

에너지총조사를 이용한 차량 선택 요인 분석[†]

신힘철*·원두환**

요약 : 본 연구는 에너지총조사 자료를 이용하여 친환경 차량의 보급과 관련하여 소비자의 차량 선택에 영향을 주는 요인을 분석하였다. 기존의 차량 선택에 대한 소비자 선호의 연구는 대부분 단편적인 설문조사를 이용하였는데, 매번 설문조사표와 설문대상이 바뀌어서 지속적이고 일관성 있는 분석이 불가능하였다. 이에 본 연구에서는 주기적으로 수행되는 에너지총조사 자료를 이용하여 차량 선택에 대한 소비자 선호 분석이 가능하다는 것을 보여주하고자 하였다. 에너지총조사는 많은 표본의 유용한 정보를 수집함에도 불구하고 많은 경우 단순 통계를 작성하는 데 한정적으로 사용되고 있다. 2017년 에너지총조사의 수송부문 마이크로데이터 2,771개 자료를 바탕으로 소비자의 선택에 따라 변화하는 대안 특성 변수인 차량 가격, 연료 효율, 차량 모델 수를 수집하여 컨조인트 분석이 가능하도록 자료를 변환하고 분석하였다. 분석 결과 연료비 1만 원당 주행 거리가 1km(연료 효율 1단위) 증가할 때마다 해당 연료 차량의 선택 확률은 2.2% 증가하고, 대체 가능한 차량의 모델 수가 하나 증가할 때마다 해당 차량의 선택 확률은 20.5% 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구는 별도의 조사 없이 주기적으로 국가에서 시행되는 에너지총조사 결과를 이용하여 자동차 선택에 대한 소비자 선호를 분석하는 것이 가능하다는 것을 보여주었다.

주제어 : 친환경차, 차량 선택, 조건부로지, 에너지총조사

JEL 분류 : D12, Q47, L62

접수일(2022년 4월 25일), 수정일(2022년 5월 25일), 게재확정일(2022년 5월 26일)

[†]본 논문은 2020년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2020S1A5B8103268).

* 에너지경제연구원, 부연구위원, 제1저자(e-mail: hcschin@keei.re.kr)

** 부산대학교, 교수, 교신저자(e-mail: doohwan@pusan.ac.kr)

Analysis of Vehicle Selection Factors Using Energy Census[†]

Him Chul Shin* and DooHwan Won**

ABSTRACT : This study tried to analyze the factors affecting consumers' vehicle selection for the spread of eco-friendly vehicles. We used the energy census data for this purpose, and although the energy census collects useful information from a large number of samples, it has been limitedly used to create simple statistics in many cases. Based on 2,771 transport sector microdata from the 2017 Energy Census, we collected vehicle price, fuel efficiency, and number of vehicle models, which are alternative characteristic variables that change according to consumers' choice, and converted and analyzed data to enable conjoint analysis. The analysis results in two-folds. First, it was confirmed that the official fuel efficiency of a vehicle and the fuel cost, which is affected by changes in the relative price of each fuel, are important variables in selecting an eco-friendly vehicle. In order to achieve the goal of spread of eco-friendly vehicles, it is necessary to develop technologies to improve fuel efficiency and set appropriate electric rates for charging electric vehicles. Second, an increase in the number of vehicle models through the expansion of the eco-friendly car industry and market also affects consumers' choice of eco-friendly vehicles, so efforts to expand the supply of eco-friendly vehicles will be an important factor. In addition, it is also significant that this study showed that the use of the energy census can be diversified by deriving meaningful policy implications using the results of the energy census periodically conducted in the country without a separate survey.

Keywords : Eco-friendly cars, Vehicle selection, Conditional logit, Energy census

Received: April 25, 2022, Revised: May 25, 2022, Accepted: May 26, 2022.

[†] This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2020S1A5B8103268).

* Associate Research Fellow, Korea Energy Economics Institute, First author(e-mail: hcshin@keei.re.kr)

** Professor, Department of Economics, Pusan National University, Corresponding author(e-mail: doohwan@pusan.ac.kr)

1. 서론

온실가스 감축은 우리나라뿐만 아니라 전 세계적으로 당면한 과제로 세계 각국은 이를 위한 공동의 노력을 지속하고 있다. 그러나 IPCC, International Panel on Climate Change(2018)는 2032~2052년 사이에 지구의 평균온도가 1.5°C를 초과할 것으로 전망하면서 2100년까지 지구 평균기온 상승 1.5°C 이내라는 목표 달성을 위해서는 이번 세기 중반까지 전 지구의 순배출량이 0(net zero)이 되어야 한다고 주장하였다. IEA, International Energy Agency(2021)도 탄소중립 달성을 위한 에너지시장을 전망하고, 정책을 제언하였는데, 이를 위한 핵심적인 정책방향은 ‘에너지수요 감소’, ‘에너지소비의 전력화(electrification)’, ‘전력의 저탄소화’로 요약된다. 이 중 에너지소비 전력화의 대표적인 정책 수단으로는 전기차 보급 확대 정책이 제시되었다.

전기차 확대가 온실가스 저감을 위한 대표적인 정책으로 주목받는 이유는 수송부문이 발전, 산업 등과 함께 주요 온실가스 배출원이기 때문이다. 2021년 국가 온실가스 인벤토리(온실가스종합정보센터, 2022)에 의하면, 차량의 온실가스 배출을 나타내는 도로수송부문 온실가스 배출량은 2019년 기준 97.5백만tCO₂eq로 해당연도 총배출량(701.4백만tCO₂eq)의 13.9%를 차지하고 있으며, 이는 35.5%를 점유하는 발전부문 다음으로 두 번째로 높은 것이다. 또한 2010년 이후 우리나라 전체의 온실가스 총배출량은 0.74% 증가한 반면, 같은 기간 도로수송 부문의 온실가스 배출량은 총배출량 증가율을 상회하는 2.06%로 나타났다. 따라서 온실가스 배출 저감을 위해서는 수송부문의 배출 저감 노력이 요구되는 상황이다. 정부는 ‘친환경 자동차 기본계획’을 발표하는 등 전기차를 비롯한 친환경 자동차의 보급 확대와 이를 통한 수송부문의 온실가스 배출 저감을 위해 노력하고 있다.

친환경 차량의 보급 성공은 소비자의 선택에 의해서 결정이 된다. 효율성과 성능이 뛰어난 자동차도 소비자의 선택을 받지 못하면 시장에서 도태되고 만다. 따라서 향후 친환경 자동차의 보급과 온실가스 저감을 위해서 차량 선택 요인에 대해서 분석할 필요가 있다. 국내외 연구들은 많은 연구들이 소비자들의 차량 선택에 영향을 미치는 요인들과 영향력을 분석하였다(예, Hackbarth and Madlener, 2013; Darup et al., 2018; 최도영·이양섭, 2005; 박상준·김성수, 2007; 한진석·이장호, 2016). 그러나 이러한 연구들의 대부분

은 연구별로 설문조사를 별도로 수행하여 분석을 수행하였다. 이러한 설문조사의 경우 특정 시기와 시장 상황에 맞게 자동차 선택 요인들을 선별하고 이에 대한 분석을 할 수 있다는 점에서 장점은 있으나, 비용과 연구자들의 자의에 의한 설문지 작성에 따라서 동일한 방식의 설문조사를 다시 한 번 수행하여 각 요인들이 차량 선택에 어떠한 영향을 줄 수 있는지 지속적으로 관찰하는 것을 불가능하다는 단점이 있다.¹⁾ 따라서 지금까지의 차량 선택에 관한 연구들은 체계성을 가지고 연속되지 못하였다. 이러한 단점을 보완하기 위해서 본 연구는 국내에서 정기적으로 수행되는 에너지총조사 자료를 이용하여 차량 선택 모형을 구축해보고자 한다.

에너지총조사는 매 3년을 주기로 시행되며 수송부문 자료는 총 2,200만 개의 모집단 중 6,050개 표본을 조사하여 마이크로데이터가 공개되고 있다. 조사 내용은 응답자가 현재 보유하고 있는 차량에 관한 일반사항과 차량의 운행 및 연료 소비, 차량 용도 및 운전자 인식, 가구별 차량 보유대수와 각 차량의 정보 등이 포함되어 있다. 따라서 에너지총조사의 수송부문 자료를 잘 이용한다면 별도의 설문조사 없이도 차량 선택에 영향을 미치는 요인들에 대해서 분석이 가능할 것이다. 또한 유사한 조사가 3년마다 반복되기 때문에 요인들의 영향력이 어떻게 변화하는지에 대한 동태적이 분석까지 가능할 것이다. 에너지총조사에서 수집된 자료가 자동차 선택요인의 영향력을 분석하기 위해서 적절하다면 향후 에너지총조사를 이용하여 지속적인 분석이 가능하다.

본 연구에서는 가장 최근의 2017년 에너지총조사 자료²⁾를 이용하여 데이터를 컨조인트 분석이 가능한 형태로 만들어 차량 선택 요인의 영향에 대해서 분석하고 에너지총조사의 이용 가능성에 대해서 논할 것이다. 또한 이러한 요인이 친환경 자동차의 선택으로 연결되기 위한 시사점에 대해서 논하고자 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. II장에서는 차량 선택에 영향을 미치는 요인들에 대한 선행연구들에 대해서 살펴보고, III장에서는 차량 선택 모형에 사용할 조건부로지트 모형의 이론적 배경과 데이터의 구축에 대하여 정리한다. IV장에서는 차량 선택 모형 분석 결과를 제시하고, V장은 결론으로 전체 연구 내용을 종합하였다.

1) 최소의 비용으로 설문조사를 하더라도 샘플 1개당 3만 원 이상의 비용이 소요되어 개인 연구자가 설문조사를 감당하기는 어렵다.

2) 에너지총조사 자료 중 가장 최근 자료는 2022년 3월에 공개된 2020년 에너지총조사 자료이나, 본 연구에는 연구 진행 당시 공개된 가장 최신 자료인 2017년 자료를 이용하였다.

II. 선행연구

국내외에서 차량 선택과 관련하여 다양한 연구가 진행되었는데, 각 연구들은 이용한 자료 및 분석 방법, 대상 지역 및 조사 시점 등에서 차이점이 존재한다. Li et al.(2017)은 2011~2016년 사이에 수행된 총 40개의 전기차 선택 관련 논문을 분석하여 소비자의 전기차 선택에 어떤 요인들이 영향을 미쳤는지를 정리하였다. 전기차 선택에 영향을 미치는 변수는 인구통계학적 요인(demographic factors), 상황적 요인(situational factors), 심리적 요인(psychological factors) 등 3가지 범주로 구분할 수 있다. 인구통계학적 요인은 다시 개인변수와 가족변수로 구분할 수 있는데, 개인변수는 성별, 연령, 학력, 소득, 직업 등이며, 가족변수는 차량 보유 대수, 전기차 충전기 접근성, 가족 구성원 수, 가족 내 운전 면허 소지자 수 등이다. 상황적 요인은 배터리 완충 후 주행가능 거리, 충전소요 시간 등과 같은 기술적 요인, 초기 구입비용 및 유지비용을 포함하는 비용 요인, 차량의 온실가스 배출과 같은 환경 요인, 보조금, 세금감면, 주차 및 주행 시 우대 등이며, 심리적 요인으로는 전기차 경험, 전기차에 대한 인식, 감성, 행동 제어능력, 사회적 영향력, 상징성 등이다.

Liao et al.(2017) 역시 기존의 전기차 선택 관련 연구를 분석하여 전기차 선호 연구의 방법론 및 실험설계 등 수행 방법, 소비자가 전기차를 선택하는 속성, 속성 간의 차별성, 선행연구 결과 간의 차이 및 향후 연구 제언 등을 도출하였다. Liao et al.(2017)이 선행연구를 검토하여 정리한 대안 특성 변수는 구입가격, 운영비, 주행거리, 충전 시간, 엔진출력, 최고 속도, CO₂ 배출, 보증 기간, 보조금 지급, 세금 혜택, 무료 주차 등이 있으며, 개인 특성 변수는 성별, 연령, 소득, 교육 수준, 혁신 기술 수용 정도, 친환경적 인식, 현재 차량 소유 여부, 거주지 등과 같다. 대안 특성 변수 중 재무, 기술, 인프라 관련 요인들은 대부분의 경우 차량 선택에 유의한 영향을 미치는 것으로 조사되었고, 정책 관련 변수는 감세정책은 효과가 있는 것으로 나타난 반면, 이외의 정책 효과는 연구마다 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 개인 특성 변수의 경우, 현재까지 연구들에서 일관된 영향이 나타나지는 않고 있다. 각 연구에서 사용한 자료의 작은 차이에 따라 선택 여부가 민감하게 변화하기도 하고, 각 요인별 영향의 방향성이 모호한 경우도 많은 것으로 조사되었다.

최도영·이양섭(2005)은 2002년에 에너지소비 설문조사 자료를 이용하여 소비자의

자동차 등급(배기량) 선택 모형을 구축·추정하였다. 차량 선택에 영향을 미치는 독립변수는 차량 등록형태(법인 또는 개인), 성별을 포함하였고, 운전자 연령과 소득은 각각 6개와 7개의 범주로 나누어 사용하였다. 이외에 연간 주행거리, 운전경력, 자동차 보유대수를 포함하여 분석하였다. 자동차의 등록형태, 주행거리, 나이, 운전경력, 승용차 보유대수, 소득 변수는 양의 값으로 나타난 반면, 성별은 음의 값을 갖는 것으로 추정되었다. 즉 자동차가 법인차인 경우, 연간 주행거리가 길수록, 운전자의 나이가 많을수록, 운전경력이 길수록, 가계 보유 차량이 많을수록, 소득이 높을수록 대형차를 보유할 확률이 높은 반면, 여성인 경우는 소형차를 운행할 확률이 높음을 보였다. 에너지소비 설문조사도 그 이후 재수행되지 못하고 일회성에 그쳤다.

박상준·김성수(2007)는 2003년도에 에너지경제연구원의 에너지간이 조사 자료를 이용하여 승용차 보유대수와 차종선택에 관한 분석을 수행하였다. 분석 결과 차량 구입비용과 운행비용은 음의 값을 갖는 것으로 나타나 비용이 증가할수록 소비자의 효용은 감소하는 것으로 나타났다. 또한 운행비용에 따른 소득계층별 차량 선택의 탄력성을 도출하였는데, 저소득층의 운행비용 탄력성이 고소득층보다 커 운행비용의 변화가 저소득층에게 더 큰 영향을 주며, 운행비용이 경유차나 LPG차보다 상대적으로 높은 휘발유 차량의 운행비용에 따른 차량 선택 탄력성이 높아 운행비용 변화에 민감하게 영향을 받는 것으로 나타났다. 그러나 에너지간이 조사는 에너지총조사의 각 부문별로 지적된 문제를 해소하기 위한 일회성 조사로 연속적인 자료이용이 불가능하다.

한진석·이장호(2016)는 758명을 대상으로 한 별도의 설문조사 자료를 이용하여 차종(연료) 선택 모형을 추정하였다. 차량 선택 대안(종속변수)으로 내연차(휘발유차), 하이브리드차(HEV), 플러그인 하이브리드차(PHEV), 전기차(EV)를 고려하고, 독립변수는 대안 일반변수, 대안 특성변수, 사회경제변수 세부분으로 구분하였다. 먼저 대안 일반변수는 차량 가격, 연료 비용, 대안 특성변수로는 충전 후 주행가능 거리, 충전소 수를 포함하였으며, 사회경제변수로 친환경차에 대한 인식, 성별, 연령, 주택 형태(단독주택인지 여부), 가구원 수, 소득 수준, 자동차 보유대수는 더미 변수로 고려하였다. 이 중 차량가격은 3수준, 최대 주행가능 거리와 충전소 수는 2수준으로 구분하였다. 다항로짓 분석 결과 가격과 연료비는 음의 값을 갖는 것으로 추정되었으며, 연령은 휘발유차의 효용에, 친환경차에 대한 인식은 PHEV와 EV의 효용에, 소득 수준 변수는 EV의 효용에 영향

을 미치는 것으로 나타났다. 이 결과는 추가로 진행된 네스티드로짓 모형에서도 같은 것으로 나타났다.

Hackbarth and Madlener(2013)는 독일에서 2011년 7, 8월에 시행한 별도의 설문조사에서 711개의 표본을 이용하여 혼합로짓 모형을 분석하였다. 연구 결과 더 젊고, 교육 수준이 높으며, 환경문제에 대한 인식이 높고, 도시 여행 비중이 높으며, 집에서 전기차 충전이 가능할수록 전기차 선택 확률이 높은 것으로 나타났다. Darup et al.(2018)은 독일 내 400명의 설문조사 결과를 이용하여 일반 화석연료 및 하이브리드차 대비 전기차에 대한 선호도를 연구하였다. 연구 결과는 친환경에너지 소비 정도와 전력 대기 모드의 중요도는 에너지 소비에 대한 인식이 높은 응답자로 볼 수 있으므로 전기차 선택에 양의 상관관계를 갖는 것으로 나타났으며, 전기차 선택 관련 사항에 대한 중요도가 독립변수로 포함될 경우 모든 인구통계학 변수는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 또한 소비자의 전기차 선택에 영향을 주는 요소는 유류세, 자동차세 등을 포함한 가격 및 운영 비용, 주행 거리 및 충전 시간과 같은 주행 불안, 친환경차(친환경적 소비)에 대한 선호도, 차량 주행 성능, 차량 소유 특성(가구내 차량 수 등), 성별, 연령 등 인구통계학적 특성, 운행 형태 및 지역, 전기차 운전 경험 등으로 나타났다.

위와 같이 일회성 조사를 이용한 연구 외에도 정기적으로 조사·발표되는 자료를 이용한 차량 선택 연구를 살펴보면, 먼저 2005년 에너지총조사 자료를 이용한 최도영·이성근(2006)이 있다. 최도영·이성근(2006)은 에너지총조사 자료를 이용하여 조건부로짓, 계층로짓 모형 분석 후 에너지 세제 개편에 따른 차량 선택 변화를 예상하였다. 그리고 역시 2005년 에너지총조사를 이용한 김형건·원두환(2008)은 휘발유 소비자들의 특성을 이해하기 위해 운행거리 수요와 자동차 선택 간의 관계를 조건부로짓을 통해 분석하고, 이 결과를 다시 선택적 수정항으로 이용하여 분석하였다. 에너지총조사 자료를 이용한 선행연구는 소비자의 선택이 실제 선택이 아닌 현재 보유 차량을 이용하고 있다. 이는 에너지총조사 자료가 응답자들의 현재 보유 차량과 관련 에너지 소비 정보를 파악하는 조사이기 때문이다. 또한 에너지총조사 마이크로데이터는 2017년 조사부터 제공하고 있어 이전의 에너지총조사 결과는 연구를 목적으로 하는 한정된 수요자에게만 선별적으로 제공되었다.

이재민 외(2013)은 통계진흥원의 1998~2011년 기간의 가계동향자료를 이용하여 가

구주 연령, 소득, 차량구입비용 및 유지비용, 대체 교통수단 비용 등이 가계의 차량 보유 대수에 어떤 영향을 미치는 지를 분석하였다. 하지만 가계동향자료는 패널자료가 아니기 때문에 가구주의 연령을 기준으로 가상패널을 만들어 분석에 이용하였다.

이상에서 살펴본 바와 같이 다수의 차량 선택 선행연구는 차량 특성 변수로 가격, 주행 가능 거리, 주유소 수 등을 포함하였으며, 이외에도 소비자 특성 변수를 함께 고려하였다. 그러나 대부분이 연구를 위한 독자적인 설문조사와 같은 일회성 조사 자료를 이용하고 있으며, 정기적으로 조사되는 정부 공식 통계를 이용한 연구의 경우 조사의 목적이 응답자의 현황을 조사하는 것이기 때문에 이를 응답자의 선택의 문제로 해석하는 데 다소 제한적이다. 왜냐하면 실제 차량을 선택한 시기와 조사에 응답한 시기 간의 시차가 존재하기 때문이다. 또한 일부 자료는 접근 및 이용에 매우 제한적이었기 때문에 공식 통계였음에도 지속되기 어려웠다. 따라서 다수의 연구 결과들은 각 시기별로 단편적이었고, 동일한 자료 또는 설문을 이용한 연구는 부재한 실정이다. 그러므로 공식적이고 주기적인 통계자료를 활용하여 차량 선택 연구를 할 수 있다면 보다 심도 있는 분석이 가능할 것이다.

Ⅲ. 연구 모형 및 자료

1. 조건부로지트 모형

두 가지를 초과하는 대안 중 하나를 선택하는 다항선택을 분석하기 위하여 다항로지트이나 조건부로지트를 이용할 수 있다. 다항로지트는 설명변수가 선택주체 개인고유의 변수 즉 응답 범주에 따라 변화하지 않는 변수일 때 사용하는 반면, 조건부로지트는 응답자의 응답이 달라지면 같은 응답자라도 값이 변화하는 대안 특성 변수인 경우에 사용한다. 따라서 차량 소비자가 어떠한 자동차를 선택할지 여부를 분석하는 방법으로는 조건부로지트 모형을 이용하는 것이 가장 적합하다. 조건부로지트는 불완전한 정보와 제한된 합리성에 의해 효용 자체가 오차를 포함하는 함수로 정의하게 된다(이성우 외, 2005). 먼저 조건부 확률을 나타내는 다음의 식을 생각할 수 있다.

$$P(y|s, B) = \pi[h \in H | h(s, B) = y] \tag{1}$$

$y \in B, B \subset Y$ Y 는 모든 선택항목의 집합

$s \in S$ S 는 속성 벡터 집합

$h(s, B) \in H$ H 는 행위규칙 함수의 집합

응답자는 y 라는 결정을 하는 데, 이 y 는 모든 선택항목 Y 의 부분집합인 B 의 원소이다. 즉 차량 선택모형으로 생각해보면, Y 는 휘발유, 경유, 전기, 하이브리드뿐만 아니라 모형으로 만들려고 하는 것 이상의 생각할 수 있는 모든 차량의 집합이다. 이 중 모형에서 고려하고자 하는 범위, 즉 응답자에게 선택 대안으로 제시된 대안들이 B 이며, 응답자는 그 중 하나인 y 를 선택하는 것이다. 선택변수의 속성을 나타내는 s 와 B 는 응답자의 행위함수인 h 를 규정한다. 이때 h 는 y 를 선택하도록 하는 역할을 하게 되므로 효용을 최대화 하는 y 를 선택하게 만드는 일종의 수요함수로 볼 수 있다. 이때 다시 다음과 같이 응답자의 선택 y 와 속성 s 에 의해 규정되는 다음의 효용함수를 생각할 수 있다.

$$U = V(s, y) + \epsilon(s, y) \tag{2}$$

이때 응답자가 i 를 선택했을 때, 다른 선택을 한 j 일 때 보다 효용이 크다고 가정하면 효용함수를 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$U_j = V(s, y_j) + \epsilon(s, y_j) \leq V(s, y_i) + \epsilon(s, y_i) = U_i \tag{3}$$

행위규칙 함수를 h_ϵ 로 정의하면, 확률식 (1)을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} P(y_i|s, B) &= \pi[h_\epsilon \in H | h_\epsilon(s, B) = y_i] \\ &= P[\epsilon(s, y_j) - \epsilon(s, y_i) < V(s, y_i) - V(s, y_j)] \quad \forall j \neq i \end{aligned} \tag{4}$$

여기서 McFadden(1973)을 따라 표본의 분포가 IID(Independent and Identically

Distribution)이고, 로지스틱 분포를 따른다면, 응답자 y 가 j 를 선택할 확률식은 다음과 같고, 이는 조건부로지트 모형의 확률식이 된다.

$$\text{Prob}(y = j) = \frac{\exp\left(\sum_{k=1}^K x\beta_{jk}\right)}{\sum_{j=1}^J \exp\left(\sum_{k=1}^K x\beta_{jk}\right)} \quad (5)$$

2. 에너지총조사 수송부문

조건부로지트 모형을 이용하여 차량 선택 요인을 분석하기 위해서는 이에 맞는 자료가 필요하다. 따라서 대부분의 연구들은 별도의 설문지를 이용하여 분석 방법에 맞는 자료를 수집하였다. 그러나 설문지 작성과 설문조사에는 상당한 비용이 들기 때문에 많은 표본을 수집하는 것이 어렵고, 대부분 한 번의 설문조사에 그치기 때문에 시간에 따른 소비자 선택의 변화를 분석하는 것이 불가능하다. 따라서 정부나 전문기관에서 주기적으로 수행하는 설문조사를 이용하여 차량 선택에 영향을 미치는 요인을 분석한다면 기존의 연구의 단점을 보완할 수 있다. 이러한 차원에서 에너지총조사의 수송부분 자료를 이용을 시도해 볼 가치가 있다.

본 연구에서 이용한 2017년 에너지총조사 자료 수송부문의 자가용 차량 조사는 총 2,200만 개의 모집단 중 6,050개 표본을 조사하여 마이크로데이터가 공개되었다. 수송 부문 외의 분야는 조사 시, 전체 모집단 명부를 입수하여 표본을 추출하고, 추출된 표본에 방문하는 방식으로 조사가 진행된다. 하지만 자가용 차량의 경우 표본을 추출하고 그 표본을 타겟으로 방문 조사가 사실상 불가능하다. 따라서 자가용 차량의 조사는 입수된 모집단을 바탕으로 지역별로 표본 지점을 배분하고, 각 지점에서 5대의 차량을 조사하는 방식으로 진행된다. 자가용 차량의 조사 내용은 크게 총 5개 부분으로 구성되어 있다. 첫째는 응답자가 현재 보유하고 있는 차량에 관한 일반사항으로 차량 형태, 배기량, 사용 연료, 출고년월일 등에 대한 조사이다. 두 번째 부분은 차량의 운행 및 연료 소비에 관한 부분으로 평균 주행거리, 운행일수, 평균 주유(충전)량 등을 조사하였다. 세 번째 부분은 차량 용도 및 운전자 인식에 관한 부분으로 출퇴근 시 차량 이용 여부, 출퇴근 주행

거리, 차량 이용 용도별 주행 비중과 함께 고유가 시 대응 방안과 향후 차량 교체시 고려 사항을 조사하였다. 네 번째는 가구별 차량 보유대수와 각 차량의 정보, 다섯 번째는 운전자 연령, 경력, 성별 등 운전자 인적사항을 조사하였다.

본 연구는 차량 선택 모형을 구축하는 것이 목적이므로 조사 중 세 번째 부분의 ‘향후 자동차 교체 시 고려사항’에 대한 응답을 기반으로 모형을 구축하였다. 이 부분의 질문은 향후 자동차 교체 시, ‘1. 가장 우선적으로 고려하는 기준 2. 국산차와 수입차 중 선택 3. 차량의 형태 4. 차량 사용 연료 5. 차량의 배기량’에 대하여 조사되어 있다. 이 자료는 본 연구에서 이용한 에너지총조사의 특징으로 향후 차량 선택에 대한 응답은 응답자가 현재 본인의 상황과 각 차량별 배경지식을 바탕으로 응답한다는 점에서 조사 시점의 소비자 선택으로 해석할 수 있을 것이다. 이 중 차량 형태 질문의 선택 대안으로 승용차, 승용다목적차(SUV), 승합차가 보기로 제시되었고, 차량 사용 연료의 대안으로 휘발유, 경유, LPG, 하이브리드, 전기, 플러그인하이브리드, CNG가 제시되었다. 이 두 질문의 대안 중 차량 형태 질문에서 승합차를 선택하는 경우와 차량 사용 연료에 CNG를 선택하는 경우는 소비자가 차량을 구매 시 일반적으로 선택하는 대안은 아니라고 판단하여 모형에 자료로 이용하지 않았다. 또한 전체 6,050명의 응답자 중 차량 선택에 관한 질문에 응답하지 않은 경우도 제외하여 유효한 응답자 수는 총 3,033명이었다. 형태·연료·배기량 별 차량 선택 결과는 <표 1>과 같다.

또한 대안별 세부 자료 구축 과정에서 배기량 1000cc 미만 차량과 3000cc 이상 차량은 모형에서 제외하였다. 1000cc 미만 차량은 선택자 수가 13명으로 매우 적어 제외하였고,

<표 1> 차량 형태·연료·배기량 별 선택 결과

형태		연료		배기량	
대안	선택	대안	선택	대안	선택
승용일반형	2,147	휘발유	1,714	1000cc 미만	13
		경유	797	1000~1600cc 미만	151
		LPG	118	1600~2000cc 미만	644
승용다목적용	886	하이브리드	209	2000~2500cc 미만	1,328
		전기	69	2500~3000cc 미만	648
		플러그인하이브리드	126	3000cc 이상	249

자료: 산업통상자원부(2018).

3000cc 이상 휘발유 차량의 경우 고급 모델로 분류되어 배기량이 한 단계 낮은 차량 가격보다 약 2.4배가 높은³⁾ 것으로 나타났다. 이러한 가격 변화 패턴은 다른 연료 차량에서는 확인되지 않은 현상⁴⁾이었기 때문에 3000cc 이상 차량의 가격 변화는 이상치로 판단하여 차량 선택 모형에 사용하지 않았다. 따라서 배기량 1000cc 미만 차량 13명과 3000cc 이상 차량 선택자 249명의 자료를 제외한 2,771개의 표본을 모형 구축에 이용하였다. 이때 응답자는 형태·연료·배기량별로 차량을 선택할 수 있으므로 선택 가능한 조합은 형태별 대안 2개, 연료 대안 6개, 배기량 대안 4개를 곱한 48개의 대안이 된다.

3. 대안 특성 변수 구성

향후 차량 교체 시 사용 연료에 대한 질문의 선택 항목은 휘발유, 경유, LPG, 하이브리드(HEV), 전기(EV), 플러그인하이브리드(PHEV)인데, 이 항목의 응답 결과는 향후 각 연료 별 차량 수요로 볼 수 있으므로 이를 기준으로 차량 선택 모형을 구성하였다. 소비자의 차량 선택 절차는 사용용도 및 가족 구성원 수 등을 고려하여 차량의 형태(승용차 또는 SUV 등)와 크기(배기량)를 결정한 뒤 가격, 연비, 시장 상황 등을 비교하여 차량 연료를 선택하는 것으로 판단했기 때문에 본 연구의 모형에는 응답자가 차량의 형태와 배기량을 결정한 상황에서 6가지 연료 대안 중 하나를 선택하는 방식으로 의사결정이 이루어진다고 가정하였다. 즉 소비자가 중형(배기량 2000~2500cc) 승용차를 구입할 계획이라면, 중형 승용차 중 6가지 연료(휘발유, 경유, LPG, HEV, EV, PHEV)의 차량을 비교하여 최종적으로 구입차량을 결정하는 것이다. 이 경우 소비자는 먼저 결정한 형태 및 배기량은 물론 마지막으로 선택하는 자동차 연료에 따라 차량 가격, 연비와 같은 조건이 달라지게 되고, 이 상황을 비교하여 결정하게 되는데, 이와 같이 응답에 따라 값이 달라지는 변수들이 대안 특성 변수가 된다.

조건부로서 모형 구축을 위한 대안 특성 변수로 차량 가격, 연료 효율, 차량 모델 수를 고려하였다. 먼저 차량 가격은 대부분의 차량 선택 선행연구에서 이용한 대표적인 변수로 자료의 조사 대상인 2017년 당시 차량 형태, 배기량, 연료별로 대표모형을 선정하여

3) 휘발유를 사용하는 배기량 2999cc 그랜저 모델의 평균가격은 3710만 원인데, 3778cc 제네시스 모델의 평균가격은 9032만 원이었다.

4) 경유를 사용하는 배기량 3342cc 카니발 모델의 평균가격은 3770만 원이었다.

그 차량의 가격을 이용하였다. 이 가격에 차량 구입 단계에서 납부하게 되는 세금(개별 소비세, 교육세, 부가가치세, 취득세)을 더하고, 친환경차의 경우 지급되는 보조금은 차감하여 실제 소비자가 지출해야 하는 금액을 산정하였다. 또한 이 금액에 5년 후 해당 차량의 중고차 평균 가격을 다시 차감하여 소비자가 차량을 구입 후 5년간 이용하고 중고차로 판매하는 경우를 가정하여 차량 가격을 도출하였다. 예를 들어 하이브리드 승용차 중 배기량 2000~2500cc의 대표차량은 그랜저 하이브리드를 선정하였는데, 2017년 이 모델의 가격은 평균 3,755만 원이었다. 이 기본가격에서 개별소비세, 교육세, 부가가치세, 취득세 등을 더하고, 친환경차량 구매에 따른 세금 감면(개별소비세, 취득세)과 보조금을 반영하면 실제 구입가격은 4,306만 원이 된다. 하지만 차량은 내구재로 중고차로 판매시 수입을 얻을 수 있기 때문에 2022년 이 모델의 중고차 평균 가격인 2,550만 원을 차감하여 소비자가 2017년에 그랜저 하이브리드 차량을 구매하고 5년 뒤 중고차로 판매할 때까지 지출된 실제 금액인 1,756만 원을 차량 가격으로 적용하였다. <표 2>는 그랜저 하이브리드의 차량 가격 산출에 대한 구체적인 계산과정을 보여준다.

<표 2> 차량 가격 산출 예시(그랜저 하이브리드의 경우)

구분	금액(만 원)	비고
차량 가격(a)	3,755	세부 모델별 최소 가격 3,540만 원과 최고 가격 3,970만 원의 평균
개별소비세(b)	188	차량 가격의 5%
개소세 감면(c)	100	HEV는 개소세가 100만 원 이상이면 100만 원 감면*
교육세(d)	26	개별소비세(b-c)의 30%
부가가치세(e)	387	차량 가격+개별소비세+교육세{a+(b-c)+d}의 10%
취득세(f)	290	차량 가격+부가가치세의 7%
취득세 감면(g)	140	HEV는 취득세가 140만 원을 초과하면 140만 원 감면**
보조금(h)	100	HEV 구입시 보조금 100만 원***
실제 구입가격	4,306	a+(b-c)+d+e+(f-g)-h
중고차 가격	2,550	2022년 해당 차량 중고차 평균 가격
적용 가격	1,756	실제 구입 가격-중고차 가격

자료: 네이버차량 정보, 자동차 365, 조세특례제한법, 지방세특례제한법.

주: *조세특례제한법 제109조(환경친화적 자동차에 대한 개별소비세 감면), **지방세특례제한법 제66조(교환자동차 등에 대한 감면), ***플러그인하이브리드차 보조금은 500만 원이며, 전기차는 국가 보조금 1400만 원에 추가로 광역지자체별로 보조금을 지급(2017년 기준 지자체 보조금은 평균 1994만 원).

연료 효율은 만 원 주유 또는 충전 시, 주행가능 거리를 이용하였다. 이는 선행연구들에서 연비 또는 연료비 등으로 사용되는 변수와 같은 특징을 나타낸다. 공인 연비를 변수로 사용하지 않은 이유는 휘발유, 경유, LPG, HEV, PHEV의 공인 연비는 km/ℓ로 표시되는 반면, EV는 km/kWh로 표기하고 있으므로 공인 연비를 이용한 직접적인 비교는 어렵기 때문이다. 또한 연비 표시 단위가 같더라도 해당 연료의 가격에 따라 소비자가 체감하는 주유금액은 다르게 나타난다. 예를 들어 1600~2000cc 배기량의 휘발유를 이용하는 쏘나타의 연비는 12.0km/ℓ, LPG 이용 쏘나타 연비는 9.5km/ℓ으로 휘발유차의 연비가 LPG차보다 더 높은 것으로 나타난다. 하지만 충전소 LPG(차량용 부탄)의 가격은 주유소 휘발의 가격의 약 55% 수준이기 때문에 공인 연비를 이용한 주유비용의 직접적인 비교 역시 어렵다. 따라서 대상 차량의 공인 연비와 분석 대상연도인 2017년 연평균 연료(휘발유, 경유, LPG, 충전용 전기)가격을 적용하여 1만 원 주유(충전)시 주행 가능 거리로 환산하여 해당 차량의 연료 효율 변수를 만들었다. 이때 이용한 2017년도 연평균 연료 가격은 아래의 <표 3>과 같다.

<표 3> 연평균 연료 가격(2017년 기준)

휘발유	경유	LPG(자동차용 부탄)	전기차용 전기
1,491.3원/ℓ	1,282.5원/ℓ	826.5원/ℓ	173.8원/kWh

자료: 휘발유, 경유, LPG 가격은 석유공사 페트로넷, 전기차용 전기가격은 IT동아('21.6.24.).

차량 모델 수는 조사 당시 응답자가 선택한 차량과 형태, 연료 및 배기량이 같은 차량의 모델 수이며, 사용한 자료는 2017년도에 국내에서 판매된 모든 국산 승용차와 SUV를 형태, 연료, 배기량으로 구분하여 해당되는 부분의 차량 모델 수를 집계하였다. 차량 모델 수를 변수로 사용한 이유는 모델 수가 많다는 것은 이에 해당하는 차량의 수요가 크다는 것으로 볼 수 있으며, 이는 해당 차량이 다른 배기량 및 연료를 사용하는 차에 비해 소비자에게 주는 편익이 크게 나타날 것이기 때문이다. 모델 수가 많은 경우 소비자가 차량을 선택할 때 정보 수집 및 차량 간 비교가 용이하여 차량 구매에 장벽이 낮을 것이며, 구매 후에도 정비소의 부품 구비, 정비사의 해당 모델 정비 경험 등의 차이로 모델 수가 적은 차량보다 양질의 정비 서비스를 받을 수 있을 것으로 판단하였다. 따라서 모델 수가

많은 차량일수록 소비자에게 주는 만족도는 높아질 것으로 판단하였다.

차량 선택 모형의 차량 모델 수 변수는 미국의 주(state) 간 이주에 관한 선행연구 Davies et al.(2001)에서 대안 특성 변수로 사용한 주의 인구와 유사한 성격을 갖는다. Davies et al.(2001)에서는 인구 변수가 중요한 이유로 주의 인구가 많을수록 사람들은 더 많은 사회적 관계를 만들 수 있는데, 이는 이주 시 이주 및 정착에 필요한 비용을 절감하는 방법과 새로운 장소에 적응하는 데 나타나는 심리적인 거부감을 해소시킬 수 있는 더 좋은 기회와 더 많은 정보를 제공받을 수 있다고 설명한다. 차량 선택 모형의 차량 모델 수 역시 더 많은 모델이 있는 차량일수록 구매자는 관련된 정보와 서비스에 좀 더 쉽게 접근할 수 있을 것이다. 본 연구의 조사 연도인 2017년도 배기량 및 연료별로 판매된 국산 승용차와 SUV의 모델 수는 각각 <표 4>, <표 5>와 같다.

이 대안 특성 변수는 각 대안에 해당하는 자료를 수집하여 각 요인이 소비자 선택에 어떤 영향을 미쳤는지를 분석하게 되는데, 현재 대안의 수는 형태·연료·배기량별로 총 48개의 대안이 있다. 대안은 ‘승용차-휘발유-배기량 1000~1600cc’, ‘SUV-PHEV-배기량 2500~3000cc’ 등으로 구성되는데, 앞에서 설명한 방법으로 2017년도 기준으로 각 대안

<표 4> 2017년도 배기량 및 연료별 승용차 모델 수

구분	휘발유	경유	LPG	HEV	EV	PHEV
1000~1600cc	16	9	1	2	3	1
1600~2000cc	10	4	2	3	0	1
2000~2500cc	4	4	0	2	0	0
2500~3000cc	2	0	2	0	0	0

자료: 오토뷰('18.1.12.).

<표 5> 2017년도 배기량 및 연료별 SUV 모델 수

구분	휘발유	경유	LPG	HEV	EV	PHEV
1000~1600cc	5	5	0	0	0	0
1600~2000cc	4	8	1	0	0	0
2000~2500cc	0	8	1	0	0	0
2500~3000cc	0	0	0	0	0	0

자료: 오토뷰('18.1.12.).

의 가격, 연료 효율, 차량 모델 수 자료를 수집하였다. 하지만 실제 2017년도에 판매된 차량은 대안 48개 모두에 실제 자료를 이용할 수 있을 만큼 다양하게 존재하지 않는데, 이 경우 자료 조작(data manipulation)을 통해 자료를 생성하였다. 가장 기본이 되는 휘발유 승용차는 배기량별 대표 차량⁵⁾이 모두 실제로 판매되었는데, 이 차량들의 가격 비율을 이용하여 다른 형태나 다른 연료 차량의 배기량별 가격을 만드는 방법으로 자료를 생성하였다. 예를 들어 경유 승용차는 2017년 기준으로 배기량 2500~3000cc 모델이 없었는데, 경유차의 다른 3개 배기량(1000~1600cc, 1600~2000cc, 2000~2500cc) 차량의 평균 가격과 이 배기량에 해당하는 휘발유 승용차의 평균 가격 비율을 계산⁶⁾하고, 이 비율과 경유 승용차 모델이 없는 배기량에 해당하는 휘발유 차 가격을 적용하여 실제 모델이 없었던 2500~3000cc 경유 승용차의 가격을 도출⁷⁾하였다. 같은 방법으로 총 48개 대안의 가격과 연료 효율을 모두 계산하면 어떤 조건하에서 소비자가 구입 차량의 연료를 선택했는지 나타내게 되어 컨조인트 분석이 가능하게 된다.

앞서 설명한 3가지 대안 특성 변수와 각 연료별 선택한 응답자 수 및 선택 비율은 <표 6>과 같다. <표 6>을 보면 휘발유차는 세금, 보조금, 중고차 가격 등을 적용했을 때 차량 가격이 가장 낮고, 대체 모델 수는 가장 많으며, 1만원 주유 시 주행 거리는 가장 짧은 것

<표 6> 차량 연료별 대안 특성 변수 평균 및 선택 비율

구분	대안 특성 변수			선택한 응답자 수	선택 비율(%)
	가격(만 원)	연료 효율 (km/만 원)	모델 수		
휘발유	1,844	74.6	5.7	1,553	56.0
경유	2,425	100.9	5.1	732	26.4
LPG	2,653	97.9	0.9	110	4.0
HEV	2,204	111.4	1.1	198	7.1
EV	2,775	302.1	0.1	61	2.2
PHEV	3,076	107.4	0.2	117	4.2

- 5) 배기량 1000~1600cc는 아반떼, 1600~2000cc는 쏘나타, 2000~2500cc는 그랜저 2.4, 2500~3000cc는 그랜저 3.0을 대표 차량으로 이용하였다.
- 6) 현재 자료에서는 경유 승용차가 휘발유 승용차보다 10.4% 비싼 것으로 나타났다.
- 7) 2500~3000cc 휘발유 승용차 가격인 3,710만 원에 휘발유차-경유차 가격 비율 10.4%를 반영하면 4,096만 원이 된다.

으로 나타났다. HEV, EV, PHEV는 보조금 및 각종 세금 감면 등의 지원으로 인해 판매 가격으로 공표된 가격보다 크게 낮은 수준으로 나타났다.

대안 특성 변수와 함께 ASC변수로 각 연료별 차량 선택을 나타내는 더미변수를 이용하였다. ASC 변수는 기준이 되는 변수 외의 다른 변수들의 선택 여부를 이용하여 더미변수로 만든 것으로 이 변수는 기준으로 선정한 선택 대비 해당 선택이 갖는 장점 또는 단점을 나타내게 된다. 이때의 장·단점은 모형의 독립변수들로 설명할 수 있는 부분 이외의 나머지를 포괄하게 된다. 본 연구에서는 휘발유차 선택을 기준으로하고, 이외의 경우, LPG, 하이브리드, 전기, 플러그인하이브리드차를 각각 ASC 변수로 포함시켰다. 차량 선택 모형에 사용된 변수들에 대한 요약이 <표 7>에 제시되어 있다.

<표 7> 차량 선택 모형 사용 변수

구분	변수	내용	
종속변수	choice	연료별 차량 선택(휘발유, 경유, LPG, HEV, EV, PHEV)	
독립 변수	ASC 변수	die	경유차 선택을 나타내는 더미변수
		lpg	LPG차 선택을 나타내는 더미변수
		hev	하이브리드차 선택을 나타내는 더미변수
		ev	전기차 선택을 나타내는 더미변수
		phev	플러그인하이브리드차 선택을 나타내는 더미변수
	대안 특성 변수	price	차량 가격(세금, 보조금, 중고차 가격 적용)
		efc	만 원 주유 또는 충전 시 주행 거리
		nalt	선택 차량과 형태, 연료, 배기량이 같은 차량 모델 수

IV. 분석 결과

1. 모형 추정 결과

연료별 차량 선택 모형은 대안 특성 변수만 포함한 모형1과 대안 특성 변수와 함께 ASC 변수를 포함한 모형2로 구분하여 추정하였으며, 그 결과는 <표 8>과 같다. 모형1에 의하면 차량의 가격이 1단위(만 원) 증가할 때, 해당 연료 차량을 선택할 확률은 거의 같으며, 만 원 주유로 주행 거리가 1km 증가할 때, 해당 연료 차량을 선택할 확률은 1.4%

감소하는 것으로 나타났다. 이에 따르면 가격에 의한 소비자 선택의 변화는 거의 없는 반면, 연비 변화에 대한 소비자 선택 변화는 일반적인 생각과 다르게 연비가 향상될수록 (만 원 주유 또는 충전 시 주행거리가 증가할수록) 소비자가 더 적게 선택하는 것으로 나타났다. 따라서 ASC 변수가 포함된 모형2가 더 설명력이 높은 모형으로 판단하여 이를 기준으로 분석하였다.⁸⁾

<표 8>의 모형2는 ASC 변수와 대안 특성 변수를 모두 포함한 모형이다. 먼저 ASC 변수를 보면, 차량 연료를 제외한 모든 조건이 같은 경우 휘발유차가 다른 연료를 이용하는 차량보다 훨씬 더 선호되는 것으로 나타났다. 다른 조건이 같을 때 휘발유차 대비 경유차의 선택 확률은 87.7%($\exp(-2.0947)$) 낮은 것으로 나타났다. 즉, 가격, 연료 효율, 모델 수의 변화가 없고, 소비자가 휘발유차를 100대 선택할 때, 경유차를 12대 선택하게 된다. 하지만 이 경유차의 선택 확률은 함께 분석한 다른 연료의 휘발유차 대비 선택 확률과 비교할 때, 가장 높은데, 전기차는 휘발유차 대비 선택 확률이 99.9%($\exp(-7.3260)$) 낮아 휘발유차 1000대가 구매될 때, 전기차는 1대 구매되는 것으로 나타났다. ASC 변수 결과로 확인할 수 있는 한 가지 특징은 휘발유차 대비 하이브리드차의 선택 확률은 92.8%

<표 8> 차량 선택 모형 추정 결과

변수	모형1			모형2		
	계수	Standard Error	확률(%)	계수	Standard Error	확률(%)
die	-	-	-	-2.0947***	0.2511	-87.7
lpg	-	-	-	-2.7959***	0.1908	-93.9
hev	-	-	-	-2.6264***	0.2567	-92.8
ev	-	-	-	-7.3260***	1.2350	-99.9
phev	-	-	-	-3.9861***	0.3152	-98.1
p	-0.0003***	0.0001	-0.0	0.0011***	0.0001	0.1
efc	-0.0143***	0.0009	-1.4	0.0222***	0.0059	2.2
nalt	0.2808***	0.0084	32.4	0.2052***	0.0105	22.8

주: * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

8) 이용 자료의 특성을 반영하여 네스티드로짓 모형(일반자동차와 친환경자동차 선택 후 세부적인 자동차 선택)추정을 시도해 보았으나, 추정값이 수렴되지 않아 연구의 결과를 보고하는 데 어려움이 발생하였다.

($\exp(-2.6264)$) 낮은 것으로 나타나는데, 이는 휘발유차 대비 LPG차 선택보다 높은 수준이다. 하이브리드차의 경우 휘발유를 주유하고, 주행 중 배터리 충전으로 휘발유차보다 주행거리가 더 길다는 특징을 갖고 있다. 즉 소비자 입장에서는 전기차와 다르게 하이브리드차를 선택함으로써 발생하는 불편은 단기적으로는 전혀 없기 때문에 하이브리드차가 전기차는 물론이고 LPG차보다 더 선호된 것으로 해석된다.

연료 효율의 경우 만 원 주유 또는 충전으로 주행거리가 1km 증가할 때, 해당 연료 차량의 선택 확률은 2.2%($\exp(0.0222)$) 증가하는 것으로 나타났다. 연료 효율은 만 원 주유 시 주행거리이므로 이 변수가 증가하는 경우는 기술의 발달로 인하여 일반적으로 통용되는 공인 연비(km/ℓ 또는 km/kWh)가 향상될 때 가능하고, 연료의 요금(원/ℓ 또는 원/kWh)이 감소했을 때도 연료 효율은 증가하게 된다.

또 다른 대안 특성 변수인 차량 모델 수의 경우 차량 모델이 하나 증가할 때, 해당 연료 차량의 선택 확률은 다른 연료 이용 차량 대비 22.8%($\exp(0.2052)$) 증가하는 것으로 나타났다. 실제로 2017년 대비 2021년에 차량 모델 수의 변화와 등록 차량 변화를 비교해보면, 모델 수가 4.8개에서 2.5개로 가장 많이 감소한 경유차는 이 기간 동안 등록 차량 내 점유율이 가장 크게 감소하였으며, 모델 수의 변화가 없었던 LPG 차의 등록 비중은 두 번째로 많이 감소하였다<표 9>. 이 외에 휘발유, 하이브리드, 전기차는 모두 차량 모델 수가 증가하였으며, 세 종류 차량 모두 등록 차량 내 비중 역시 증가하였다. 특히 모델

<표 9> 2017년 대비 2021년 연료별 차량 모델 수 및 등록 차량 변화

구분	차량 모델 수 변화		등록 차량 변화	
	2017	2021	2017	2021
휘발유	5.1	5.5	46.0%	47.2%
경유	4.8	2.5	42.5%	39.6%
LPG	0.9	0.9	9.3%	7.8%
HEV	0.9	1.4	1.4%	3.6%
EV	0.4	1.0	0.1%	0.9%
PHEV	0.3	0.1	-	*

자료: 국토교통부 통계누리, “자동차등록현황 보고”; 오토뷰('18.1.2.); 오토뷰('22.1.5.).

주: *플러그인하이브리드 차량 등록 대수는 하이브리드차에 포함되어 집계되고 있어 정확한 통계는 확인이 어려움.

수가 0.4개에서 1.0개로 가장 많이 증가한 전기차의 경우 실제 등록 차량 내 비중도 0.8%p 증가하여 가장 크게 증가하였다. 이는 모형 구축 시 예상한 바와 같이 차량 모델 수가 많을수록 소비자는 차량 선택에 대한 장벽이 낮고, 구매 후 정비 서비스 접근성 역시 높아져 차량 모델 수는 소비자의 차량 선택할 시, 중요한 고려 요인임을 확인할 수 있다.

2. 차량 연료별 선택 가능성 및 한계효과

조건부로짓 모형의 확률식 (5)를 이용하여 독립변수의 변화에 따른 한계효과를 계산할 수 있다. 조건부로짓 모형에서 한계효과를 알 수 있는 식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial P_j}{\partial z_j} = P_j(1 - P_j)\alpha \tag{7}$$

$$\frac{\partial P_j}{\partial z_{j^{-1}}} = P_j P_{j^{-1}}\alpha \tag{8}$$

위 식에서 j 는 소비자가 선택하는 대안을 나타내는데 식 (7)은 선택한 대안 j 에 대한 한계효과이고, 식 (8)은 선택하지 않은 대안 j^{-1} 의 변화에 대하여 j 를 선택할 확률의 한계효과를 나타낸다. 이를 현재의 차량 선택 모형에 각 변수의 평균값을 이용하여 연료 효율 변화에 적용하면 아래의 <표 10>과 같다. 이 결과에 따르면 휘발유차의 연료 효율이 1단위 증가(만 원 주유 시 주행거리 1km 증가)할 때 휘발유차 선택 확률은 0.53% 증가하는

<표 10> 연료 효율 향상에 대한 연료별 차량 선택 한계효과

	휘발유	경유	LPG	HEV	EV	PHEV
휘발유	0.0053	-0.0035	-0.0004	-0.0009	-0.0002	-0.0004
경유	-0.0035	0.0043	-0.0002	-0.0004	-0.0001	-0.0002
LPG	-0.0004	-0.0002	0.0007	-0.0000	-0.0000	-0.0000
HEV	-0.0009	-0.0004	-0.0000	0.0013	-0.0000	-0.0000
EV	-0.0002	-0.0001	-0.0000	-0.0000	0.0003	-0.0000
PHEV	-0.0004	-0.0002	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0006

반면, 나머지 차량의 선택 확률은 경유차 0.35%, LPG차 0.04%, 하이브리드차 0.09%, 전기차 0.02%, 플러그인하이브리드차는 0.04% 씩 감소하는 것으로 나타났다.

현재 모형의 연료 효율은 차량의 공인 연비와 연료비가 반영된 것이므로 연료비가 변화할 때, 연료 효율의 변화와 이에 따른 차량 선택의 변화를 예상할 수 있다. 최근 러시아-우크라이나 전쟁으로 국제 에너지가격이 빠르게 변화하여 2022년 2월 기준 석유제품의 판매가격은 기본 모형에서 기준으로 삼은 2017년 대비 리터당 200원 이상 상승⁹⁾하였다. 만약 휘발유, 경유, LPG 가격이 2022년 2월 수준으로 상승하고, 전기차 충전요금은 2017년 이후 변화하지 않는다고 가정하고,¹⁰⁾ 이로 인한 차량의 연료 효율 변화를 기본 모형에 적용해 보면, 차량별 선택 확률의 변화는 <표 11>과 같이 변화하게 된다. <표 11>에서 전기차는 기본 모형 대비 연료 효율의 개선 효과가 있으므로 선택 확률은 0.4%p 증가한 것으로 나타났다. 절대적인 수치로 0.4%p는 작지만, 전기차의 전체 선택 확률이 2% 미만인 것을 고려하면 이는 매우 큰 폭의 증가로 볼 수 있다. 특히 앞의 <표 9>에서 확인할 수 있듯이 2021년 12월 기준 우리나라 실제 등록 차량 중 전기차의 비중이 0.9%인 것을 고려하면 현재의 석유류 연료비 상승으로 인한 전기차 선택 확률 증가는 매우 높은 수준임을 알 수 있다.

차량 모델 수 증가에 대한 각 연료별 차량 선택의 한계효과는 <표 12>와 같다. 전기차 모델이 하나 증가하는 경우 소비자의 전기차 선택 확률은 0.26% 증가하며, 전기차 선택

<표 11> 연료비 상승에 따른 차량 선택 확률 변화

구분	기본 모형(%)	연료비 상승 반영(%)	증감(%p)
휘발유	60.2	64.3	+4.1
경유	26.1	22.7	-3.4
LPG	3.0	2.5	-0.6
HEV	6.4	6.0	-0.4
EV	1.3	1.7	+0.4
PHEV	3.0	2.8	-0.1

9) 휘발유 223.3원/ℓ, 경유 254.1원/ℓ, LPG 224.3원/ℓ 상승(석유공사 페트로넷)

10) 실제로 우리나라는 석유제품 시장은 완전히 시장화가 되어 있어 국제 원유 및 석유제품 가격 변화에 따라 국내에 판매되는 석유제품 가격이 변하고 있으나, 전기요금은 규제 요금으로 정부의 정책적 판단이 크게 작용하고 있다.

확률 증가에 따라 타 연료 차량은 각각 휘발유차 0.16%, 경유차 0.07%, LPG차 0.01%, 하이브리드차 0.02%, 플러그인하이브리드차 0.01% 감소하는 것으로 나타났다. 추가로 분석 대상이었던 2017년 이후 차량의 모델 수만 변화하고 이 외의 조건은 모두 같다면, 이를 적용하여 연료별 차량 선택 확률의 변화를 예상할 수 있다<표 13>. 2017년 대비 2021년 차량 모델 수의 가장 큰 특징은 경유차의 감소와 전기차의 증가로 볼 수 있다. 실제로 이를 반영한 차량 선택 확률 변화는 경유차는 9%p 감소한 반면, 전기차는 0.2%p 증가한 것으로 나타났다.

이상의 분석을 통하여 차량 구매자가 차량을 선택할 때, 차량의 연비나 연료별 상대가격으로 표시되는 연료 효율이 좋을수록, 해당 차량의 시장 및 산업의 크기를 나타내는 차량 모델 수가 많을수록 선호되는 것을 확인하였다. 이는 특정 연구를 목적으로 조사를 수행하고 그 결과를 이용하지 않고, 정부에서 주관하여 시행되는 에너지총조사 자료를 이

<표 12> 차량 모델 수 증가에 대한 연료별 차량 선택 한계효과

	휘발유	경유	LPG	HEV	EV	PHEV
휘발유	0.0492	-0.0322	-0.0037	-0.0079	-0.0016	-0.0037
경유	-0.0322	0.0395	-0.0016	-0.0034	-0.0007	-0.0016
LPG	-0.0037	-0.0016	0.0060	-0.0004	-0.0001	-0.0002
HEV	-0.0079	-0.0034	-0.0004	0.0123	-0.0002	-0.0004
EV	-0.0016	-0.0007	-0.0001	-0.0002	0.0026	-0.0001
PHEV	-0.0037	-0.0016	-0.0002	-0.0004	-0.0001	0.0059

<표 13> 차량 모델 수 변화 및 차량 선택 확률 변화

구분	차량 모델 수 변화			차량 선택 확률 변화		
	2017	2021	증감	기본 모형(%)	모델 수 변화 반영(%)	증감(%p)
휘발유	5.1	5.5	+0.4	60.2	67.7	+4.1
경유	4.8	2.5	-2.3	26.1	17.1	-9.0
LPG	0.9	0.9	0	3.0	3.2	+0.2
HEV	0.9	1.4	+0.5	6.4	7.4	+1.0
EV	0.4	1.0	+0.6	1.3	1.5	+0.2
PHEV	0.3	0.1	-0.2	3.0	3.0	+0.0

자료: 오토뷰('18.1.2.), 오토뷰('22.1.5.).

용해도 충분히 논리에 맞는 결과를 얻을 수 있음을 의미한다. 에너지총조사의 자료를 변환하여 보완한다면 별도의 설문조사 없이도 자동차 선택에 대한 소비자 선호를 분석할 수 있다는 것을 알 수 있다. 다만, 대안 특성 변수로 이용하였던 차량 가격은 아주 미세하지만(0.1%) 가격이 높을수록 더 선호되는 것으로 나타났다. 이는 차량이 사치재의 성격을 가지고 있다고 해석할 수도 있으나, 이보다는 응답자가 실제 차량 가격 등 정보를 모르는 상황에서 향후 구매 차량을 선택한 조사의 방식에서 생긴 문제로 판단된다. 이러한 부분은 향후 에너지총조사의 개선사항으로 보인다.

V. 결론

우리나라를 포함한 세계 여러 국가에서 시행 중인 친환경 자동차 보급 확대 정책은 온실가스 배출 저감을 위한 대표적인 정책이다. 본 연구는 에너지총조사 자료와 조건부 로짓 모형을 이용하여 친환경차 보급 확대 정책의 성공적인 수립 및 시행의 기본 배경이 될 수 있는 소비자의 차량 선택 요인을 분석하였다. Liao et al.(2017) 및 Li et al.(2017)과 같은 선행연구에 따르면 차량 선택 연구에 사용하는 독립변수는 소비자의 인구통계학적 자료나, 인식에 대한 자료인 개인 특성 변수를 사용하는 연구와 선택 대안인 차량의 특성에 따라 변화하는 대안 특성 변수를 사용하는 연구로 나누어지는데, 본 연구에서는 소비자의 선택에 따라 변화하는 대안 특성 변수를 구축하여 모형에 이용하였다. 분석 자료는 산업통상자원부에서 3년마다 시행하는 에너지총조사 수송부문 관자가용 차량 조사에서 조사된 향후 차량 교체 시, 선호하는 차량에 대한 응답을 바탕으로 각 응답에 따른 차량의 형태별·연료별·배기량별 차량의 특성 변수를 조사하였다. 연구의 결과는 크게 세 부분으로 정리할 수 있다.

첫째, 휘발유차는 아직 다른 연료 차량 대비 다수의 소비자들에게 선호되고 있다. 조건부 로짓 모형의 ASC 변수 결과를 보면, 독립변수로 포함된 것 이외의 특성으로 휘발유차는 모든 타 연료 차량보다 선호되고 있다. 실제로 휘발유차는 이미 잘 갖춰진 시장을 바탕으로 친환경차 확대 추세에도 불구하고, 최근까지 모델 수는 증가하고 있으며, 타 연료 차량보다 훨씬 선호되고 있는 상황으로 인하여 타 연료 차량의 감소에 따른 대체 효과도 가장 크게 나타나고 있다.

둘째, 분석에 이용한 연료 효율 변수의 추정 결과를 통해 연료별 차량의 공인 연비와 연료별 가격은 소비자 선택에 매우 중요한 요인임을 확인하였다. 연료 효율이 1단위 증가(1만 원 주유 또는 충전 시 주행거리)할 때, 해당 연료 이용 차량의 선택 확률은 2.2% 증가하는 것으로 나타났는데, 이 연료 효율은 차량의 연비가 증가하거나 연료비가 하락하는 경우 연료 효율은 증가한다. 즉, 친환경차 보급 확대를 위해서는 기술 발달로 인한 공인 연비의 향상과 상대적으로 저렴한 충전용 전기차 요금을 적절히 유지해야 할 것이다. 특히 우리나라의 경우 휘발유, 경유, LPG 등 수송부문 석유제품 가격은 국제시장에서 정해지는 가격에 따라 변화하지만, 전기차 충전용 전기요금 수준은 정부 정책에 따라 좌우되기 때문에 정부는 정책 방향에 따라 적절한 충전용 전기요금 제도 마련이 필요하다.

셋째, 소비자가 고려하는 형태별·연료별·배기량별 차량 모델 수 역시 소비자의 차량 선택에 매우 중요한 요소로 나타났다. 모형 추정 결과 차량 모델이 1개 증가할 때, 소비자의 해당 부문 차량 선택 확률이 22.8% 상승하는 것으로 나타났는데, 이러한 차량 모델 수는 소비자가 해당 부문 차량 선택을 위한 정보 수집, 기타 차량과 비교, 차량 구입 이후 질 높은 차량 정비 서비스 등을 기대할 수 있게 하여 차량 선택에 중요한 역할을 하는 것으로 판단된다. 따라서 친환경차 보급 확대를 위해서는 친환경차의 시장을 넓혀 다양한 형태의 기업이 이 부문 시장에 참여하고, 다양한 모델의 차량을 생산·공급하도록 하는 것이 매우 중요한 정책 방향이 될 수 있을 것이다.

또한 본 연구를 통하여 현재 우리나라에서 정기적으로 시행되고 있는 에너지총조사 자료를 이용하여 기존의 연구 및 일반인의 기대에 크게 벗어나지 않는 결과를 얻을 수 있음을 확인하였다. 에너지총조사의 자료를 변환하고 보완한다면 충분히 자동차 선택에 대한 소비자 선호 요인들을 분석할 수 있다. 따라서 에너지총조사는 정기적으로 시행되기 때문에 향후 본 연구에서 이용하지 못한 2014년 자료나 2020년 자료와 함께 분석하면 시간의 흐름에 따라 소비자의 차량 선택 요인이 어떻게 변화했는지 알 수 있을 것이다. 향후 시행될 에너지총조사에는 다음의 두 가지 부문이 개선되면 더욱 신뢰성 높은 차량 선택 모형 구축이 가능하여 많은 연구에서 이용 가능할 것으로 판단된다. 먼저 응답자의 특성에 대한 조사 시, 연령, 성별, 소득 등과 같은 항목 외에도 거주지 인근에서 전기차 충전을 쉽게 할 수 있는지 여부, 전기차를 이용해 본 경험 등과 같이 응답자의 상황적·심리적 요인을 설명할 수 있는 변수가 추가될 필요가 있다. 앞서 선행연구들에서 확인할 수

있듯이 이러한 변수들은 차량 선택에 주요 영향 요인으로 지목되는 변수들이다. 그리고 응답자가 응답 시, 질문과 관련된 주요 상황을 인식하고 응답할 수 있게 하는 것도 필요하다. 예를 들어 향후 차량 구입 시, 어떤 차를 선택할 것인지 질문에서 각 보기 별로 차량 가격, 보조금, 연비, 탄소배출 등을 알 수 있게 하면 아무 정보 없이 응답하는 경우보다 본인 상황에 맞는 정확한 응답이 가능할 것으로 기대된다.

친환경차 보급 확대는 현재 화석연료 중심의 수송부문 에너지소비를 전기로 전환하여 온실가스 배출을 저감시키는 정책으로 평가되고 있다(IEA, 2021). 본 연구에서는 소비자의 차량 선택 영향 요인을 분석한 결과 연비 향상을 위한 기술 개발, 적절한 전기차 충전요금 부과, 관련 산업 및 시장 확대 등이 유의미한 영향 요인으로 나타났다. 또한 연료별 차량은 다른 연료 이용 차량과 대체 관계가 존재하기 때문에 각 차량의 특성이 차량 별 비중에서 서로 영향을 미치고 있음 역시 확인하였다. 이와 같이 친환경차량의 시장 전반에 대하여 다양하면서도 타 연료 차량과의 관계를 고려한 정교한 정책이 시행될 때, 수송부문의 온실가스 배출 저감이라는 정책적 목적을 달성할 수 있을 것이다.

[References]

- 국토교통부 통계누리, “자동차등록현황 보고”, https://stat.molit.go.kr/portal/cate/statFileView.do?hRsId=58&hFormId=1244&hSelectId=1244&hPoint=00&hAppr=1&hDivEng=&oFileName=&rFileName=&midpath=&month_yn=N&sFormId=1244&sStart=2021&sEnd=2021&sStyleNum=562&sDivEng=N&EXPORT=
- 김형진·원두환, “선택적 수정항을 적용한 운행거리에 관한 연구”, 『에너지경제연구』, 제7권 제1호, 2008, pp. 155~173.
- 네이버차량 정보, https://search.naver.com/search.naver?where=nexearch&sm=tab_etc&mra=bjg1&pkid=128&os=5569929&qvt=0&query=2017%20%EA%B7%B8%EB%9E%9C%EC%A0%80%20%ED%95%98%EC%9D%B4%EB%B8%8C%EB%A6%AC%EB%93%9C
- 박상준·김성수, “승용차 보유대수와 차종선택에 대한 네스티드로짓모형의 추정”, 『대한교통학회지』, 제25권 제1호, 2007, pp. 133~141.
- 산업통상자원부, 『2017년도(2016년 기준) 에너지총조사 보고서』, 2018.

- 석유공사 페트로넷, <https://www.petronet.co.kr/main2.jsp>
- 오토뷰, “1위부터 228위까지... 2021년 국산&수입차 판매량 총정리”, 2022.1.5., http://www.autoview.co.kr/content/article.asp?num_code=75600&news_section=sales_news
- 오토뷰, “2017년 베스트셀링 국산차는?”, 2018.1.2., https://www.autoview.co.kr/content/article.asp?num_code=63315
- 온실가스종합정보센터, “2021년 국가 온실가스 인벤토리(1999-2019) 공표”, 2022.
- 이성우·민성희·박지영·윤성도, 『로짓-프라빗 모형 응용』, 박영사, 2005.
- 이성우·지우석·조중구, “조건부 로짓모형을 이용한 도시와 농촌의 통근 행태 비교”, 『농촌경제』 제27권 제4호, 2004, pp. 29~53.
- 이재민·서상범·한상용, “국내 가구의 차량보유구조 추정모형에 관한 연구”, 『국토계획』, 제48권 제3호, 2013, pp. 111~128.
- 자동차 365, <https://www.car365.go.kr/>
- 조세특례제한법, 법률 제18634호, 2021.12.28. 일부개정.
- 지방세특례제한법, 법률 제18437호, 2021.8.17. 타법개정.
- 최도영·이성근, “에너지세제개편이 승용차 연료선택에 미치는 영향 분석”, 『에너지경제연구원 수시연구보고서 06-09』, 2006.
- 최도영·이양섭, “이산선택모형을 이용한 승용차 등급선택모형 추정”, 『에너지경제연구』 제4권 제2호, 2005, pp. 43~60.
- 한진석·이장호, 2016, “로짓모형을 이용한 친환경차 구매행태 분석”, 『대한교통학회지』 제34권 제2호 pp. 135~145.
- 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률, 법률 제18323호, 2021.7.27. 일부개정.
- IT 동아, “7월부터 전기차 충전료 오른다”, 2021.6.24., <https://it.donga.com/32143/>
- Darup, A. S., M. Guillen, and X. Piulachs, “Consumer preferences for electric vehicles in Germany,” *International Journal of transport economics*, XLV(1), 2018, pp. 97~122.
- Davies, P. S., M. J. Greenwood, and H. Li, “A conditional logit approach to U.S. state-to-state migration,” *Journal of Regional Science*, Vol. 41, No. 2, 2001, pp. 337~360.
- Hackbarth, A., and R. Madlener, “Consumer preferences for alternative fuel vehicles: A discrete choice analysis,” *Transportation Research Part D*, Vol. 25, 2013, pp. 5~17.
- IEA, *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*, 2021.
- IPCC, *Global Warming of 1.5°C*, 2018.

- Li, W., R. Long, H. Chen, and J. Geng, “A review of factors influencing consumer intentions to adopt battery electric vehicles,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 78, 2017, pp. 318~328.
- Liao, F., E. Molin, and B. Wee, “Consumer preferences for electric vehicles: a literature review,” *Transport Review*, Vol. 37, No. 3, 2017, pp. 252~275.
- McFadden, D., *Conditional logit analysis of qualitative choice behavior*, in P. Zarembka (ed). Frontiers in Econometrics. Academic Press, 1973.