도로 장소유형별로는 큰 차이가 없이 유사하게 나타났다. 응답자 간 가장 유사한 답을 보인 장소는 고속도로 휴게소와 주유소였으며, 이는 대부분 휴게소와 주유소를 방문하는 목적과 머무르는 시간이 유사하기 때문으로 판단된다. 이러한 결과를 종합해볼 때, 응답자들은 평균적으로 고속도로 휴게소와 주유소는 약 10% 수준, 공공시설, 마트, 쇼핑몰의 경우 40~50% 수준, 관광지와 문화체육시설은 약 50% 수준, 숙박시설의 경우 70~80% 수준의 완속충전기 비율이 적정하다고 인식하고 있다. 다음 섹션에서는 이러한 평균적인 인식을 잠재계층군집분석을 이용해 특징적인 인식패턴으로 구분하고 이에 대해 분석하였다.

<Table 2> Descriptive statistics of ideal proportion of slow chargers

Unit : %

Statistics	Highway rest area/refueling station	Public facilities and parking lot	Market and shopping mall	Movies and Gyms	Tourists attraction	Resort/Hotel	Others	
Mean	12.6	37.1	46.9	56.2	49.2	70.9	48.1	
Median	0.0	50.0	50.0	50.0	50.0	80.0	50.0	
Std. Dev.	24.5	26.6	31.0	28.2	30.4	24.6	28.9	
Quartile	1st	0.0	10.0	20.0	40.0	30.0	50.0	30.0
	2nd	0.0	50.0	50.0	50.0	50.0	80.0	50.0
	3rd	10.0	50.0	77.5	80.0	77.5	90.0	70.0

### 2. 잠재계층 군집의 수 결정

1개 잠재계층 군집부터 8개 군집까지의 가정에 기반하여 잠재계층군집분석 모형을 추정하였다<Table 3>. 그 결과 5개 군집 가정 모형인 모형5에서 BIC 값이 가장 낮게 나타났고, 모형6부터 AIC 값이 떨어지며 모형 적합도가 확연히 감소하는 것을 확인할 수 있다. 이를 바탕으로 본 연구에서는 5개 잠재계층 군집 모형을 최적 모형으로 판단하였으며, 이후 모든 분석은 이 과정을 통해서 도출된 전기차 이용자가 각 군집에 속할 확률에 기반하여 진행되었다.

<Table 3> Model Estimation Results

Models	N of Clusters	LL	N. Par.	BIC(LL)	AIC(LL)	AIC3(LL)	Class. Error	Entropy R <sup>2</sup>
Model1	1	-3976.1	14	8019.3	7980.3	7994.3	0	1
Model2	2	-3779.1	29	7697.0	7616.2	7645.2	0.0527	0.8344
Model3	3	-3665.0	44	7540.6	7417.9	7461.9	0.0207	0.9296
Model4	4	-3592.7	59	7467.8	7303.3	7362.3	0.0495	0.9124
<b>Model5</b>	<b>5</b>	<b>-3534.5</b>	<b>74</b>	<b>7423.4</b>	<b>7217.1</b>	<b>7291.1</b>	<b>0.0399</b>	<b>0.9323</b>
Model6	6	-3505.7	89	7437.5	7189.4	7278.4	0.0310	0.9469
Model7	7	-3469.1	104	7436.2	7146.3	7250.3	0.0402	0.9386
Model8	8	-3447.8	119	7465.3	7133.6	7252.6	0.0201	0.9644

### 3. 도출된 잠재계층의 해석

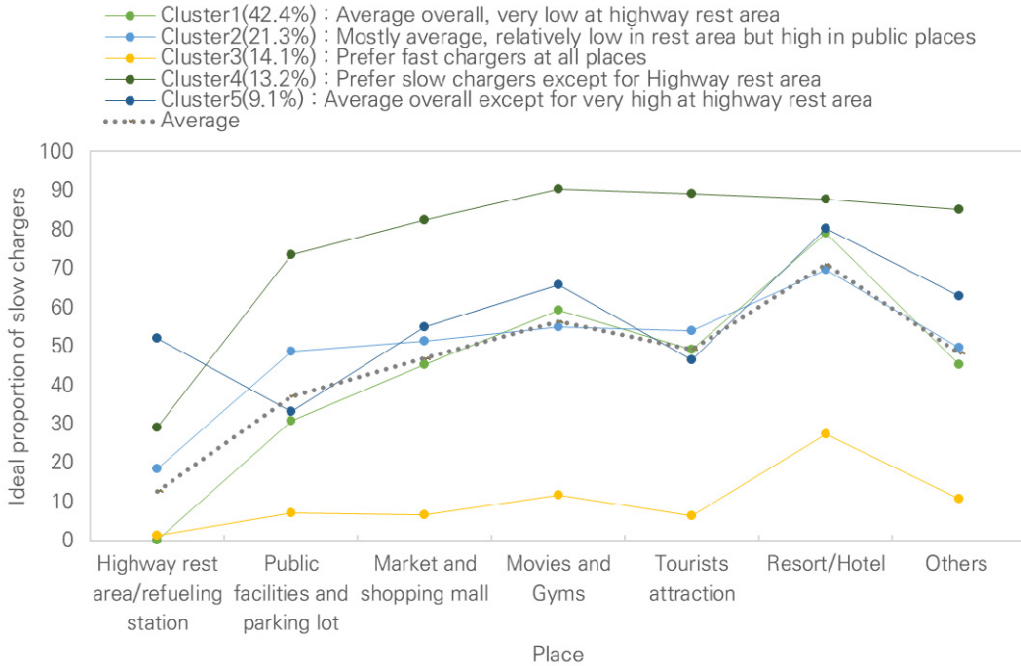
도출된 잠재계층 군집의 특성은 <Fig. 1>과 같다. 첫 번째 잠재계층 군집은 가장 큰 규모의 군집(42.4%)으로 고속도로 휴게소와 주유소에서 완속충전기 필요수준이 0%이지만, 나머지 모든 장소유형에서는 평균 수준의 완속 충전인프라를 필요로 하는 군집이었다. 다만, 평균적인 특성을 지닌 군집1, 군집2, 군집5 중에서는 공공장소와 마트 및 쇼핑몰, 그리고 기타 시설에서 상대적으로 낮은 비율의 완속충전기를 필요로 하고, 호텔과 리조트 등의 숙박시설에서는 높은 수준의 완속충전기를 필요로 하는 군집이었다. 이 군집의 평균적인 응답은 기초통계분석에서 도출해낸 중간값과 가장 유사한 결과를 보였다.

두 번째 잠재계층 군집은 전체의 약 21.3%를 차지하며, 고속도로 휴게소와 주유소 등에서 약 20% 수준의 완속충전기가 필요하고 호텔과 리조트 등의 숙박시설을 제외하고는 거의 유사한 수준의 완속충전인프라가 필요하다고 응답한 군집이었다. 또한 이 군집에서 호텔/리조트 등의 장소에서 필요로 하는 완속충전기 비율은 급속 충전 지향적 그룹인 군집3을 제외하고는 가장 낮은 수준이었다(평균 69.6%).

비슷한 규모를 지닌 세 번째 잠재계층 군집(14.1%)과 네 번째 군집(13.2%)은 극단적으로 서로 다른 성향을 지닌 것으로 보인다. 즉, 군집3은 모든 장소에서 급속충전에 대한 필요가 큰 군집이며, 호텔과 리조트에서도 평균 27.2% 수준의 완속충전기 비율이 필요하다고 응답한 그룹이었다. 이 군집에 속한 사람들은 그 외 모든 장소에서는 10% 내외 수준의 완속충전기가 필요하다고 하였고, 특히 고속도로 휴게소와 주유소에서는 대부분 완속충전기가 필요 없다고 응답하였다(평균 1.3%). 반면, 군집4에서는 대부분의 장소에서 완속충전기 지향적 특징이 나타났다. 이 군집에 속한 전기차 이용자들은 고속도로 휴게소와 주유소(29.1%)를 제외하고는 대부분의 장소에서 70% 이상 완속충전기 설치가 필요하다고 응답하였다 (최저 : 공공시설 및 주차장 - 73.4%, 최고 : 문화체육시설 - 90.3%).

마지막 그룹은 전체 약 9.1%로 가장 작은 규모를 차지하고 있으며, 전반적으로 평균적인 특성과 유사한 특징을 가지고 있으나, 전반적으로 완속충전기 필요 수준이 높게 나타났다. 특히 고속도로 휴게소와 주유소 등에서 약 50% 수준의 완속충전기를 필요로 하는 그룹이었고, 이 군집에 속한 전기차 이용자들은 마트와 쇼핑몰, 문화체육시설, 숙박시설, 그리고 기타시설에서 평균 대비 3~14% 가량의 완속충전기 비율이 더 높아야 된다고 응답하였다.





<Fig. 1> Heterogeneous ideal proportion of slow chargers by different place and latent class clusters

#### 4. 잠재계층 군집과 사회경제적 특성, 차량특성 및 통행·충전 행태 간 상호관계 검증

본 연구에서는 3단계 분석방법을 사용하여 기존 연구에서 밝혀진 충전행태를 설명하는 변수로 선정된 공변인들과 잠재계층 군집 간의 상호관계를 검증하였다<Table 4>. 그 결과 평균적인 완속충전기 보급비율로 볼 수 있는 첫 번째 군집은 장기간 전기차를 사용해온 특징을 지닌 것으로 나타났다. 또한 집에서만 충전하는 전기차 이용자들은 이 군집과는 통계적으로 관련성이 낮은 것으로 나타났다. 이는 장기적인 사용으로 인해 평균적인 수준의 완속충전기 필요로 요약된다는 것을 나타내며, 이로 인해 기초통계분석에서 나타난 중간값과 가장 유사한 패턴이 나타나는 것으로 추정된다. 또한, 이 군집에 속할 확률은 유의수준 0.10에서 주말에 잦은 단거리 통행을 하는 행태와 관련이 있는 것으로 나타났다.

두 번째 군집은 기초통계에서 도출된 평균적인 특성과 가장 유사한 패턴을 보였으며, 주요 활동 장소에서 필요한 급속과 완속의 비율을 50:50 정도로 응답한 그룹이었다. 이 그룹은 잦은 주말 통행 횟수와 집과 직장이 아닌 공용충전기에서만 충전하는 행태와 관련이 있는 것으로 나타났다. 이는 주말 통행이 많은 응답자들이 집과 직장이 아닌 활동 장소에서 머무르는 시간에 따라 유연하게 충전할 수 있도록 급속과 완속의 혼합 설치를 원하는 것으로 예상된다.

세 번째 군집은 급속충전 지향적인 전기차 이용자로 구성된 그룹으로 주로 고소득층과 여성들이 이 그룹에 속할 가능성이 높은 것으로 나타났다. 이 그룹에 속한 사람은 주말 통행횟수는 높지만 통행 거리는 비교적 짧은 것으로 나타났으며, 직장에서만 충전하는 행태와 연관성이 높고, 집과 기타 다른 장소에서 충전하는 충전행태와는 연관성이 낮은 것으로 나타났다. 이는 직장에서 주로 충전 후 모자라는 충전량은 특정 활동장소에서 머무르는 시간동안 완속충전기를 이용하기보다는 활동과 관계 없이 급속 충전기를 이용해서 빠른 시간에 충전을 마치는 행태를 나타낸다고 이해할 수 있다.

완속충전을 지향하는 네 번째 그룹은 모든 사회경제적 변수, 차량 특징 변수, 통행행태 등의 변수와는 통계적 연관성이 낮은 것으로 나타났으나 모든 장소에서 충전하는 행태와 연관성이 높은 것으로 나타났다. 이는 기회가 있을 때마다 모든 장소에 설치된 충전인프라를 활용하는 그룹들에게는 급속 충전 수요가 낮기 때문으로 해석할 수 있다.

마지막 그룹은 고속도로 및 주유소에서 완속충전 인프라를 가장 많이 필요로 하는 그룹이었으며, 여성보다는 남성이 이 그룹에 속할 가능성이 높고, 주말통행의 빈도는 적지만 통행거리는 긴 특성을 나타낸다. 이 그룹은 집 또는 집과 다른 장소에서 충전하는 충전행태와 연관성이 높은 것으로 나타났는데, 이 그룹은 집 혹은 집-기타장소를 중심으로 한 충전행태를 보이는 유일한 그룹으로, 평균보다 긴 주말 통행을 보임에도 휴게소에서 급속보다 완속충전기의 비율을 높게 응답하였다. 이는 클러스터 1과 비교하여 집을 중심으로 충전하는 행태를 가지고 있을 때 급속충전에 대한 수요에 차이를 가져옴을 파악할 수 있다.

<Table 4> Step 3 Model Estimation Results

Covariates		Cluster1	z-value	Cluster2	z-value	Cluster3	z-value	Cluster4	z-value	Cluster5	z-value
Intercept		4.086	1.121	-2.170	-0.606	-2.487	-0.930	-0.131	-0.049	0.701	0.214
Personal characteristics	Male(1)	-0.858	-1.545	-0.021	-0.047	<b>-1.151</b>	<b>-2.914</b>	0.006	0.014	<b>2.023</b>	<b>2.650</b>
	Age	-0.165	-1.049	0.049	0.488	-0.014	-0.242	0.020	0.442	0.110	1.235
	HH Income	1.023	0.883	0.500	0.476	<b>2.975</b>	<b>2.584</b>	-1.581	-1.256	-2.916	-1.701
Vehicle characteristics	N of Vehicles in HH	-0.005	-0.010	-0.561	-1.183	-0.094	-0.255	0.623	1.352	0.037	0.045
	PEV ownership duration	<b>0.081</b>	<b>1.979</b>	0.023	0.709	0.027	0.997	-0.042	-0.862	-0.089	-1.938
	Electric range	0.008	1.008	-0.006	-1.860	0.002	0.426	0.000	0.096	-0.004	-0.586
N of trips	Weekdays	0.060	0.653	0.059	0.710	0.029	0.322	0.138	1.216	-0.286	-1.147
	Weekend	0.316	1.708	<b>0.596</b>	<b>3.160</b>	<b>0.555</b>	<b>3.146</b>	0.032	0.144	<b>-1.500</b>	<b>-3.038</b>
Total travel distance	Weekdays	0.001	0.412	0.001	0.760	-0.001	-0.259	-0.002	-0.876	0.000	-0.016
	Weekend	-0.011	-1.892	-0.002	-0.868	<b>-0.009</b>	<b>-2.576</b>	-0.001	-0.140	<b>0.023</b>	<b>2.991</b>
Charging behavior	Home only	<b>-1.560</b>	<b>-2.117</b>	0.194	0.257	-0.499	-0.639	-1.684	-1.560	<b>3.550</b>	<b>3.072</b>
	Workplace only	-0.747	-0.997	-0.344	-0.390	<b>1.985</b>	<b>2.741</b>	-0.900	-0.984	0.007	0.005
	Others only	-0.702	-1.305	<b>1.876</b>	<b>2.553</b>	1.029	1.537	-0.266	-0.375	-1.937	-1.410
	Home -workplace	2.455	1.596	-2.275	-1.170	-1.294	-1.193	1.665	1.678	-0.552	-0.271
	Workplace -others	-1.469	-0.698	1.314	1.119	1.875	1.913	-1.013	-1.139	-0.708	-0.515
	Home -others	0.699	0.579	1.392	1.227	<b>-2.995</b>	<b>-2.206</b>	<b>-3.862</b>	<b>-2.310</b>	<b>4.767</b>	<b>2.270</b>
	All	1.325	0.782	-2.157	-1.331	-0.101	-0.061	<b>6.059</b>	<b>4.356</b>	<b>-5.126</b>	<b>-1.663</b>

\* Bold marked : p-value < 0.05

## 5. 시사점 및 정책 제언

2022년 강화된 충전기 보급 정책에 의하면 공공기관과 공동주택(아파트 등)에 선제적인 완속 충전기 설치가 예상되며, 이로 인해 거주지에서 안정적인 충전 행태가 형성될 경우(Home only) Cluster 1보다 Cluster 5에 속할 확률이 높아져, 장거리 운행에 필요하고 상대적으로 높은 비용이 필요한 고속도로 휴게소 및 주유소에 급속 충전소 설치에 대한 요구가 낮아질 수 있을 것으로 예상된다. 따라서 전기차 보급 초기인 현재에는 공동거주지 위주의 충전기 보급 정책이 일상적인 통행과 장거리 여가통행까지 보조할 수 있는 효율적인 정책이 될 것으로 판단된다.

다만, 이러한 정책은 아파트와 아파트가 아닌 주거지, 신축과 구축 아파트 사이에 충전인프라 확보의 격차로 이어질 수 있어, 장래 전기차가 차지하는 비율이 높아지더라도 주거지에서 충전 편리성이 낮은 경우, 전기차 구매의사에 부정적인 영향을 미치거나 전기차를 구매했을 경우에도 거주지 위주의 충전행태와 다른 형태의 충전행태를 선택하게 될 가능성이 존재할 수 있다. 이러한 패턴은 Cluster 2, 3, 4의 비교를 통해 특징을 살펴볼 수 있는데, 직장 충전 인프라를 주로 사용하는 경우(workplace only) 빠르게 충전할 수 있는 시설을 선호(Cluster 3)하고, 다양한 충전장소를 고르게 이용할 수 있을 경우(All)에는 완속을 선호(Cluster 4)하는 경향을 확인할 수 있다. 더불어, 집과 기타장소(home-others)에서 주로 충전하는 경우, 급속충전과 완속충전에 대한 선호가 분명한 Cluster 3과 4에 속할 가능성이 낮아 급속과 완속의 적절한 혼합 공급을 선호할 가능성이 높다고 해석할 수 있다. 또한, 집과 직장이 아닌 기타 위치(others only)에서만 충전하면서도 전기차 운행을 할 수 있는 경우도 존재하는데(Cluster 2), 이 경우 집과 직장이 아닌 모든 장소에서 균형적인 급속, 완속의 혼합을 선호하고 있어, 각 장소에서 머무는 시간에 따라 급속, 완속 충전기를 사용할 수 있는 자유도를 원하는 것으로 판단된다. 이러한 경향성으로부터 현재와 같이 충전기 설치를 의무화하더라도 충전기의 증가가 더될 가능성이 높은 지역(구축아파트, 단독주택, 빌라 등)을 파악하고, 해당 지역에서도 전기차를 이용하기에 불편함을 줄일 수 있는 충전인프라 공급이 필요하다. 빠른 충전속도로 여러 차량이 충전할 수 있는 급속충전시설을 확충하거나(Cluster 3에 해당하는 행태패턴 지원), 활동 거점에서 머무르는 시간동안 충전할 수 있는 충전기의 공급을 현재 기준보다 크게 늘리는 방법(Cluster 2, 4에 해당하는 행태패턴 지원) 등이 이에 해당된다.

더불어 현재와 같이 일률적인 기준에 따른 의무적인 충전인프라 공급의 다음 단계로 필요한 충전 인프라의 공급은 공공의 의무와 보조금에 의해서 추진하기보다는 충전 네트워크를 운영하고자 하는 민간사의 사업 편의성을 높이거나(공공부지 활용 등) 민간 상업시설 등에 전기차 충전시설 확대 시 환경인센티브를 제공하는 등의 제도를 고려할 필요가 있다. 또한, 급속 충전완료 후 다른 차량에 자리를 비켜줘야 하므로 시간을 활용할 수 없다는 제약과 완속충전에서는 2~3시간 활동 동안에는 충전이 완료되지 않는다는 제약을 해소할 수 있는 서비스(발렛충전, 중속충전 등) 및 이를 지원할 수 있는 새로운 제도 또한 고려할 필요가 있다.

## V. 결론

본 연구에서는 실제 전기차 이용자들이 필요로 하는 충전인프라가 장소의 특성에 따라 어떻게 차이가 나는지 확인하고, 공용충전인프라가 설치되는 주요 장소유형에 따라 완속충전기와 급속충전기의 적정비율 등 충전인프라 구축기준을 마련하고자 하였다. 실제 전기차 이용자들을 대상으로 실시한 설문조사 및 충전, 활동, 통행일지 자료를 분석에 활용하였으며, 기초통계량 분석 및 잠재계층 군집분석 등을 활용하여 분석하였다.

전기차 이용자들의 설문응답 분석 결과, 장소특성에 따라 필요로 하는 공용충전기 유형의 차이가 존재했으며, 대부분의 장소에서는 50% 수준의 완속/급속충전기의 혼합이 필요하다는 점을 확인하였다. 다만, 고속도로 휴게소 및 주유소에서는 10% 수준의 완속충전기가 필요하다는 의견과 숙박시설에서는 70-80% 수준의 완속충전기 보급이 필요하다는 것을 확인하였다. 이처럼 장소유형별로 서로 다른 수준의 완속충전기 필요는 향후 이용자 중심 충전인프라 정책 수립에 적극 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

또한 본 연구에서는 장소의 유형과 무관하게 개인별로 서로 다른 수준의 완속/급속 충전인프라 비율을 요구한다는 점을 확인하였으며 잠재계층 군집분석을 활용하여 5가지 대표 군집을 도출하였다. 이러한 5가지 유형 중 3가지 유형(전체의 약 73%에 해당)에서는 평균적인 특징을 확인할 수 있었으나, 일부 고속도로 휴게소와 주유소 그리고 공공시설에서의 완속 충전기 비중에서는 차이를 나타냈다. 그리고 2가지 유형(전체의 약 27%에 해당)은 장소의 유형과 관계없이 다소 극단적인 완속과 급속충전기 지향적인 응답을 보였다.

도출된 실제 전기차 이용자들의 충전인프라 선호 유형을 사회경제적 변수, 차량의 특성, 통행 및 충전행태와 상호연관성에 대해 3단계 분석방법을 활용하여 분석한 결과, 현재 충전행태가 가장 관련성이 높은 것으로 나타났으며, 주말 통행행태 및 사회경제적 특성도 일부 관련이 있는 것으로 나타났다. 다만 현재 관찰된 충전행태는 현재 이용자들 주변에 공간적으로 구성되어 있는 충전 인프라와 집, 직장 또는 인근 지역의 전기차 보급 증대에 따라 변화할 수 있는 여지는 있으나, 전기차 이용자들이 선호하는 충전환경 구성과 관련이 깊은 것으로 나타났다. 또한, 사회경제적 특성과 주말통행행태에 따라 이용자들이 선호하는 충전환경에도 차이가 있는 것을 확인하였다.

2022년 강화된 충전기 보급정책에 따라 공공기관과 공동주택에 선제적인 완속 충전기 설치가 이루어져 거주지에서 안정적인 충전 행태가 형성될 경우, 장거리 운행에 필요하며 상대적으로 높은 비용이 필요한 고속도로 휴게소 및 주유소에 급속 충전소 설치에 대한 요구도 낮아질 수 있을 것으로 예상된다. 전기차 보급 초기인 현재에는 공동거주지 위주의 충전기 보급 정책이 일상적인 통행과 장거리 여가 통행까지 보조할 수 있는 효율적인 정책이 될 것으로 판단되지만, 이러한 정책은 아파트와 아파트가 아닌 주거지, 신축과 구축 아파트 사이에 충전인프라 확보의 격차로 이어져, 전기차가 차지하는 비율이 높아진 미래에는 주거지에서 충전 편리성이 낮은 경우, 전기차 구매의사에 부정적인 영향을 미치거나 전기차를 구매했을 경우에도 거주지 위주의 충전행태와 다른 형태의 충전행태를 선택하게 될 가능성이 높을 것으로 예상된다. 이러한 경향성으로부터 현재와 같이 충전기 설치를 의무화하더라도 충전기의 증가가 더딜 가능성이 높은 지역(구축아파트, 단독주택, 빌라 등)을 파악할 필요가 있으며, 해당 지역에서도 전기차를 이용하기에 불편함을 줄일 수 있는 충전인프라 공급이 필요할 것으로 예상된다.

초기 전기차 시장이 편향되어 있기 때문에 현재 기준의 이용자 중심으로 충전인프라에 대한 요구를 반영하여 충전인프라 구축 시, 미래 사용자 집단에서 필요로 하는 인프라 특성을 반영하기는 어렵다. 하지만, 본 연구는 개인별로 차이가 나타나는 필요 충전인프라 특성을 유형화하고 이를 바탕으로 통계적으로 유의한 사회경제적 특성, 차량의 특성, 통행 및 충전행태 대한 특성을 결부지어 분석한 결과를 제시했다는 점에서 의의를 지닌다. 이는 다양한 척도로 측정된 변수로 군집을 분류하고, 이와 다양한 공변인과 관계를 통계적으로 탐색할 수 있는 틀을 제공해주는 잠재계층분석의 장점을 활용한 결과로 볼 수 있다. 또한, 장소유형별로 서로 다른 수준의 완속충전기, 급속충전기의 필요는 향후 이용자 중심 충전인프라 정책 수립에 적극 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구의 결과를 바탕으로 미래 전기차 시장의 변화에 따라 어떠한 충전인프라 요구가 더욱 필요해질지를 개략적으로나마 파악할 수 있겠다.

그러나 본 연구는 초기 전기차 시장의 이용자들을 대상으로 적정 완속 충전기 비율 뿐만 아니라 1주일 간의 활동-통행-충전 일지를 함께 수집하였기 때문에 대규모 표본 수집에 어려움이 있었다. 따라서 117개의 소

규모 표본을 분석에 활용하였다는 점에서 본 연구의 결과를 현재 전기차 사용자 전체를 대표하는 장소별 완속충전기 비율로 일반화하는데 한계가 있어 해석에 유의해야한다. 그러나 초기 전기차 시장 및 충전행태 연구에 일반적으로 사용되는 전기차종 비율을 고려한 층화표본추출을 활용하였고, 전기차 이용자들이 필요로 하는 충전인프라 특성과 그들의 사회경제적 특성 그리고 일주일 동안 안정적으로 관측된 활동-통행-충전 행태와의 연관성을 제시하였다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다. 향후 연구에서는 지속적으로 발전하고 있는 충전기술의 특성 및 이들의 분포 특성을 고려하여 대규모 조사를 실시하고, 이를 바탕으로 더욱 구체적인 장소별 적정 충전 인프라 유형을 도출하려 한다.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by Kyungpook National University Research Fund (2021)

## REFERENCES

- Axsen, J., Kurani, K. S., McCarthy, R. and Yang, C.(2011), “Plug-in hybrid vehicle GHG impacts in California: Integrating consumer-informed recharge profiles with an electricity-dispatch model”, *Energy Policy*, vol. 39, pp.1617-1629.
- Byun, W. H., Lee, K. and Kee, H. Y.(2013), “Analysis of Choice Model for EV Charger Types and Willingness to Pay for Charging Rate Based on Logit model”, *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 12 no. 4, pp.56-65.
- Chakraborty, D., Bunch, D. S., Lee, J. H. and Tal, G.(2019), “Demand drivers for charging infrastructure-charging behavior of plug-in electric vehicle commuters”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 76, pp.255-272.
- EU-Interreg Europe(2020), *EV Energy’s recommendations on electric vehicle charging infrastructure*, <https://www.interregeurope.eu/policylearning/news/5039/ev-energy-s-recommendations-on-electric-vehicle-charging-infrastructure/>
- Hackbarth, A. and Madlener, R.(2013), “Consumer Preferences for Alternative Fuel Vehicles: A Discrete Choice Analysis”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 25, pp.5-17.
- Hahn, J. S. and Lee, J. H.(2018), “Market Segmented Analysis of Electric Vehicle Purchasing Behavior in Seoul”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 36 no. 2, pp.129-140.
- Hardman, S., Lee, J. H. and Tal, G.(2019), “How do drivers use automation? Insights from a survey of partially automated vehicle owners in the United States”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 129, pp.246-256.
- Junquera, B., Moreno, B. and Alvarez, R.(2016), “Analyzing Consumer Attitudes Towards Electric Vehicle Purchasing Intentions in Spain: Technological Limitations and Vehicle Confidence”, *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 109, pp.6-14.
- Kang, C. G. and Jeon, S. Y.(2020), “Reduction of Particle Matters, Where Are Electric Vehicles Now

- (Fuel Cell Vehicles and Plug-in Electric Vehicles)?”, *Issues and Dignosises*, no. 404, pp.1-25.
- Kim, D., Ko, J. and Park, Y.(2015), “Factors affecting electric vehicle sharing program participants’ attitudes about car ownership and program participation”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 36, pp.96-106.
- Kim, J., Rasouli, S. and Timmermans, H.(2014), “Expanding Scope of Hybrid Choice Models Allowing for Mixture of Social Influences and Latent Attitudes: Application to Intended Purchase of Electric Cars”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 69, pp.71-85.
- Ko, J., Kim, D., Nam, D. and Lee, T.(2017), “Determining locations of charging stations for electric taxis using taxi operation data”, *Transportation Planning and Technology*, vol. 40, no. 4, pp.420-433.
- Lee, G. H. and Park, J.(2020), “The Classification and Effect of News Users’ ‘News Media Repertoire’ By Latent Class Analysis”, *Korean Journal of Communication & Information*, vol. 99, pp.148-176.
- Lee, J. H., Chakraborty, D., Hardmanb, S. J. and Tal, G.(2020), “Exploring electric vehicle charging patterns: Mixed usage of charging infrastructure”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 79, 102249.
- Lee, J. H., Davis, A., Yoon, S. Y. and Goulias, K. G.(2017), “Exploring daily rhythms of interpersonal contacts: Time-of-day dynamics of human interactions with latent class cluster analysis”, *Transportation Research Record*, vol. 2666 no. 1, pp.58-68.
- Lee, J. H., Yoon, S. Y., Yeon B. M. and Park, S.(2020), *Development of User-centric Charging Infrastructure Policies for Rapid Adoption of Zero Emission Vehicles*, Sejong: Korea Research Institute for Human Settlements.
- Lee, M. S. and Jang, Y. J.(2016.04), “Analysis of Status and Utility of Electric Car Charger in Jeju”, *Paper Presented at Korean Institute of Industrial Engineers Conference*, pp.5150-5169.
- Lee, Y. G.(2013), *UE-based Location Model of EV Rapid Charging Stations for Different Battery State-of-charge*, Doctoral Dissertation, Seoul National University.
- Ministry of Environment(2014), *A Study on the Construction of Charging Infrastructure for Urban Housing* (공동주택 등 도시형 주택의 충전인프라 구축방안 연구).
- Ministry of Environment(2021), *The 4th Master plan for eco-friendly vehicles 2021-2025* (제 4차 친환경 경차 기본계획 2021-2025).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2022), *Total Registered Motor Vehicles*.
- Oh, S. C. and Kim, J. M.(2009), “A Optimal Facility Location Using Set Covering and Minisum (Application to Optimal Location of 119 Eru)”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 27, no. 4, pp.103-113.
- Park, K., Jeon, H., Jung, K. and Son, B.(2017), “Charging Behavior Analysis of Electric Vehicle”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 35, no. 3, pp.210-219.
- Rudolph, C.(2016), “How Many Incentives for Electric Cars Affect Purchase Decisions?”, *Transport Policy*, vol. 52, pp.113-120.
- Schäuble, J., Kaschub, T., Ensslen, A., Jochem, P. and Fichtner, W.(2017), “Generating electric vehicle load profiles from empirical data of three EV fleets in Southwest Germany”, *Journal of*

*Cleaner Production*, vol. 150, pp.253-266.

Vermunt, J. K. and Magidson, J.(2002), “Latent class cluster analysis”, *Applied Latent Class Analysis*, vol. 11, pp.89-106.

Vermunt, J. K.(2010), “Latent class modeling with covariates: Two improved three-step approaches”, *Political Analysis*, vol. 18, no. 4, pp.450-469.