



지역적 패널 자료를 이용한 전기차 구매 결정요인 분석*

Key Drivers of the Electric Vehicles Penetration Using Regional Panel Data

김유안** · 김솔희*** · 서교****

Kim, Yooan · Kim, Solhee · Suh, Kyo

Abstract

Electric vehicles (EVs) have been widely considered as an effective way to reduce greenhouse gas emissions from the transportation sector. The Korean government has been actively promoting EVs as substitutes for the prevailing internal combustion engine vehicles to mitigate environmental impacts. National and regional governmental policies have been formulated to achieve the penetration goal of 3 million EVs in South Korea by 2030. However, the current market penetration rate of EVs in Korea is not enough to meet this goal. This study identifies the determinants of the regional EV penetration performance by analyzing regional panel data and estimates the quantitative impact of each determinant. We use a panel fixed effect model to evaluate the effectiveness of each potential factor. The results of this study signify that the number of newly registered diesel and gasoline cars adversely affects EV market penetration, whereas the number of newly registered electric cars shows a positive trend. In terms of policies, national subsidies negatively affect the increase in the number of EVs; however, regional subsidies positively affect the penetration rate. Moreover, population density and cars owned per capita have adverse and positive implications on the EV penetration performances, respectively. Climatic and environmental factors do not affect the penetration rate considerably.

주제어 전기차, 지역적 패널 자료, 패널고정효과모형, 전기차 구매, 결정요인

Keywords Electric Vehicle, Regional Panel Data, Panel Fixed Effect Model, EV Penetration, Determinant

1. 서론

국내 온실가스 배출 부문의 대부분에서 온실가스 배출량이 꾸준히 증가함에 따라, 이를 감축하고자 에너지 부문 중 도로수송 부문에서도 탄소를 배출하지 않는 친환경 자동차로서 전기차는 해결책으로 제시되고 있다(여경규·박선주, 2016; 주우진 외, 2017). 에너지 부문은 다섯 개 부문인 산업공정, 농업, 토지이용 변화 및 임업, 폐기물, 에너지 부문 중 국내 총 온실가스 배출량의 87.1%를 차지하여 온실가스 배출에 있어 크게 기여하고 있으며,

이로 인해 에너지 부문은 주요 온실가스 배출원으로 지목되었다. 그중 도로수송 부문의 온실가스 배출량은 2016년 9,460만 ton CO₂e로 전체 수송부문의 96.8%를 차지하며, 이는 1990년 3,090만 ton CO₂e 대비 206% 증가하였다(온실가스종합정보센터, 2019). 이는 국내 에너지 부문 온실가스 배출량 6,048만 ton CO₂e의 15.6%를 차지하는 양이다(온실가스종합정보센터, 2019). 전 세계에서 12번째로 많은 온실가스를 배출하는 국가인 우리나라는 2021년부터 효력이 발생하는 파리기후협약에 따라 온실가스 감축 목표를 달성하고자 2030년 온실가스 배출전망량 851백 만 ton

* 이 연구는 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2017R1E1A1A01078227).

** Master's Student, Seoul National University (First Author: tinguyo@snu.ac.kr)

*** Ph.D. Student, Seoul National University (solhee1101@snu.ac.kr)

**** Associate Professor, Seoul National University (Corresponding Author: kyosuh@snu.ac.kr)

CO₂e 대비 37% 감축 달성을 위한 방안으로 2016년 '제1차 기후변화대응 기본계획'을 발표하였다. 기본계획은 국가 온실가스 감축 목표를 달성하기 위한 전략과 방향을 7대 부문인 전환, 산업, 건물, 수송, 공공·기타, 폐기물, 농축산별 배출전망량에 따라 제시되었다(관계부처합동, 2016). 그중 수송부문의 경우, BAU(Business As Usual)의 24.6%로 감축 목표를 설정하였으며, 이를 위한 핵심 정책으로 친환경 자동차 보급을 제시하였다(관계부처합동, 2016).

우리나라 정부는 온실가스 감축을 목표로 친환경 자동차 중 전기차 보급확대를 위해 다양한 정책을 제시하였다. 우리나라는 2009년 전기차동차 활성화 방안과 함께 2010년 친환경차량의 종합 로드맵을 발표하며 전기차 보급을 위한 근거를 마련하였다(김규욱 외, 2011; 한국교통연구원, 2013). 이와 더불어 환경부는 2012년 전기차 선도사업을 위한 지자체를 8곳으로 선정하였으나, 2013년 10개 지자체로 확대하여 전기차동차의 민간보급을 시작하였다(한국교통연구원, 2013). 민간보급이 시작되며 2013년 1,447대였던 국내 전기차 보급대수는 2018년 55,417대로 약 38.3배 증가하였다(국토교통부, 2014, 2019). 2017년 시행된 미세먼지 관리종합대책을 통해 2022년 전기차 보급목표 대수를 35만 대로 설정하며, 국내 친환경 자동차 보급확대를 위해 세제감면과 구매보조금 지급, 고속도로통행료, 공영주차장 주차비 할인 등의 다양한 혜택을 제공하고 있다. 또한, 2019년 3월, 『대기환경보전법』 개정안을 통과시킴에 일부 지역에서만 시행되고 있는 저공해자동차 보급목표제가 2020년부터 전국적으로 시행될 예정이다.

하지만 이러한 정부의 다양한 정책적 노력에도 불구하고 국내 전기차 보급 속도는 기대에 못 미치고 있다. 정부는 제2차 기후변화대응 기본계획을 통해 2030년까지 배출되는 온실가스를 5억 3,600만 ton CO₂e로 줄이기 위해 수송부문의 경우 2030 전기차 보급목표를 300만 대로 설정하였다(환경부, 2019). 하지만 2019년 9월 우리나라의 전기차 등록대수는 약 8만 대에 불과하며 정부가 설정한 높은 목표 대수에 한참 못 미치는 수준이다(국토교통부, 2020). 이는 전 세계 전기차 대수인 510만 대의 1.57%에 해당하는 수로 매우 낮은 수치이다(IEA, 2018). 우리나라 전기차 실구매자의 재구매 의사와 예비구매자의 전기차 구매 의사와 관련하여 진행된 설문조사에 따르면, 친환경 자동차로써 전기차에 대한 만족도는 평균 이상으로 나타났지만, 실구매자들의 24.9%는 보조금 축소와 긴 충전시간, 짧은 항속거리 등과 같은 이유로 전기차 재구매를 하지 않겠다는 의견을 제시하였다(환경부, 2017). 또한, 잠재적 예비구매자는 높은 차량 가격과 충전의 어려움을 이유로 전기차 구매의향이 없음을 나타내었다. 특히, 전기차 구매를 지원하는 정부 보조금의 감소 추세는 전기차의 더딘 보급의 가장 큰 요인으로 지적되고 있다(허경욱 외, 2018). 한국전력의 전기공급 시행세칙 변경안에 따르면, 2020년 하반기부터 전기차 충전료가 기존 178원/kw에서 240원/kw로 약 40% 인상추진 중이다

(KEPCO, 2020). 이로 인해 전기차 실구매자가 부담해야 하는 충전비용은 더욱 늘어나며 구매의향에 영향을 미칠 것으로 조사되었다(배동주, 2020).

전기차를 향한 관심이 증가하며 전기차 구매 관련 다양한 연구들이 수행되었으나, 지역적 특성을 고려한 영향인자를 제시한 연구는 찾아보기 어렵다. 우리나라의 경우, 국고 보조금 외에도 지역적 특성을 고려하여 지역별로 보조금을 차등지급하고 있으며 제주특별자치도(이하 "제주도")가 대표적인 예이다. 제주도는 전기자동차 2.0시대를 선포하며 Carbon Free Island(탄소 없는 섬)로의 도약을 추진하기 위해 전기차 관련 다양한 정책 시행과 더불어 타 지역 대비 많은 지자체 보조금을 지원하였다(허경욱 외, 2018). 이러한 정책 시행으로 2018년 기준 제주도에 등록된 전기차는 국내 전체 전기차 중 약 28.07%를 차지하며, 도 내 전체 등록 차량 중 3.42%가 전기차로 타 지역 대비 보급이 활성화되어 있다. 우리나라는 전기차 구매보조금이 국고 보조금과 지자체별로 지원되는 보조금으로 나누어 상이하게 지급될 뿐만 아니라 제주도와 같은 특수지역의 경우, 『제주특별자치도 전기자동차 보급 촉진 및 이용 활성화에 관한 조례』가 자체적으로 실행되기에 지역적 특성이 고려되어야 한다. 많은 연구가 전기차 구매에 영향을 미치는 영향 인자에 관해 진행되었지만, 대다수의 선행연구가 지역적 특성을 고려하지 않은 한계를 지니고 있다. Li et al.(2017)은 미국, 중국, 노르웨이 등의 14개 국가에서의 전기차 보급에 대한 신재생 에너지와 사회경제적 영향인자들의 영향력을 분석하였으나, 정책의 일환으로 국가에서 전기차 소비자들에게 제공되는 보조금은 영향인자로 이용되지 않아 영향분석에 있어 한계를 지니고 있다. Kerkhof and Boonen(2013)은 네덜란드 전기차 보급 분석을 전기차와 친환경 자동차로 나누어 비교하며 각각의 인자들을 분석하고 정책적 영향인자를 제안하며, 해당 인자들을 대상으로 한 보급 효과 평가의 적절성을 시사하였다. Sierzchula et al.(2014)는 국가 단위의 데이터를 이용하여 재정보조금과 사회경제적 인자, 사회 인구학적 인자들과의 관계를 분석하였으며, 각 인자와 전기차 시장점유율의 관계 분석을 통해 각 분야의 인자들의 영향력을 보여주었다. 하지만 전기차 보급과 시장점유율 확대를 위한 다양한 연구가 진행되었음에도 지역적 데이터를 활용하여 전기차 구매에 영향을 미치는 인자를 분석한 기존의 연구는 매우 한정적이다.

따라서 본 연구에서는 지역의 다양한 데이터를 바탕으로 전기차 구매에 미치는 영향인자를 도출하고, 여러 요인들이 전기차 구매에 미치는 효과를 정량적으로 분석하고자 한다. 이를 위해, 2013년 1월부터 2018년 12월까지의 월별 데이터를 바탕으로 전국 17개 시도별 신규 등록 전기차 대수와 인구조사, 정책, 환경, 기후, 차량 관련 부문의 인자들을 구성하고, 각 인자의 정상성을 검정을 진행하였다. 구성된 모형의 패널고정효과와 패널확률효과를 고려하여 각 모형에 따른 우리나라의 시도별 전기차 구매 관련

영향인자를 도출하였으며, 국내 신규 전기차 등록량 변화에 미치는 효과를 제시하고자 하였다.

II. 전기자동차 구매 결정요인

전기차 구매에 영향을 미치는 인자에 관한 기존의 연구에서는 영향인자를 크게 내부인자와 외부인자로 구분하였다. 내부인자의 경우 전기차 가격과 항속거리, 충전시간을 포함하였으며, 외부인자는 유가와 소비자 성향, 충전네트워크, 대중적 가시성, 정책적 메커니즘으로 구성되었다. 특히, 정책적 메커니즘은 재정적 지원과 비재정적 지원, 충전 인프라 지원과 같은 영향인자들을 포함하며, 소비자의 전기자동차 구매에 있어 영향을 크게 미치는 것으로 분석하였다. 기존의 전기차 구매 영향인자 연구에서 제시된 인자들은 <Table 1>과 같다.

내부인자 중 전기차의 가격은 소비자의 구매 결정에 크게 영향을 미치는 인자로 2011년 미국의 21개 대도시의 소비자를 대상으로 진행한 설문조사에서 전기차의 가격은 전기차 구매에 있어 주요 약점으로 작용하는 것으로 나타났다(Carley et al., 2013). 미국뿐만 아니라 영국에서 진행된 연구에서 내연기관차 보유 운전자를 대상으로 전기차 구매를 꺼리는 이유에 대한 설문조사에서

전기차의 높은 가격이 주요 원인으로 선정되었다(Graham-Rowe et al., 2012). Tran et al.(2013)에 따르면, 전기차의 가격은 구매에 있어 큰 장애물로 작용하며, 가격 인하는 전기차 구매 의향 상승으로 이어지는 것으로 판단하였다. Carley et al.(2013)과 Egbue and Long(2012)는 전기차 가격 외에도 항속거리는 전기차 구매 방해요인으로 분석하였다. 또한, 항속거리의 증가와 충전시간 감소 시 전기차 구매 욕구가 상승하는 것으로 나타났다(Hackbarth and Madlener, 2013).

외부요인 중에서 충전시설은 5개의 연구에서 설명력 있는 인자로 나타나며, 본 연구의 자료 구성 시 인자로 고려하였지만, 국내 충전시설의 월간자료 누락으로 제외되었다. 유가는 전기차와 내연기관차의 유지비용을 비교할 때 많이 고려되는 인자로 다양한 연구에서 전기차 보급 영향인자로 고려되었다. 전기차 대비 내연기관차의 비싼 차량유지비용으로 인해 유가와 전기차충전요금이 전기차 보급에 영향을 미친다는 Tseng et al.(2013)과 Wu et al.(2015)의 연구와 달리 Sierzchula et al.(2014)와 Li et al.(2017)은 유가와 전기충전요금은 전기차의 시장점유율 확대에 미치는 영향은 적다는 결과를 보였다.

전기차의 가격이 전기차 구매에 커다란 영향을 미치는 인자로 분석되었지만, 전기차 가격의 부담을 줄일 수 있는 전기차 구매

Table 1. Factors on electric vehicle dissemination in previous studies

| Type of factors | Factors | Studies |
|------------------|-----------------------------------|--|
| Internal factors | EV price | Graham-Rowe et al. (2012); Carley et al. (2013); Tran et al. (2013) |
| | Driving range | Egbue and Long (2012); Carley et al. (2013) |
| | Charging time | Graham-Row et al. (2012); Hackbarth and Madlener (2013) |
| External factors | Incentive | Kerkhof and Boonen (2013); Sierzchula et al. (2014); Langbroek et al. (2016); Mersky et al. (2016) |
| | Charging infrastructure | Kerkhof and Boonen (2013); Ito et al. (2013); Sierzchula et al. (2014); Madina et al. (2016); Li et al. (2017) |
| | Index of environmental regulation | Hidrue et al. (2011); Graham-Rowe et al. (2012); Sierzchula et al. (2014) |
| | Fuel prices | Tseng et al. (2013); Sierzchula et al. (2014); Wu et al. (2015); Li et al. (2017) |
| | Income | Hidrue et al. (2011); Kerkhof and Boonen (2013); Sierzchula et al. (2014) |
| | Island | Kerkhof and Boonen (2013) |
| | Education level | Carely et al. (2013); Hackbarth and Madlener (2013); Sierzchula et al. (2014); Li et al. (2017) |
| | Number of vehicles | Musti and Kockelman (2011); Singh and Strømman (2013); Javid and Nejat (2017) |
| | Vehicles per capita | |
| | Headquarters of EV producer | |
| External factors | Electricity price | Sierzchula et al. (2014) |
| | Number of EV models | |
| | Year of EV introduced | |
| | Urbanization | Sierzchula et al. (2014); Li et al. (2017) |
| | Population density | Kerkhof and Boonen (2013); Javid and Nejat (2017); Li et al. (2017); Egner and Trosvik (2018) |

보조금의 영향력은 크지 않은 것으로 나타났다(Kerkhof and Boonen, 2013; Sierzchula et al., 2014; Mersky et al., 2016; Langbroek et al., 2016). 교육수준은 영향인자로 고려되었지만, 전기차 구매의향 설문조사와 연구 결과 설명력이 없는 인자로 분석되었다(Carely et al., 2013; Hackbarth and Madlener, 2013; Sierzchula et al., 2014; Li et al., 2017). 교육수준 외에도 이동거리의 제한 여부가 전기차 구매에 미치는 영향을 보고자 해당 지역의 섬 여부 변수가 고려되었지만, 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다(Kerkhof and Boonen, 2013).

Sierzchula et al.(2014)의 연구에서는 다양한 인자들이 전기차 보급에 영향을 미치는 인자로 고려되었지만, 전기차가 처음 소개된 연도, 구매 가능한 전기차 종류, 도시 인구밀도, 1인당 자동차 보유 대수, 환경규제지수는 전기차 구매에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

전기차와 기온, 환경적 요인과 관련된 연구는 다양했지만, 전기차 보급에 영향을 미치는 인자로 기상요인과 환경적 요인이 포함된 연구는 찾아보기 어려웠다. 하지만 본 연구에서는 국내 17개 지역의 기상인자를 월 평균온도, 월 최저온도, 월 최고온도, 강수량으로 구성하여 포함하였다. 또한, 환경적 요인으로는 각 지역의 미세먼지 지수를 인자로 포함하여 환경적인 요인이 전기차 구매에 영향을 미치는지 보고자 하였다.

III. 연구방법

1. 분석자료

본 연구에서는 전기차 구매에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 시간적 범위와 공간적 범위를 설정하여 자료를 구성하고 이 용하였다. 우리나라에서는 2011년부터 전기자동차가 보급되기 시작하였지만, 실질적인 보급은 2013년부터 시작되었다. Li et al.(2012)와 Hausman et al.(1993)에서 중국 내 인터넷 보급과 미국 내 전화 보급 관련 연구에서 월 단위 자료를 이용하여 분석을 진행한 것과 같이 시간적 범위는 민간 보조금 지급을 시작한 2013년부터 2018년까지에 해당하는 6개년으로 시계열 자료의 단위는 월이다. 지역적 특성을 고려한 패널데이터 분석을 위해 공간적 범위는 전국 17개 시도를 대상으로 하였으며, 지역별 인자 자료로 구축하였다.

우리나라 전기차 구매에 영향을 미치는 요인 분석을 위해 적용된 변수는 종속변수인 신규등록된 전기차의 대수와 15개의 독립변수인 신규등록 경유 차량 대수, 신규등록 휘발유 차량 대수, 전체 신규등록 차량 대수, 국고 보조금, 지자체 보조금, 인구밀도, 1인당 소유 차량 대수, 경유 가격, 휘발유 가격, 세제감면액, 월평균 온도, 월 최저온도, 월 최고온도, 강수량, 미세먼지 지수(Particulate Matters, PM₁₀)이다(〈Table 2〉 참조).

Table 2. Variables and sources

| Types | Categories | Variables | Description | Source |
|-----------------------|--------------------------------|--|--|---|
| | | i | Region in Korea | - |
| | | t | Month | - |
| Dependent variable | | EV | Number of newly registered electric vehicles | |
| Independent variables | Vehicle | Diesel car | Number of newly registered diesel cars | MOLIT (2019) |
| | | Gasoline car | Number of newly registered gasoline cars | |
| | | Total car | Total number of car registered | |
| | Policy | Price of diesel | Monthly average diesel price | KNOC (2019) |
| | | Price of gasoline | Monthly average gasoline price | |
| | Demographic | National subsidy | National subsidy balance | ME (2019) |
| | | Regional subsidy | Regional subsidy reserved | |
| | | Tax exemption | Amount of tax exemption per electric vehicle | |
| | Climate | Population density | Number of people per square km of land area | KOSIS (2019); MOLIT (2019) |
| | | Car per capita | Number of car owned per capita | |
| Average TEMP. | | Monthly average temperature | | |
| Minimum TEMP. | | Monthly minimum temperature | | |
| Environment | Maximum TEMP. | Monthly maximum temperature | KMA Monthly Weather Report (2019) | |
| | Precipitation | Monthly average precipitation | | |
| | PM ₁₀ Concentration | Monthly average concentration of particulate matters | | AirKorea Monthly Report of Air Quality, AirKorea (2019) |

2. 변수설정

1) 종속변수

본 연구는 지역적 특성을 고려하여 국내 소비자의 전기차 구매에 영향을 미치는 인자를 살피기 위한 종속변수로 신규등록 전기차 대수로 설정하였다. 해당 시점에 신규등록된 전기차 대수를 활용하되, 국내 전기자동차의 신규 보급 정도를 보기 위해 폐차로 인해 말소된 전기차 대수는 적용하지 않았다.

2) 설명변수

차량 관련 요인으로는 신규등록된 경유 차량 대수, 신규등록된 휘발유차량 대수, 전체 신규등록 차량 대수를 대상으로 하여 자료를 구성하였다. 전기차 대수와 경유차량 대수, 휘발유차량 대수, 전체 차량 대수의 경우, 모두 누적 대수가 아닌 지역별 해당 월에 신규등록된 차량의 수로 설정하여 연료별 차량 대수 혹은 전체 차량 대비 전기차 신규등록 대수의 변화를 보고자 하였다. 신규등록된 경유 차량 대수와 신규등록 휘발유 차량 대수, 전체 신규등록 차량 경유 가격은 국토교통부 통계누리에서 제공하는 데이터를, 경유 가격과 휘발유 가격은 오픈넷에서 제공하는 데이터를 사용하여 전기차 보급이 내연기관차에 미치는 경쟁력을 반영하고자 설정하였다.

정책적 요인인 국고 보조금의 경우, 연간 확보된 보조금의 액수가 아닌 잔액을 적용하고자 월별 신규 등록된 전기차 대수와 전기차 한 대에 주어지는 보조금을 곱한 후, 제하는 방식을 이용하여 국고 보조금 변수로 활용하였다. 국고 보조금과 인자를 산정하기 위한 식은 식 (1)과 같다.

$$Natl.Subsidy_{i,t} = AnnualBudget_{i,t} - (NofEV_{i,t} \times Subsidy_{i,t}) \quad (1)$$

여기서, $Natl.Subsidy_{i,t}$ 는 i 지역의 t 시기 국고 보조금의 잔액을, $AnnualBudget_{i,t}$ 는 t 시기 국고 보조금 예산을 의미하며, $NofEV_{i,t}$ 는 i 지역의 t 시기 전기차 신규등록 수, $Subsidy_{i,t}$ 는 i 지역의 t 시기 전기차 한 대당 지원 보조금을 의미한다.

지자체 보조금은 지원가능한 잔여 대수를 산출하여 지자체 보조금 변수로 활용하였다. 지자체 보조금 인자를 산정하기 위한 식은 식 (2)와 같다.

$$Reg.Subsidy_{i,t} = AnnualBudget_{i,t} - NofEV_{i,t} \quad (2)$$

여기서, $Reg.Subsidy_{i,t}$ 는 i 지역의 t 시기 지자체 보조금의 잔여 대수를, $AnnualBudget_{i,t}$ 는 t 시기 지자체 보조금 지원 가능 대수를, $NofEV_{i,t}$ 는 i 지역의 t 시기 전기차 신규등록 수를 의미한다.

국고 보조금과 지자체 보조금은 예산과 지원 차량 대수가 연간 예산으로 제공되기 때문에 월간자료 적용과 함께 잔액과 잔여 대

수를 활용함으로써 국고 및 지자체 보조금에 대한 지역적 특성을 반영하고자 하였다. 세금감면액은 개별소비세와 교육세, 취득세, 공채할인의 총합으로 설정하여 자료를 구성하였다.

인구조사 요인은 인구밀도와 1인당 차량보유 대수로 구성하였으며, 인구조사에서 분석된 인구를 적용하여 인구밀도를 산출하였으며, 이와 마찬가지로 지역의 전체 차량 수에 인구를 나눠 1인당 차량보유 대수를 산정하였다. 전기차는 온도와 습도에 의해 항속거리와 에너지효율에 변화를 보이는데(Yuksel and Michalek, 2015), 본 연구에서는 이러한 전기자동차의 특성을 반영하여 전기자동차 구매에 영향을 미치는 인자로 기상요인을 포함하였다. 기상요인을 구성하는 인자로는 월 평균온도와 월 최저온도, 월 최고온도, 강수량으로 설정하였다.

마지막으로 환경적 요인에 포함된 미세먼지 지수는 PM_{10} 으로 자료를 구성하였으며 우리나라는 초미세먼지인 $PM_{2.5}$ 의 측정은 2015년부터 시작하여 제외하였다. PM_{10} 변수는 에어코리아 월별 대기환경보고서에서 제공하는 데이터를 이용하였다.

3. 패널분석모형

1) 패널데이터 정상성 검정

전기차 구매에 영향을 미칠 것으로 고려된 인자는 패널분석에 앞서 통계적 유의성을 확보하기 위해 패널데이터의 정상성을 검정하였다. 자료가 정상성을 띠지 않을 경우, 변수 간의 상관관계가 없음에도 불구하고 외견상 유의한 연관관계를 보이는 허구적 회귀(Spurious regression)로 인하여 결정계수(R^2) 값이 높으나 더빈-왓슨(Durbin-Watson) 통계량이 낮은 등의 현상이 발생할 수 있다. 이러한 시계열자료의 불안정성(Non-stationary)에 따라 결과가 왜곡될 수 있기에 패널데이터를 적용하기 위해서는 분석에 적용되는 변수들의 정상성을 확보해야 한다(권장한, 2017).

패널자료로 구성된 변수들의 정상성을 검정하기 위해서 Augmented Dickey Fuller(ADF) 검정을 시행하였다. ADF검정은 Dickey Fuller 검정에 시차를 추가한 검정으로 단위근의 존재 여부를 검정하는 방법으로 귀무가설은 '패널데이터에 단위근이 존재한다'이며, 대립가설은 '각 시계열은 일정 간격으로 정상성을 가지고 있다'는 것이다(남준우·이한석, 2013). 이는 ADF 검정을 통해 변수가 귀무가설을 기각하고 대립가설을 채택할 경우 해당 변수는 정상성을 띠고 있는 것을 의미하며 χ^2 의 통계량을 보인다. 변수가 정상성을 띠지 않을 경우, 변수간 공적분 관계를 확인을 위해 패널 공적분(Panel cointegration) 검정을 시행하여야 한다(민인식·최필선, 2016).

2) 패널데이터 효과모형

본 연구는 전국 17개 시·도 횡단면 자료가 2013년부터 2018년에 걸쳐 월별 시계열로 패널 선형 회귀모형을 사용하였다. 사용

한 자료는 횡단면 자료를 시간적으로 연결한 자료이기 때문에 횡단면 자료에서 나타날 수 있는 이분산의 문제와 시계열 자료의 계열 상관의 문제가 동시에 나타날 수 있다(김병곤, 2004). 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 시계열 자료와 횡단면 자료를 통합한 균형패널자료(Balanced panel data)로 구축하여 사용하였다. 패널자료를 적용함으로써 정밀하게 가변성을 분석할 수 있으며, 다중공선성으로 인해 발생할 수 있는 문제가 적다(강보경, 2009). 또한, 독립변수가 개체들의 특징을 설명할 수 있는지의 여부를 확인하기 위해 Pooled Ordinary Least Square(POLS) 추정을 통한 분석을 실행하였다. POLS는 모든 관찰치를 서로 다른 개별 지역인 것으로 간주하여 분석하기에 일반적인 OLS(Ordinary Least Square)를 적용하는 것과 동일하다(Wooldridge, 2002). 고정효과가 존재하는 모형에 POLS모형을 적용할 경우, 개체의 고유한 속성으로 인한 공통성이 인과관계로 오인될 수 있다. 통합된 자료(Pooling data) 변수들을 통제하지 못하기 때문에 추정량에 편향이 존재할 수 있다(강보경, 2009). 이와 달리, 패널자료분석은 관찰되지 않은 이질성을 최대한 통제하여 순수한 변수의 효과를 추정할 수 있게 한다(엄동욱, 2008). 따라서 본 연구에서는 변수들을 효과적인 분석을 하기 위해 고정효과모형과 확률효과 모형으로 세분화하여 분석하였으며, 이용하는 패널 선형 회귀모형은 아래의 식 (3)과 같다.

$$y = \beta_1 Dieselcar_{i,t} + \beta_2 Gasolinecar_{i,t} + \beta_3 Totalcar_{i,t} + \beta_4 Natl.Subsidy_{i,t} + \beta_5 Reg.Subsidy_{i,t} + \beta_6 PopulationDensity_{i,t} + \beta_7 CarperCapita_{i,t} + \beta_8 AvgTemp_{i,t} + \beta_9 MinTemp_{i,t} + \mu_i + \epsilon_{i,t} \quad (3)$$

여기서, i 는 지역, t 는 월을 나타내며, y 는 종속변수로서 신규 등록된 전기차 대수, $x_{i,t}$ 는 독립변수로 전기차에 영향을 미치는 요인, μ_i 는 개체특정상수항으로 지역별 고정효과를 의미한다. 또한, β 는 추정계수, $\epsilon_{i,t}$ 는 오차항을 나타낸다. 패널회귀모형은 개체특정상수항의 형태에 따라 고정효과모형과 확률 효과모형으로 나누어지며, 두 모형은 비관측된 개체효과들이 독립변수들과의 상관관계 포함 여부에 있어 큰 차이를 보인다(Greene, 2012). 고정효과 모형은 관측할 수 없는 특성을 고정된 상수로 가정하는 모델이지만 확률효과모형은 관측할 수 없는 특성이 고정되어 있지 않다는 고정 하에 각각의 사례를 다른 관찰값으로 취급하여 분석하는 방법이다(최옥금, 2007). 전기차 구매에 영향을 미치는 인자 추정을 위해 지역을 고정으로 하여 패널고정효과모형(Panel fixed effect model)과 패널확률효과모형(Panel random effect model)을 구성하였으며, 오픈소스 프로그램인 R 3.3.1과 R Studio를 이용하여 구현하였다. 이후 두 가지 모형 중 전기차 보급 모델에 적합한 모형을 판단하기 위해 패널가설검정인 하우스만 검정(Hausman test)을 실시하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 자료의 기술통계 및 정상성 검토

2013년부터 2018년까지의 6개년 동안 17개 시도의 신규등록 전기차 대수의 지역별 평균과 분산은 <Table3>과 같다. 신규등록된 전기차 대수의 평균이 가장 높은 지역은 전기자동차 선도도시로 선정되어 전국 최초로 전기자동차 민간보급사업을 시작한 제주도로, 두 번째로 높은 평균을 보인 서울과도 큰 차이를 보였다. 우리나라에서 가장 낮은 신규등록 전기차 대수 평균을 보인 지역은 세종특별자치시로 분석되었다. 세종특별자치시의 경우, 2013년부터 2016년까지의 신규등록 전기차 대수가 25대에 불과하였으나, 2017년부터 지자체 보조금이 제공되기 시작하며 보급이 증가하였다.

각각의 독립변수들에 대한 기술통계 분석결과는 <Table 4>와 같다. 차량 관련 요인 중 신규 등록된 경우 차량과 휘발유 차량의 대수의 최댓값은 각각 14.84천 대와 11.10천 대로 신규 경우 차량 최댓값이 신규 휘발유 차량보다 약 1.34배 큰 수치를 보였다. 국토교통부(2020)에 따르면, 2015년 당시 새로운 모델 출시와 수입 차 제작사의 활발한 마케팅 효과 및 안정적인 유가 등의 영향으로 신규등록 대수가 전년 대비 2.6배 증가하여 나타난 결과로 분석되었다. 국고 보조금과 지자체 보조금은 잔액과 잔여 지원 대수를 적용하여 연초와 연말의 차이가 크게 나타나고 최솟값과 최댓값의 차이도 크게 나타나는 것으로 사료된다. 또한, 온도와 연관된

Table 3. Conditional mean and variance of newly registered EV

| Region | Mean | Variance |
|--------------|--------|-----------|
| Seoul | 129.96 | 40,025.48 |
| Busan | 20.64 | 1,058.60 |
| Daegu | 91.60 | 28,742.30 |
| Incheon | 17.83 | 811.83 |
| Gwangju | 20.03 | 1,077.91 |
| Daejeon | 18.33 | 1,526.34 |
| Ulsan | 11.64 | 472.12 |
| Sejong | 5.42 | 291.15 |
| Gyeonggi | 86.71 | 19,754.86 |
| Gangwon | 18.83 | 1,106.14 |
| Chungbuk | 16.49 | 2,922.14 |
| Chungnam | 15.11 | 805.85 |
| Jeonbuk | 13.74 | 669.75 |
| Jeonnam | 26.17 | 1,210.73 |
| Gyeongbuk | 27.00 | 1,842.65 |
| Gyeongnam | 27.88 | 1,697.07 |
| Jeju | 212.07 | 62,780.43 |
| Observations | | 72 |

Table 4. Descriptive statistics of variables

| Categories | Variables | Unit | Minimum | Maximum | Average |
|------------------|--------------------------------|-------------------|-------------|----------|----------|
| | i | - | - | - | - |
| | t | - | 2013. 01 | 2018. 12 | - |
| | EV | Cars | 0 | 1,091 | 44.72 |
| Vehicle | Diesel car | Thousand cars | 0 | 14.84 | 2.05 |
| | Gasoline car | Thousand cars | 0 | 11.10 | 1.19 |
| | Total car | Thousand cars | 0 | 24.84 | 3.36 |
| | Price of diesel | won/L | 1,079.62 | 1,869.29 | 1,423.11 |
| | Price of gasoline | won/L | 1,327.02 | 2,067.42 | 1,624.66 |
| | Policy | National subsidy | Billion won | 0 | 748.76 |
| Regional subsidy | | Cars | 0 | 6,723.00 | 264.83 |
| Tax exemption | | Million won/ea | 2.60 | 3.90 | 2.82 |
| Census | Population density | Population/ha | 0.91 | 168.54 | 21.72 |
| | Car per capita | Cars/Person | 0.24 | 0.68 | 0.35 |
| Climate | Average TEMP. | ℃ | -4.7 | 29.00 | 13.50 |
| | Minimum TEMP. | ℃ | -20.50 | 23.20 | 2.91 |
| | Maximum TEMP. | ℃ | 7.2 | 39.60 | 25.16 |
| | Precipitation | mm | 0 | 676.20 | 98.90 |
| Environment | PM ₁₀ Concentration | μg/m ³ | 19 | 88 | 44.36 |

변수인 월 평균온도와 월 최저온도, 월 최고온도는 연간 기온 자료와 달리 월별 기온을 이용하여 계절에 따른 기온 차에 따라 최소값과 최대값에 차이가 있는 것으로 분석되었다. 강수량도 인자의 최소값과 최대값의 차이가 큰 것으로 나타났는데, 이는 비가 오지 않는 가뭄 시와 많은 양의 비가 내리는 6월과 7월의 장마철의 강수량으로 인한 것으로 판단된다.

Augmented Dickey Fuller(ADF) 검정 결과(〈Table 5〉 참조), 분석에 적용될 5가지 부문인 차량, 정책, 인구, 기후, 환경과 관련된 15개 변수 모두 정상성을 띠는 것으로 분석되었다. 변수가 유의수준 0.01에서 패널데이터에 단위근이 존재한다는 귀무가설을 기각하고 변수가 정상성을 가지는 대립가설을 채택하며 변수의 정상성을 확인할 수 있었다.

2. 패널분석에 따른 전기차 구매 효과 실증분석

1) 모형의 적합성 검정 결과

패널자료를 구성하는 요인을 보다 효과적으로 분석하기 위해 고정효과모형과 확률효과모형의 패널 자료에 대한 적합성을 판단하기 위해 하우스만 검정을 통해 분석을 시행하여 모형 선택의 적절성을 판단하였다. 하우스만 검정을 시행한 결과, χ^2 은 1,611.30, $p < 2.2e-16$ 으로 1% 유의수준에서 귀무가설인 '개체효과와 변수 간에 상관관계가 없다'를 기각하였다(이호·김은정, 2013). 따라서 전기차 구매에 영향을 미치는 인자분석을 위한 적

Table 5. Stationarity for variables using Augmented Dickey Fuller Test

| Variables | ADF statistic |
|--------------------------------|---------------|
| New EV | -232.79*** |
| Diesel car | -365.82*** |
| Gasoline car | -351.78*** |
| Total car | -367.92*** |
| Price of diesel | -29.73*** |
| Price of gasoline | -32.06*** |
| National subsidy | -256.94*** |
| Regional subsidy | -231.07*** |
| Tax exemption | -17.532*** |
| Population density | -272.30*** |
| Car per capita | -304.14*** |
| Average TEMP. | -46.12*** |
| Minimum TEMP. | -58.90*** |
| Maximum TEMP. | -59.23*** |
| Precipitation | -149.10*** |
| PM ₁₀ Concentration | -120.00*** |

***p<0.01

절한 모형은 패널고정효과모형(Panel fixed effect model)으로 확인되었다.

2) 패널고정효과모형에 의한 실증분석 결과

전기차 신규등록 대수와 지역적 특성을 고려한 인자 간의 분석된 모형에 6개년 패널 자료를 적용하여 패널 분석의 타당성을 확인하기 위해 LM 검정(Breusch-Pagan Lagrange Multiplier Test)을 시행하였다. 그 결과, F-통계량은 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의하여 LM 검정을 통해 횡단면 자료를 통합하여 분석하는 것보다 패널자료 분석이 적합한 것으로 사료되었다. 또한, POLS와 고정효과 검증을 위해 F 검정을 진행한 결과, F 검정의 유의수준이 5% 이내로 패널의 개체특성을 모형에서 고려한 고정효과 모형이 적절한 것으로 나타났다.

본 모형의 경우 약 48%의 설명력을 지니는 통계적으로 유의한 모형으로 확인되었다(〈Table 6〉 참조). 정상성 검증을 진행한 변수 15개 중 전기차 구매에 영향을 미치는 변수는 신규 등록된 경유 차량 대수와 휘발유 차량 대수, 전체 신규등록 차량 대수, 국고 보조금, 지자체 보조금, 인구밀도, 1인당 차량보유대수, 월 평균 온도, 월 최저온도, 미세먼지 농도, 경유 가격으로 분석되었다.

신규 전기차 등록 대수를 종속변수로 하는 본 모형에서 통계적으로 유의한 인자 중 전체 신규등록 차량 대수와 지자체 보조금,

1인당 차량보유 대수, 월 최저온도는 전기자동차 구매에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이와 반대로 신규등록 경유 차량 대수와 휘발유 차량 대수, 국고 보조금, 인구밀도, 월 평균 온도, 미세먼지 지수는 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 영향인자는 보조금 지급 등과 같이 정책적으로 통제 혹은 조절 가능한 인자와 지역별 온도, 인구밀도와 같이 불가한 인자로 크게 나눌 수 있다. 그중 조절이 가능한 정책적 요인 변수에서는 국고 보조금 예산 잔액과 지자체 보조금 지원 가능 대수가 전기차 구매에 상반된 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 국고 보조금예산의 잔액은 오를수록 구매하는 전기차 대수가 적어지는 부(-)의 영향을 미치며, 국고 보조금 예산 잔액이 10억 증가 시 신규등록 전기차는 0.61대가 줄어들 것으로 분석되었다. 반대로 지자체의 보조금 지원 가능한 잔여 전기차 대수의 경우는 전기차의 신규등록 대수와 비례관계를 갖는 것으로 확인되었다. 지자체 보조금 지원 잔여 대수가 1 증가 시, 0.05대 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 국고 보조금과 지자체 보조금의 지원방식이 상이함에 따라 기인한 것으로 판단된다. 먼저 국가에서 지원해주는 보조금의 경우, 『보조금 관리에 대한 법』에 따라 환경부에서 보급대상이

Table 6. Factors affecting dissemination of electric vehicles

| Categories | Variables | Fixed effect | | Random effect | |
|-------------|--------------------------------|--------------|----------|---------------|----------|
| | | Estimated | t-value | Estimated | z-value |
| | Intercept | - | - | -310.40 | -5.45*** |
| Vehicle | Diesel car | -46.59 | -8.01*** | -43.75 | -7.79*** |
| | Gasoline car | -46.80 | -5.83*** | -56.37 | -6.98*** |
| | Total car | 46.54 | 8.31*** | 51.90 | 8.89*** |
| | Price of diesel | 0.14 | 1.25 | 0.54 | 3.42** |
| | Price of gasoline | -0.04 | -0.32 | -0.34 | -2.79** |
| Policy | National subsidy | -0.61 | -6.61*** | -0.71 | -7.33*** |
| | Regional subsidy | 0.05 | 5.52*** | 0.09 | 8.75*** |
| | Tax exemption | 0.04 | 0.57 | 0.30 | 4.94*** |
| Census | Population density | -34.71 | -9.44*** | 1.15 | 13.77*** |
| | Car per capita | 1,924.90 | 16.92*** | 863.75 | 14.86*** |
| Climate | Average TEMP. | -4.27 | -2.03* | -3.71 | -1.63*** |
| | Minimum TEMP. | 2.60 | 2.06* | 1.41 | 1.05 |
| | Maximum TEMP. | 1.67 | 1.33 | 2.58 | 1.95 |
| | Precipitation | -0.04 | -1.37 | -0.02 | -0.65 |
| Environment | PM ₁₀ Concentration | -0.54 | -2.34* | -0.97 | -3.98*** |
| | N | | 1,224 | | 1,224 |
| | R ² | | 0.50 | | 0.51 |
| | Adj. R ² | | 0.48 | | 0.50 |
| | Hausman Test (χ ²) | | | | 1,611.3 |

1) *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

2) R² within is the coefficient of determination after eliminating effectiveness between groups, which is a concept in within group

되는 전기 차량의 종류에 따라 보조금을 차등 지급하고 있다. 하지만 지자체 보조금은 『친환경자동차법』 제10조에 따라 지방자치단체에서 전기차 보조금으로 할당된 금액을 정해진 대수에 한하여 전기 승용 차종에 동일하게 지급하는 방식으로 보조금 형평성을 유지하며 국고 보조금 지원방식과는 차이를 보임에 따라 상반된 영향을 보인 것으로 판단된다.

환경적인 요인에서는 미세먼지 지수(PM₁₀)가 낮아질수록 전기차 신규등록 대수는 증가하는 부(-)의 영향을 미치고 있는 것으로 분석되었다. 이는 전기차는 내연기관차 달리 건강과 직결된 미세먼지를 전혀 배출하지 않는 ZEV(Zero Emission Vehicle)로 소비자들의 친환경 소비에 대한 인식 강화에 따른 것으로 사료된다(김경연, 2009; 강희은, 2015).

기상부문에 속한 요인 중 월평균 온도와 최저온도가 전기차 보급 활성화에 영향을 미치는 변수로 나타났지만, 이는 인위적으로 조절이 불가능한 변수이다. 월평균 온도가 1도씩 올라갈 때마다 신규로 등록되는 전기차 대수는 4.27대씩 감소할 것으로 분석되었다. 월 최저온도의 1도 상승은 신규등록 전기차 대수의 2.60대 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 전기차 배터리의 낮은 기온에 대한 취약성으로 인해 항속거리가 줄어드는 현상에 영향을 받는 것으로 판단된다(Yuksel and Michalek, 2015; Taggart, 2017).

차량 관련 요인 변수의 경우 차량등록 대수와 전체 차량등록대수가 각각 전기차 신규등록 대수와 부(-)와 정(+)의 관계를 보였다. 신규로 등록한 경유차가 1천 대 감소할 경우, 신규등록 전기차는 46.59대 증가하는 것으로 나타났으며, 신규 등록되는 휘발유 차량도 전기차와 부(-)의 관계를 보이며 1천 대의 휘발유차 신규등록 시, 전기차는 46.80대 증가할 것으로 분석되었다. 하지만 전체 차량 대수가 1천 대 증가 시 전기차 대수는 46.54대 증가하는 것으로 분석되었다. 이는 전체 차량의 대수가 증가함에 따른 전기차 신규등록 대수 증가로 사료된다. 또한, 경유 가격에 상승에 따라 전기자동차의 신규등록 대수가 증가하는 현상은 연료 가격 상승으로 인해 많은 자동차 수요자들이 연료비 부담을 낮추고자 전기자동차와 같은 고효율 자동차에 대한 선호로 인한 것으로 판단된다(최도영 외, 2012).

지역을 고정으로 하여 고정효과모형을 적용한 결과, 지역의 특성을 반영하여 분석된 각 시도별 상수는 <Table 7>과 같았다. 서울특별시를 비롯한 대부분의 광역시에서 양의 상수값을 보였다. 하지만 울산광역시와 세종특별자치시는 음의 상수를 갖는 것으로 분석되었다. Sierzchula et al.(2014)에 따르면 전기차 제조 본사나 공장이 있는 지역은 소비자의 전기차 구매에 긍정적 영향을 미친다고 주장하였지만, 국내의 울산광역시는 전기차 제조공장과 전기차 부품공장이 소재하고 있음에도 불구하고 오히려 전기차 구매에 부의 영향을 미치고 있는 것으로 확인되었다. 광역시의 상수는 대부분 양의 값을 가지고 있는 것으로 나타났으나 이와 반대로 9개의 도는 모두 음의 값을 가지고 있는 것으로 분석되었다.

Table 7. Estimated intercepts of region fixed effects model

| Region | Intercept |
|-----------|-----------|
| Seoul | 5,989.80 |
| Busan | 1,101.78 |
| Daegu | 342.31 |
| Incheon | 181.60 |
| Gwangju | 365.50 |
| Daejeon | 307.89 |
| Ulsan | -425.81 |
| Sejong | -677.95 |
| Gyeonggi | -252.02 |
| Gangwon | -744.98 |
| Chungbuk | -724.23 |
| Chungnam | -715.37 |
| Jeonbuk | -689.15 |
| Jeonnam | -715.76 |
| Gyeongbuk | -750.10 |
| Gyeongnam | -700.23 |
| Jeju | -828.85 |

3) 패널확률효과모형에 의한 실증분석

확률효과를 이용하여 추정한 본 모형은 50%의 설명력을 가지는 모형으로 확인되었다. 이는 고정효과모형의 설명력인 48%와 큰 차이를 보이지 않는 수로 추정 결과 신규등록 경유 차량 대수와 전체 신규등록 차량 대수, 경유 가격, 휘발유 가격, 국고 보조금, 지자체 보조금, 세금감면, 인구밀도, 1인당 차량보유 대수, 미세먼지 지수로 나타났다.

먼저, 차량 관련 요인을 보면, 신규등록된 경유 차량의 대수와 휘발유 차량의 대수는 전기차 신규등록 대수와 부(-)의 영향을 주는 것으로 나타났지만 전체 신규 차량등록 대수와는 정(+)의 영향을 갖는 것으로 분석되었다. 즉, 신규 전기차 등록 대수가 증가할수록 신규 경유 차량 대수는 감소하지만, 전체 신규등록 차량 대수는 증가하는 것을 알 수 있었다. 디젤 차량 대수와 전체 신규등록 차량은 고정효과모형과 확률효과모형에서 모두 유의한 인자로 나타나며, 신규등록하는 경유 차량과 휘발유 차량 1천 대의 감소함으로 신규등록 전기차는 각각 43.75대, 56.37대 증가하는 것으로 확인되었다.

확률효과모형에서는 고정효과모형과 달리 조절 가능 변수인 정책적 요인 국고 보조금과 지자체 보조금, 세금감면 3개의 인자 모두 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다. 국고 보조금의 경우 전기차 구매에 부(-)의 영향을 주지만 이와 달리 지자체 보조금과 세금감면은 정(+)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 국고 보조금 예산의 잔액이 줄어들수록 신규 전기차 대수는 증가하는 반면 지자체 보조금의 지원 가능 잔여 대수가 100대 늘어날수록 신규등

록 전기차 대수가 9대 증가하는 것으로 분석되었다. 전기차 1대당 세금감면액이 1억 원 증가 시, 전기차 신규등록대수는 30대 늘어나는 것으로 나타나 지자체 보조금보다 세금감면이 소비자의 전기차 구매에 더 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

인구조사요인을 구성하고 있는 인구밀도와 1인당 차량보유 대수는 확률효과모형에서 통계적으로 유의한 인자로 나타났다. 1인당 차량보유 대수는 전기자동차의 구매에 영향을 미치지 않는다는 선행연구(Sierzchula et al., 2014)와 달리 본 연구의 고정효과모형과 확률효과모형 모두에서 전기차 구매에 영향을 미치는 것으로 결과가 도출되었다. 1인당 차량 보유 대수가 1대 증가 시, 전기차 신규등록 대수는 약 864대 증가하는 것으로 나타나며, 고려된 인자 중 전기차 구매에 가장 큰 영향을 미치는 변수로 분석되었다. 기상요인의 인자들은 패널고정효과모형에서는 월 평균온도와 월 최저온도가 전기차 구매에 영향을 미치는 것으로 나타난 바와 달리 패널확률효과모형에서는 모든 기상요인 인자들이 전기차 구매에 미치는 영향이 미미한 것으로 확인되었다.

환경적 요인의 미세먼지 지수는 1% 유의수준에서 통계적으로 유의한 인자로 신규등록대수에 부(-)의 영향을 주는 것으로 확인되었다. 이는 환경적 요인은 전기차 신규등록대수 변화와 반비례의 관계가 있으며, 미세먼지 지수가 낮아지면 전기차 신규등록대수는 증가하는 것을 알 수 있었다. 국내에서 미세먼지가 증가하고 있다는 점을 고려하였을 때 전기차의 증가로 미세먼지 감소 효과가 나타난다면 전기차를 통해 소비자들의 친환경 소비를 하고자 하는 욕구를 더욱 자극할 수 있을 것으로 판단된다.

V. 결론

본 연구에서는 지역별 월별 시계열 자료를 바탕으로 우리나라의 전기차 구매에 영향을 미치는 요인을 정량적인 분석을 통해 규명하고자 하였다. 먼저 지역적 특성을 고려한 월 단위의 시계열 자료에서 나타나는 계절성 등에 대한 영향을 고려하기 위해 인자의 정상성을 확인하였다. 또한, 하우스만 검정을 통해 패널고정효과모형과 패널확률효과모형에 대한 전기차 보급 모형을 설계하였다.

패널고정효과모형과 패널확률효과모형으로 국내 17개 시·도를 대상으로 소비자의 전기차 구매 영향인자를 분석한 결과, 각각 48%와 50%의 설명력을 갖는 전기차 구매 모형을 확인하였다. 5개의 카테고리인 차량관련과 정책, 인구조사, 기후, 환경에 분류된 인자들은 모형에 따라 각기 다른 영향을 보이는 것으로 나타났으며, 하우스만 검정을 통해 패널고정효과모형을 설명하기에 더욱 적절한 것으로 분석되었으나, 고정효과 모형보다 패널확률효과모형에서 더 많은 변수가 통계적으로 유의한 영향인자로 분석되었다.

차량 관련 카테고리의 신규등록 디젤차량 대수와 전체 신규등

록 차량 대수는 패널고정효과모형과 패널확률효과모형 모두에서 각각 부(-)의 영향과 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 하지만 확률효과모형의 경우, 디젤의 가격과 가솔린의 가격 또한 영향인자로 분석되었다. 패널고정효과모형에서는 국고 보조금과 지자체 보조금만이 영향인자로 각각 부(-)의 영향과 정(+)의 영향을 미치는 것으로 확인되었으나 확률효과모형은 전기차 보급에 긍정적 영향을 미치는 세금감면도 영향인자로 나타났다. 인구조사 카테고리의 인구밀도와 1인당 차량보유대수, 환경적 요인을 대변하는 미세먼지지수는 두 모형 모두에서 영향인자로 분석되었다. 각 지역의 기상조건이 전기차 구매에 영향을 미치는지를 볼 수 있는 기상카테고리의 인자 중 월평균온도와 월최저온도가 패널고정효과모형에서 영향력이 있는 것으로 나타났다. 하지만 패널확률효과모형에서는 기상카테고리의 모든 인자가 영향인자가 아닌 것으로 분석되었다.

본 연구는 지역적 특성을 고려하여 국내 소비자의 전기차 구매에 영향을 미치는 요인을 카테고리별로 분석하였다. 이에 따른 연구결과가 전기차 구매를 모두 대변하기에는 어려움이 있지만 향후 정책적 레버리지로 활용할 수 있는 영향인자 이용 시, 전기차 구매 증가에 따른 전기차 보급의 동태적 변화 분석을 위한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 우리나라 전력발전 포트폴리오를 고려하여 전기차 보급이 실질적으로 미치는 환경영향에 대한 분석을 반영할 필요가 있다고 사료된다.

인용문헌 References

1. 강보경, 2009. “중력모형을 이용한 동아시아 지역의 경제통합에 대한 무역창출효과 분석”, 『산업경제연구』, 22(4): 1961-1974.
Kang, B.K., 2009. “The Analysis Using the Gravity Model of Trade Creating Effect of Economic Integration in East Asia”, *Journal of Industrial Economics and Business*, 22(4): 1961-1974.
2. 강희은, 2015. “「2018 글로벌 전기차 Top 3 도시」를 위한 친환경 전기차 확대 보급방안”, 『오토저널』, 37(1): 57-62.
Kang, H.E., 2015. “Study on the Expansion of Eco-friendly Electric Vehicles for Top 3 Global Electric Vehicles in 2018”, *Journal of the Korean Society of Automotive Engineers*, 37(1): 57-62.
3. 관계부처합동, 2016. 「제1차 기후변화대응 기본계획」, 세종.
Interagency Committees, 2016. *The First Framework on Climate Change*, Sejong.
4. 권장한, 2017. “한류와 방한 외래객 간의 상관관계 분석”, 『관광학연구』, 41(1): 99-118.
Kwon, C.H., 2017. “A Study on the Relationship between the Korean Wave and Korea's International Tourism Demand”, *Journal of Tourism Sciences*, 41(1): 99-118.
5. 김정연, 2009. “전기자동차가 물고 올 변화의 물결”, 『LG Business Insight』, 11(25): 2-21.

- Kim, K.Y., 2009. "Wave of Change from Electric Cars Will Bring", *LG Business Insight*, 11(25): 2-21.
6. 김규옥·박지영·엄기중·임민희, 2011. 「전기차 중심의 미래교통 체계 구상 및 추진전략」, 세종: 한국교통연구원.
Kim, K.O., Park, J.Y., Eom, K.J., and Lim, M.H., 2011. *Envisioning a Future Transport System with Electric Car*, Sejong: The Korea Transport Institute.
7. 김병곤, 2004. "고정효과모형을 이용한 사업다각화와 기업가치의 영향관계 분석", 「금융공학연구」, 3(2): 222-133.
Kim, B.G., 2004. "Analysis of Impact Relation between the Business Diversification and Entrepreneurship Using a Fixed Effect Model", *The Korean Journal of Financial Engineering*, 3(2): 111-133.
8. 남준우·이한석, 2013. 「계량경제학」, 서울: 홍문사.
Nam, J.W. and Lee, H.S., 2013. *Econometrics*, Seoul: Hongmonsa.
9. 민인식·최필선, 2016. 「STATA 시계열데이터 분석」, 파주: 지필미디어.
Min, I.S. and Choi, P.S., 2016. *STAT Time Series Data Analysis*, Paju: Jiphil Media.
10. 배동주, 2020. "전기차 충전기 기본요금 할인 축소 후폭풍 한전 적자 매우려다 민간 사업자 씨 마른다", 「이코노미스트」, 1571: 20-21.
Bae, D.J., 2020. "Private Businesses Are Drying Up as They Try to Make Up for KEPCO's Deficit after Reducing Basic Rate Discounts on Electric Car Chargers", *Economist*, 1571: 20-21.
11. 엄동욱, 2008. "패널자료를 이용한 연공임금 분석: 한국노동패널 조사(1~9차) 자료를 중심으로", 「POSRI 경영경제연구」, 8(2): 79-105.
Eom, D.W., 2008. "Analysis of Seniority Wage Using Panel Data: Based on the Korean Labor Panel Survey Data (1st-9th)", *POSRI Business Review*, 8(2): 79-105.
12. 여경규·박선주, 2016. "전기자동차 보급이 온실가스 배출량과 전력계통에 미치는 영향에 대한 연구", 「연세경영연구」, 53(1): 117-146.
Yeo, K.K. and Park, S.J., 2016. "A Study on the Impact of Electric Vehicle Penetration on Greenhouse Gas Emission and Power System", *Yonsei Business Review*, 53(1): 117-146.
13. 온실가스종합정보센터, 2019. 「2018 국가 온실가스 인벤토리 보고서」, 서울.
Greenhouse Gas Inventory and Research Center (GIR), 2019. *2018 National Greenhouse Gas Inventory Report of Korea*, Seoul.
14. 이호·김은정, 2013. "수익률이 투자자의 매매행태에 휴리스틱으로 작용하는가?", 「경영교육연구」, 28(2): 235-259.
Lee, H. and Kim, E.J., 2013. "Does Return Work as Heuristics of Investors Behavior in the Korea Stock Market?", *Journal of Korea Association of Business Education*, 28(2): 235-259.
15. 주우진·임미자·송미령, 2017. "전기차 구매의사 영향요인에 대한 문헌 리뷰 및 실증분석: 소비자 심리적 특성 변인의 영향을 중심으로", 「소비자학연구」, 28(6): 97-127.
Chu, W.J., Im, M.J., and Song, M.R., 2017. "Review and Empirical Analysis on Factors Influencing Purchase Intention of Electric Vehicles in Korea: The Role of Consumer Psychological Characteristics", *Journal of Consumer Studies*, 28(6): 97-127.
16. 최도영·박찬국·김수일, 2012. 「전기자동차 보급의 에너지수급 영향분석」, 의왕: 에너지경제연구원.
Choi, D.Y., Park, C.K., and Kim, S.I., 2012. *Analysis of the Energy Supply and Demand Effects of Electric Vehicle Distribution*, Uiwang: Korea Energy Economics Institute (KEEI).
17. 최옥금, 2007. "노인 빈곤에 영향을 미치는 요인에 대한 연구-패널자료를 활용한 분석", 「한국사회복지학」, 59(1): 5-25.
Choi, O.K., 2007. "Factors Influencing Poverty of the Elderly: Utilizing the Panel Data Model", *Korean Journal of Social Welfare*, 59(1): 5-25.
18. 한국교통연구원, 2013. 「전기차 기반 교통운영체계 연구사업」, 세종.
The Korea Transport Institute (KOTI), 2013. *A Study on the Transportation Management System Based on Electric Vehicle*, Sejong.
19. 허경옥·이신애·이재학·이상봉·한승수, 2018. "전기차보급 및 활성화정책, 전기차이용 소비자의 불만, 전기차 표준화의 방향에 대한 논의", 「표준과 표준화연구」, 8(1): 11-30.
Huh, K.O., Lee, S.A., Lee, J.H., Yi, S.B., and Han, S.S., 2018. "The Dispute about Supply Electric Car and Activation Policy, Customer Complaints on Using Elec Car, Standardization of Electric Car", *Journal of Standards and Standardization*, 8(1): 11-30.
20. 환경부, 2017. 「실구매자 이용실태 조사·분석을 통한 전기차 보급 활성화 연구용역」, 세종.
Ministry of Environment (ME), 2017. *Research on the Dissemination of Electric Vehicle through Analysis of Actual Purchaser's Utilization Pattern*, Sejong.
21. 환경부, 2019. 「제2차 기후변화대응 기본계획」, 세종.
Ministry of Environment (ME), 2019. *The Second Framework on Climate Change*, Sejong.
22. Carley, S., Krause, R.M., Lane, B.W., and Graham, J.D., 2013. "Intent to Purchase a Plug-in Electric Vehicle: A Survey of Early Impressions in Large US Cities", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 18: 39-45.
23. Egbue, O. and Long, S., 2012. "Barriers to Widespread Adoption of Electric Vehicles: An Analysis of Consumer Attitudes and Perceptions", *Energy Policy*, 48: 717-729.
24. Egner, F. and Trosvik, L., 2018. "Electric Vehicle Adoption in Sweden and the Impact of Local Policy Instruments", *Energy Policy*, 121: 584-596.
25. Graham-Rowe, E., Gardner, B., Abraham, C., Skippon, S., Dittmar, H., Hutchins, R., and Stannard, J., 2012. "Mainstream Consumers Driving Plug-in Battery-electric and Plug-in hybrid Electric Cars: A Qualitative Analysis of Responses and Evaluations", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(1): 140-153.
26. Greene, W.H., 2012. *Econometric Analysis*, London: Pearson Education Limited.
27. Hackbarth, A. and Madlener, R., 2013. "Consumer Preferences for Alternative Fuel Vehicles: A Discrete Choice Analysis", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 25: 5-17.
28. Hausman, J. Tardiff, T., and Belinfante, A., 1993. "The Effects of the Breakup of AT&T on Telephone Penetration in the United States", *The American Economic Review*, 83(2): 178-184.
29. Hidrue, M.K., Parsons, G.R., Kempton, W., and Gardner,

- M.P., 2011. "Willingness to Pay for Electric Vehicles and Their Attributes", *Resource and Energy Economics*, 33(3): 686-705.
30. International Energy Agency (IEA), 2018. *Global EV Outlook 2018*. Paris.
31. Ito, N., Takeuchi, K., and Managi, S., 2013. "Willingness to Pay for Infrastructure Investments for Alternative Fuel Vehicles", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 18: 1-8.
32. Javid, R.J. and Nejat, A., 2017. "A Comprehensive Model of Regional Electric Vehicle Adoption and Penetration", *Transport Policy*, 54: 30-42.
33. Kerkhof, M. and Boonen, A., 2013. "Effective Public Policies for EV-dissemination", *World Electric Vehicle Journal*, 6: 1079-1085.
34. Langbroek, J.H.M., Franklin, J.P., and Susilo, Y.O., 2016. "The Effect of Policy Incentives on Electric Vehicle Adoption", *Energy Policy*, 94: 94-103.
35. Li, R. and Shiu, A., 2012. "Internet Diffusion in China: A Dynamic Panel Data Analysis", *Telecommunications Policy*, 36(10-11): 872-887.
36. Li, X., Chen, P., and Wang, X., 2017. "Impacts of Renewables and Socioeconomic Factors on Electric Vehicle Demands-Panel Data Studies across 14 Countries", *Energy Policy*, 109: 473-478.
37. Madina, C., Zamora, I., and Zabala, E., 2016. "Methodology for Assessing Electric Vehicle Charging Infrastructure Business Models", *Energy Policy*, 89: 284-293.
38. Merskey, A.C., Sprei, F., Samaras, C., and Qian, Z., 2016. "Effectiveness of Incentives on Electric Vehicle Adoption in Norway", *Transportation Research D*, 46: 56-68.
39. Musti, S. and Kockelman, K.M., 2011. "Evolution of the Household Vehicle Fleet: Anticipating Fleet Composition, PHEV, Adoption and GHG Emissions in Austin, Texas", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(8): 707-720.
40. Sierchula, W., Bakker, S., Maat, K., and Wee, B., 2014. "The Influence of Financial Incentives and Other Socio-economic Factors on Electric Vehicle Adoption", *Energy Policy*, 68: 183-194.
41. Singh, B. and Strømman, A.H., 2013. "Environmental Assessment of Electrification of Road Transport in Norway: Scenarios and Impacts", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 25: 106-111.
42. Taggart, J., 2017. "Ambient Temperature Impacts on Real World Electric Vehicle Efficiency and Range", 2017 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo.
43. Tran, M., Banister, D., Bishop, J.D.K., and McCullogh, M.D., 2013. "Simulating Early Adoption of Alternative Fuel Vehicles for Sustainability", *Technological Forecasting and Social Change*, 80(5): 865-875.
44. Tseng, H.K., Wu, J.S., and Liu, X., 2013. "Affordability of Electric Vehicles for a Sustainable Transport System: An Economic and Environmental Analysis", *Energy Policy*, 61: 865-875.
45. Wooldridge, J.M., 2002. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, Cambridge: The MIT Press.
46. Wu, G., Inderbitzin, A., and Bening, C., 2015. "Total Cost of Ownership of Electric Vehicles Compared to Conventional Vehicles: A Probabilistic Analysis and Projection Cross Market Segments", *Energy Policy*, 80: 196-214.
47. Yuksel, T. and Michalek, J.J., 2015. "Effects of Regional Temperature on Electric Vehicle Efficiency, Range, and Emissions in the United States", *Environmental Science & Technology*, 49(6): 3974-3980.
48. 국가통계포털, 2019, "주요인구지표", 2019.10.06읽음. <http://kosis.kr/>
Korean Statistical Information Service (KOSIS), 2019, "Major Indicators of Population Projection", Accessed Oct. 6, 2019. <http://kosis.kr>
49. 국토교통부 통계누리, 2014. "2013년 전체 자동차등록", 2019. 12.2읽음. <http://www.stat.molit.go.kr/>.
Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT), 2014. "2013 Total Registered Motor Vehicles", Accessed Feb. 2, 2020. <http://www.stat.molit.go.kr/>.
50. 국토교통부 통계누리, 2019. "2018년 전체 자동차등록", 2019. 12.2읽음. <http://www.stat.molit.go.kr/>.
Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT), 2019. "2018 Total Registered Motor Vehicles", Accessed Feb. 2, 2020. <http://www.stat.molit.go.kr/>.
51. 국토교통부 통계누리, 2020. "2019년 전체 자동차등록", 2020.1. 14읽음. <http://www.stat.molit.go.kr/>.
Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT), 2020. "2019.9 Total Registered Motor Vehicles", Accessed Feb. 2, 2020. <http://www.stat.molit.go.kr/>.
52. 기상청, 2019. "기상월(2013.01-2018.12)", 2019.10.30읽음. <http://www.kma.go.kr/>.
Korea Meteorological Administration (KMA), 2019. "Monthly Weather Report (2013.01-2018.12)", Accessed Oct. 30, 2019. <http://www.kma.go.kr/>.
53. 에어코리아, 2019. "대기환경월보(2013.01-2018.12)", 2019.10.6 읽음. <http://www.airkorea.or.kr/>.
AirKorea, 2019. "Monthly Report of Air Quality(2013.01-2018.12)", Accessed Oct. 6, 2019. <http://airkorea.or.kr/>.
54. 한국석유공사, 2019. "국내유가통계", 2019.10.30읽음. <http://www.opinet.co.kr/>.
Korea National Oil Corporation (KNOC), 2019. "Statistics of Domestic Oil Price", Accessed Oct. 30, 2019. <http://www.opinet.co.kr/>.
55. 한국전력공사, 2020. "한국전력공사", 2020.1.5.읽음. <http://www.home.kepco.co.kr/>.
Korea Electric Power Corporation (KEPCO), 2020. "Korea Electric Power Corporation". Accessed Jan.5, 2020. <http://www.home.kepco.co.kr/>.

Date Received 2020-02-10
Date Reviewed 2020-04-20
Date Accepted 2020-04-20
Date Revised 2020-05-08
Final Received 2020-05-08