

원자력 발전 신규 조세 도입에 대한 지불의사액 추정 연구[†]

박호정* · 조성진**

요약 : 외부비용 내부화와 타 발전연료원과의 형평성 차원에서 원전에 대한 과세논의가 꾸준히 제기되어 왔다. 그러나 이들 논의 대부분은 정책공급자 내지 입안자 중심으로 이루어지고 있어 과세 방식에 대한 국민 수용성을 제대로 반영하지 못한다는 한계가 존재한다. 본 연구는 원전 신규 과세 개편과 관련된 핵심 쟁점 사항을 중심으로 선택실험법을 활용하여 정책소비자가 선호하는 과세 방안을 검토하였다. 일반시민을 대상으로 한 설문조사를 바탕으로 선택실험법에서의 지불의사액 추정결과 원자력 연료(2.19원/kWh), 방사성폐기물(1.46원/kWh), 원전 시설규모(-3.65원/kWh)의 순으로, 응답자들은 원자력 연료에 대한 과세를 다른 대안보다 상대적으로 더 선호하는 것으로 나타났다. 자원 활용방식에 대한 지불의사액은 국가경제 활성화 자원(6.39원/kWh)과 기후위기대응 자원(6.12원/kWh)보다 근소하게 높은 것으로 나타났다. 본 결과는 원전 과세의 설계는 과세 대상 보다는 자원 활용방식에 더 초점을 맞출 필요가 있음을 시사한다.

주제어 : 원전 과세, 선택실험법, 지불의사액

JEL 분류 : C6, D8, Q3

접수일(2022년 11월 16일), 수정일(2022년 12월 5일), 게재확정일(2022년 12월 6일)

[†] 본 논문은 2021년 에너지경제연구원의 『원자력발전 신규 조세 도입의 사회적 수용성 연구』 보고서의 일부를 학술지 형태로 발췌한 것임을 밝혀둔다. 본 연구의 일부는 고려대학교 특별연구비에 의하여 수행되었다.

* 고려대학교 식품자원경제학과 교수, 제1저자(e-mail: hjeongpark@korea.ac.kr)

** 에너지경제연구원 선임연구위원, 교신저자(e-mail: chosj0327@keeci.re.kr)

A Study on Willingness to Pay for Nuclear Energy Tax using Choice Experiment

Hojeong Park* and Sung Jin Cho**

ABSTRACT : It is necessary to study the need for introduction of nuclear energy tax in Korea to internalize the externality cost of nuclear power and to make more balanced taxation system considering LNG and coal power. This study adopts choice experiment method to estimate the willingness to pay (WTP) for possible new tax on nuclear power. The finding is that the tax on nuclear fuel is more preferable to other tax base with KRW2.19/kWh of WTP, compared to KRW1.46/kWh for nuclear waste. The WTP for using the tax revenue to facilitate economic activity is KRW6.39/kWh compared to KRW6.12/kWh of WTP for funding climate change investment. The finding suggests that the design of nuclear power taxation needs to focus more on the use of tax revenue than on the choice of tax base.

Keywords : Nuclear energy tax, Choice experiment, Willingness-to-pay

Received: November 16, 2022, Revised: December 5, 2022, Accepted: December 6, 2022.

* Professor, Department of Food and Resource Economics, Korea University, First author (e-mail: hjeongpark@korea.ac.kr)

** Senior Research Fellow, Korea Energy Economics Institute, Corresponding author (e-mail: chosj0327@keei.re.kr)

1. 서론

2010년대 이후 원전 과세 논의는 외부비용 내재화와 연료원 간의 형평성 측면 등 여러 배경에서 그동안 제기되어 왔다. 원전사고에 대한 잠재적 위험 및 일상적 원전 운영에 따른 방사성누출 피해위험 등 숨은비용(Hidden costs) 혹은 외부비용을 조세 및 부담금 등의 형태로 내재화해야 한다는 주장이 꾸준히 제기되어 왔다. 아울러 발전용 연료 중 유류, 천연가스, 석탄은 재정 확보 외에 환경 개선 목적으로 개별소비세를 부과하고 있으나, 원전 연료는 과세를 부과하지 않고 있기 때문에 연료원 간 공정 경쟁을 저해한다는 주장도 있다. 김승래·박광수(2012) 및 김승래(2013), 이종교(2016), 조성진·박광수(2020)의 연구는 구체적인 과세 방식에는 이견이 있으나 원전 외부비용의 가격 내재화와 연료원 간 형평성 차원에서 과세의 필요성을 제기한 대표적인 사례이다.

원전에 대한 신규 과세는 개별소비세, 지방세(지역자원시설세), 부담금 혹은 기금 등 다양한 형태로 제안되고 있으며, 과세 목적(외부비용 내재화, 연료원 간 과세 형평성, 재정확충, 사고위험대응기금 재원 마련 등), 재원 활용방식, 세율 수준 등 쟁점 사항이 존재한다. 원전이 입지한 지방자치단체들의 경우 원전 및 관련시설에 대한 안전강화와 지역 주민의 생활안정, 그리고 낙후된 지역개발 등의 이유로 기존 지역자원시설세의 증세나, 방사성폐기물 저장에 대해 새로운 세목 신설을 주장하고 있다.¹⁾ 관련 연구로는 정종필(2014), 박병희(2015), 김필현(2016), 최병호·이근재(2013), 유태현·강민구(2016), 박우영(2018)이 대표적이다. 이들 연구는 모두 원전 혹은 관련시설에 대한 지역자원시설세 개편을 검토하고 있으나, 연구마다 과세 도입 타당성, 과세 근거, 과세 대상, 과세표준, 그리고 세율 수준 등 세부적인 내용에서는 상당한 이견이 존재한다(조성진·박광수, 2020).

원전 지역자원시설세 개편 논의는 국회와 지방자치단체 외에도 학계 및 연구기관을 중심으로 연구가 진행되었다. 그러나 대부분 입법부 및 정부, 전문가 등 정책공급자 내지 입안자 중심으로 이루어지고 있어, 과세 방식에 대한 국민 수용성을 제대로 반영하지

1) 특히 20대 국회에서 발의된 다수의 지방세법 개정 법률안을 통해 반영되었으나, 법률안이 실제 통과되어 시행된 사례는 없다. 조성진·박광수(2020)에 따르면 20대 국회에서는 지방세 형태(대부분 지역자원시설세)로 사용후 핵연료 세목 신설에 대한 발의 법률안이 4건, 핵연료 신설이 2건 발의되었으며, 그 외 지역자원시설세 부과 지자체를 방사성비상계획 관할 지자체로 확대하는 법안도 발의된 바 있다.

못한다는 한계가 존재한다. 따라서 과세 형태, 과세 부과 근거 및 목적, 세수 활용방식, 세율 수준 등 정책소비자(국민) 관점에서 검토가 필요하다. 이에 본 연구에서는 원전 신규 과세 개편과 관련된 핵심 쟁점 사항을 중심으로 설문조사 기반 선택실험법(Choice Experiment, CE)을 활용하여 정책소비자가 선호하는 과세 방안을 검토하고자 한다.

선택실험법은 원자력 관련 지불의사액(willingness to pay, WTP)을 추정한 다양한 연구에서 이미 사용되어 온 바 있는데, Cicia et al.(2012)의 경우 이탈리아 국민의 원자력, 화석연료, 풍력, 태양광 그리고 바이오매스에 대한 선호도를 분석한 바 있다. Murakami et al.(2015)은 원자력 발전이 갖는 장단점에 주목하여 선택실험법에 의한 지불의사액을 추정하였다. Schneider and Zweifel(2013) 역시 원전 관련 선택실험법 연구인데, 원자력 위험을 회피하기 위한 지불의사액을 스위스 시민을 대상으로 추정하였다. 속성으로는 지불금액, 블랙아웃 횟수, 폐기물, 누출피해액, 보험커버 등이 활용되었다. 한편 국내 관련 연구로서 배정환(2013)을 들 수 있는데 원자력 관련 종사자들의 방사능 피폭에 대한 지불의사액을 추정한 바 있다.

본 논문에서는 국민 수용성 결과를 도출하기 위하여 원자력 과세 관련 핵심 논쟁 사항을 선택실험법의 설문 설계에 반영하도록 한다. 분석결과를 통해 국민 수용성을 제고할 수 있는 원전 과세 방식에 대한 정책 시사점을 제시할 수 있다. UN(2021), Stavins(2019), Klenert et al.(2018) 등에 따르면 해외의 경우 중차대한 에너지 세제 개편, 탄소세 혹은 환경세, 혼잡비용 및 환경오염물질 등 외부비용 내재화를 위한 다양한 형태의 피구세를 도입하는 과정에서 해당 정책수단에 대한 사전적인 국민 수용성 분석의 중요성을 강조하고 있다. 유럽(북유럽을 포함한 EU 국가), 미국, 캐나다, 영국, 아일랜드, 터키 등의 국가에서는 에너지 세제 개편 혹은 탄소가격 부과 체계 등을 도입할 때, 정책대안에 대한 구체적인 설계방안 및 사전 수용성 분석을 수행하였다(Carattini et al., 2017).

원전 과세 도입 방식에 대한 국민 수용성을 선택실험법으로 분석하기 위해서 과세 방식에 대한 속성과 각 속성별 수준에 대한 설정이 필수적이다. 이에 본 연구에서는 원전 과세 체계 개편과 관련되어 발의된 법률안들과 선행연구에서 제기된 주요 핵심 논쟁 사항(가령 과세 대상, 과세형태, 세율 수준, 재원활용 방식 등)을 참고하여, 세 가지 속성을 설정하고, 각각의 속성에 대한 3~4개의 수준을 지정하였다. 이를 반영하여 선택실험법 설문조사를 설계하고, 원전 과세 방식에 대한 다양한 선택카드를 응답자에게 제시하는

대안별 응답자의 선호도를 분석한다. 선택실험법의 추정 결과를 통해 원전 신규 과세 방식에 대한 정책 시사점을 도출하고자 한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 분석방법론인 선택실험법에 대해 간략히 설명하고 속성변수의 선정과 문항설계를 소개한다. 3장에서는 설문조사 수행 과정 및 결과를 제시하고, 속성별 지불의사액 추정결과를 도출하고 정책적 시사점을 제시한다. 4장에서는 연구 내용을 요약하고 본 연구의 기여 및 한계를 기술한다.

II. 분석방법

연구를 위한 선택실험법(CE)은 다음의 4단계로 구분되어 수행된다. 1단계는 선택실험의 설문항목 설계로서 응답자의 편향, 연구자의 의도된 혹은 비의도된 의견이 반영되지 않도록 중립적 관점에서 설문을 설계한다. 원전 과세 대상, 자원의 활용, 전기요금에 대한 추가적 지불의사액(즉, 원전 과세율)을 종합적으로 고려할 수 있도록 항목을 구성한다. 속성가치 분석을 위한 설문문항 구성 시 직교성 조건이 반드시 충족되도록 유의하여야 한다. 설문 설계와 관련하여 전문가 자문회의를 거쳐 최종 설문항목을 설정하여야 하고, 사전 테스트(pretest)를 통해 설계된 설문조사 항목의 타당성을 검증받아야 한다.

2단계는 설문 본조사의 수행이다. 전문 설문업체를 선정하고 모집단 및 표본을 설계한다. 본 연구에서는 1,000명 규모의 조사를 수행하고, 설문조사에 대한 1차 기본통계 분석을 거쳐 선택실험법에서의 모형 추정을 위한 데이터 형태로 정리한다.

3단계는 지불의사액 추정을 위한 분석모형의 결정이다. 선택실험법 추정과 관련하여 유용성이 검증된 혼합로지트모형(Mixed logit model)을 활용하는 데, 동 모형은 ‘무관한 선택대상으로부터의 독립(independence of irrelevant alternatives, IIA)’ 조건을 완화할 수 있다는 측면에서 효과적인 방법론이다. 혼합로지트모형의 경우 로그우도함수의 단편해가 존재하기 때문에 이른바 시뮬레이션된 로그우도함수의 최대우도함수를 탐색하는 방식을 적용하도록 한다. Matlab을 이용하여 프로그래밍하며 연산의 효율성 제고를 위해 할튼시퀀스 방식(Halton sequence method)을 최우선적으로 적용한다.

마지막 단계는 선택실험법 추정 결과 및 이에 대한 해석을 정리한다. 즉 원전 과세 대상과 자원 활용방식에 대한 응답자의 상대적인 선호도와 이에 대한 시사점을 도출한다.

1. 설문조사 설계

원전 과세 방식에 대한 국민 수용성을 선택실험법을 이용하여 객관적으로 추정하기 위해서는 핵심 속성과 각 속성별 수준을 합리적으로 설계하는 것이 중요하다. 이에 본 연구에서는 원전 과세와 관련된 기존 선행연구와 국회에서 발의된 관련 법률안의 핵심 쟁점사항을 설문조사 설계와 연계함으로써 국민(혹은 전기소비자)은 어떠한 과세 방식을 선호하는지를 분석한다.

원전 과세에 대한 주요 쟁점으로는 먼저 과세 형태가 있다. 원전에 대한 과세를 국세(개별소비세), 지방세(지역자원시설세), 부담금 혹은 기금 등 어떤 형태로 부과할 것인가에 대한 이견이 존재한다. 두 번째 쟁점은 과세의 목적이다. 과세 목적은 타 연료원과의 형평성, 사고위험대응 등 외부비용 내재화, 발전소 주변 지자체의 원전 안전 및 지역 경제 활성화를 위한 재원 확충, 탈원전 정책에 따른 피해지역 지원 재원 마련 등에 대한 의견이 있다.

세 번째 쟁점은 재원 활용방식(세수 용처)이다. 세수 활용은 원전 산업과 안전성 증진, 원전 주변지역 지원, 일반회계로 전입하여 국가가 필요한 분야에 투자, 기후위기대응을 위한 재원 등의 의견이 제시되고 있다. 네 번째 쟁점은 과세 대상이다. 과세 대상으로는 원전 연료(핵연료), 원전 설비용량(원전 시설규모, MW), 방사성폐기물 등이 주로 거론되고 있다.

마지막 쟁점은 세율 수준이다. 원전 외부비용에 대한 추정치는 연구별로 발의된 법률별로 상당한 차이가 발생하며²⁾ 그리고 국내 원전 외부비용에 대한 합의된 추정치는 저자의 판단으로는 현재 존재하지 않는다.³⁾ 이 연구에서는 위 쟁점 사항 중 과세 대상, 재원 활용방식, 세율 수준을 선택실험법의 속성으로 반영하여 설문조사를 설계하였다. 여기에서 세율 수준은 선택실험법에 사용되는 속성 중 하나이면서 개별 속성의 수준별 지불의사액(WTP)을 나타내는 가격변수(원/kWh로 표현된 응답자의 지불의사액, 즉 지불 가능한 최대의 세율 수준을 의미)이다.

2) 선행연구에서 제시된 원전 외부비용 추정치는 적게는 1원/kWh 미만에서 크게는 60원/kWh 이상이며, 주로 원전 지역자원시설세와 관련되어 발의된 법률안의 세율 수준은 대부분 1~2원/kWh의 범위임.

3) 원전의 외부비용 추정연구는 전력수급기본계획, 국가에너지기본계획 및 정부용역을 통해 수행되었지만, 제시된 추정결과에 대해서는 여전히 이견이 존재하는 것으로 판단됨.

과세 대상, 재원 활용방식, 세율 수준 각각에 대한 선택 대안(수준)은 다음과 같이 설정하였다. 먼저 과세 대상에 대한 수준은 원자력 연료, 방사성폐기물, 원전 시설규모(설비용량, MW)로 설정하였다. 응답자의 이해를 도모하기 위해 과세 대상의 선택 대안에 대해 간략한 설명을 제공하고, 해외 유사 사례도 소개하였다. 기존 선행연구 혹은 국회에서 발의된 법률안은 과세 대상에 대한 설정을 과세 목적과 연계하고 있어, 이 연구에서도 과세 대상의 대안별 설명에서 세금 부과 방안과 과세 목적에 대한 내용을 함께 제공하였다.

과세 대상의 선택 대안(수준)은 다음과 같이 설계하였다. 과세 대상 중 한 대안인 원자력 연료는 ‘환경개선을 목적으로 석탄과 LNG에만 과세가 부과되고 있어 과세 형평성 차원에서 원전 연료에도 과세를 부과하는 방안입니다’의 내용으로 소개하고, 독일의 원자력 연료세를 해외 사례로 제공하였다. 또 다른 대안인 방사성폐기물은 ‘원자력 발전 과정에서 불가피하게 발생하는 방사성폐기물에 대해 세금을 부과하는 방식입니다’의 설명을 제공하고 스페인의 방사성폐기물 과세 사례를 소개하였다. 원전 시설규모는 ‘이 방식은 발전시설의 규모에 비례하여 세금을 부과하는 방식으로 원자력 발전량이 줄어들면서 감소하는 세금 수입을 보완하기 위하여 원전 시설을 대상으로 세금을 부과합니다’의 내용을 제공하였고, 프랑스와 핀란드 사례를 소개하였다(<부표 1> 참조).

‘재원 활용방법’ 속성에 대한 선택 대안(수준)은 원전 산업 및 안전 재원, 원전 주변지역 지원 재원, 국가경제 활성화 재원, 기후위기대응 재원으로 설정하였다. 재원 활용방법의 각 수준에 대한 응답자의 지불의사액을 추정함으로써 국민들이 상대적으로 더 선호하는 세수 활용방식을 도출할 수 있다.

재원 활용 대안의 선택을 통해서 어떤 형태의 과세 부과가 더 적절한가를 간접적으로 유추할 수 있다. 가령 ‘국가경제 활성화 재원’에 대한 응답자의 선호도가 높게 나타난다면, 이는 세수를 일반회계로 전입하여 정부가 소비활성화, 사회간접자본시설 확충 등 다양한 분야에 사용하는 것이 더 합리적일 것이다. 이 경우 과세의 형태는 개별소비세와 같은 국세의 형태가 더 적절하며 목적세보다는 보통세의 형태가 더 합리적일 것이다.

만일 ‘기후위기대응’에 대한 응답자의 선호가 다른 대안보다 상대적으로 더 큰 경우, 과세 형태는 보통세보다는 세수 용처를 특정(earmarked)하여 사용하는 목적세가 더 적절할 것이며, 기후위기대응은 지역적 이슈가 아닌 국가 전체의 문제이므로 지방세(지역자원시설세 등)보다는 국세의 형태가 더 바람직하다.

‘원전 주변지역 지원 재원’에 대한 수용성이 크다면, 이에 부합하는 과세 형태는 목적세와 지방세(지역자원시설세 등)가 더 합리적일 것이다. ‘원전 주변지역 지원 재원’은 원전이 입지하거나, 탈원전 정책 등으로 피해가 예상되는 해당 지역을 보상하는 성격이 크므로, 세수는 이러한 성격에 부합하는 지역과 사업에 사용되어야 할 것이다. ‘원전 산업 및 안전 재원’에 대한 응답자의 수용성이 상대적으로 크다면 이에 부합하는 과세 형태는 목적세 혹은 부담금(또는 기금)이 더 적절해 보인다. 세수를 원전 산업진흥 혹은 안전 분야에 사용한다면 세출 용도를 특정할 필요가 있는데, 이런 경우 목적세 혹은 부담금의 형태로 과세를 부과하는 것이 세입과의 연계가 자연스럽다. 만일 미래 발생 가능한 원전 사고위험에 대응할 목적으로 과세를 부과한다면 조세보다는 보험 성격의 기금(혹은 부담금)으로 적립하여 운영하는 것이 더 적절해 보인다(조성진·박광수, 2020, p.92). <부표 2>는 선택실험법 설문조사 설계에서 제공하고 있는 ‘재원 활용방법’의 선택 대안(수준)별 내용을 보여준다.

마지막 속성으로 세율 수준을 정해야 한다. 전술한 것처럼 세율은 선택실험법의 속성임과 동시에 응답자가 다양한 원전 과세 선택대안에 대한 지불의사액(원/kWh 단위로 표기된 세율 수준)을 나타내는 가격 변수이다. 세율에 대한 선택 대안(수준)은 3원/kWh, 7원/kWh, 11원/kWh를 설정하였다. 이는 현재 원전에 부과되고 있는 제세부담금 수준(약 3원/kWh), 국내외 원전 외부비용 추정치(국가에너지기본계획 및 전력수급기본계획의 추정치), 그리고 전기요금 인상에 대한 국민 수용성 인식조사 등을 종합적으로 고려하여 세율에 대한 선택 대안을 이와 같이 설정한 것이다.

원전에는 1원/kWh의 지역자원시설세(조세)가 부과되고 있으며, 약 2원/kWh의 지원금 및 부담금이 부과되고 있다. 원전 외부비용에 대한 선행연구의 추정치는 그 범위가 매우 넓으나 정책당국의 에너지 계획에서 제시하고 있는 추정치(사고위험비용)는 약 5~11원/kWh의 범위로 제시되고 있다.⁴⁾ 아울러 정책당국의 국책연구기관인 에너지경제연구원(2018)⁵⁾에 의뢰하여 수행된 연구의 원전 외부비용(사고위험비용) 추정치 역시

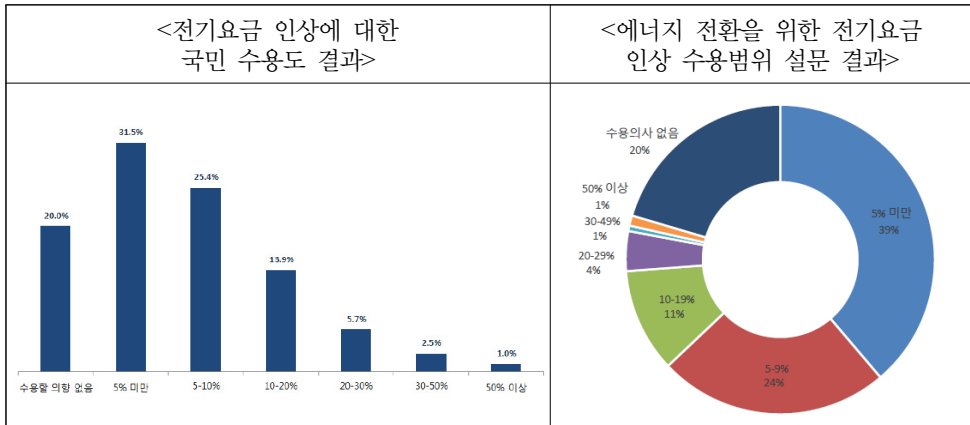
4) 7차 전력수급기본계획의 원전 외부비용 추정치는 5.72원/kWh, 8차 전력수급기본계획의 원전 외부비용은 8.11원/kWh이며, 9차 전력수급기본계획의 원전 외부비용은 약 11원/kWh 수준으로 추정하고 있음(9차 전력수급기본계획의 추정치는 비공개 자료임).

5) 이근대 외. 2018. 『발전원별 균등화 발전원가 산정에 관한 연구』. 한국전력거래소 연구용역보고서. 에너지경제연구원의 p. 54 / p. 63의 <표> 참고.

5~12원/kWh로 제시되고 있다.

서울 수준의 선택 대안 설정에는 전기요금 인상에 대한 국민인식 조사 연구의 결과도 고려하였다. 이 연구에서는 국책연구기관인 환경정책평가연구원과 에너지경제연구원 이 각각 2017년도와 2018년에 수행한 전기요금 인상에 대한 국민 수용성 결과를 참고하였다. 이 두 조사의 결과는 매우 유사한데, 5% 미만의 전기요금 인상에 찬성하는 비중이 가장 높게 나타나고, 그 다음으로 5~10%, 그리고 수용할 의사 없음 순으로 비율이 높게 나왔다(<그림 1> 참고).

<그림 1> 전기요금 인상의 국민인식 설문조사 결과



자료: 1) 이승준 외, 2017. 12, 「저탄소·친환경 전원 기반 마련에 따른 전기요금 개편의 국민수용성 제고를 위한 효과적 소통 방안」, 환경정책평가연구원 사업보고서, 2017-12, p. 39의 <그림 3-8>. 2) 에너지경제연구원, 2018. 2. 9, 「정부의 저탄소, 친환경 에너지 전환정책에 대한 국민 인식 현황조사」, p.48의 <그림 27>, 에너지경제연구원이 (사) 녹색에너지전략연구소에 위탁하여 수행한 연구용역 보고서임.

위 사항들을 종합적으로 반영하여 서울 선택 대안을 3원/kWh, 7원/kWh, 11원/kWh로 설정하였다. 한편 2020년 전력 판매실적 기준으로 각각의 세율에 대한 전기요금 인상률은 개략적으로 1%, 2%, 3.5% 인상되는 것으로 추정된다. 이는 가구 월평균 전력소비를 350kWh로 가정했을 때, 월간 전기요금 인상액이 각각 540원, 1,080원, 1,890원 인상되는 것을 의미한다(<표 1> 참고).

〈표 1〉 서울 선택 대안별 전기요금 인상률 및 인상액

서울 수준	3원/kWh	7원/kWh	11원/kWh
전기요금 인상률(%)	1%	2%	3.5%
전기요금 인상액(월간, 원)	540원	1,080원	1,890원
세수 규모(억 원)	4,500억 원	11,000억 원	17,000억 원

주: 1) 원자력 발전량은 2020년 실적(약 152.3TWh)을 적용하였음.

2) 가구 월평균 전력소비량을 350kWh로 가정할 때, 월간 전기요금은 약 54,000원 수준임(주택용 저압 기준).

자료: 1) 한국전력공사 홈페이지, 전력통계월보 각호 참고,

https://home.kepco.co.kr/kepco/KO/ntcob/list.do?boardCd=BRD_000097&menuCd=FN050301
(최종접속일: 2021.3.23.).

2) 한국전력공사 홈페이지, 2020년도판 한국전력통계(제89호),

https://home.kepco.co.kr/kepco/KO/ntcob/list.do?boardCd=BRD_000099&menuCd=FN05030103
(최종접속일: 2021.3.23.).

설문조사는 대상자(응답자) 선정, 에너지 이용사항, 원전 과세 방식, 일반사항으로 구분하여 설계하였다. 대상자 선정 및 일반사항은 응답자의 성향분석을 위한 항목이며, 에너지 이용사항은 응답자의 에너지 소비 실태를 확인하기 위함이다. 원전 과세방식에 대한 설문은 경우 선택실험법을 활용하였으며, 설문문항 설계 시 컨조인트분석(Conjoint Analysis)을 활용하여 5개의 선택카드를 제시하였다.

2. 추정모형

혼합로짓은 상당히 유연한 모형으로서 다양한 확률효용 모형을 근사 추정할 수 있다는 점에서 강점을 지닌다. Train(2003)이 정리하였듯이 혼합로짓모형은 표준로짓모형의 세 가지 제약을 회피할 수 있는데, 이는 무작위 선호변동(random taste variation), 비 제약 대체패턴(unrestricted substitution pattern), 잠재적 변인들과의 상관관계(correlation in unobserved factors over time)이다. 또한, 프로빗(Probit) 모형처럼 정규분포에만 국한되지 않는다는 장점도 존재한다.

혼합로짓모형은 관찰하고자 하는 대상에 영향을 미치는 요인들에 대해 개별적 분석이 가능함과 동시에 이는 ‘무관한 선택대상으로부터의 독립(independence of irrelevant alternatives, IIA)’의 가정과 같은 조건부로짓(Conditional Logit Model)의 한계점을 해소할 수 있다. McFadden(1974)에 의하여 개발된 조건부로짓은 IIA의 가정을 따르는 응

답자 선택의 확률이 독립적인 속성에 의하여 미치는 영향을 분석하기 위한 모델이다. 조건부로짓의 한계점은 관찰된 특성의 선호도 이질성만을 설명할 수 있으며, 관찰되지 않은 특성으로 인한 선호 이질성의 존재로 비현실적인 예측으로 이어질 수 있다. 위와 같은 한계점을 극복하기 위하여, 혼합형로짓모형이 활용된다. 이 모델은 하나 이상의 매개변수가 무작위로 분산시켜 표준적인 형태의 조건부로짓을 확장한다. 응답자를 n , j 를 n 의 선택하는 대안(Alternative)이라고 가정한다면, 다음과 같은 식을 구성할 수 있다.

$$U_{nj} = V_{nj} + \epsilon_{nj} \quad (1)$$

위 식의 V_{nj} 는 대안에 대한 관찰되는 선택을 의미하며, ϵ_{nj} 는 관찰되지 않은 변수(Random으로 처리)이다. V_{nj} 는 다음 식과 같이 표현할 수 있다. 이때, x_{nj} 는 관찰된 대안을 의미하며, z_n 은 대안을 선택한 특징인을 의미한다.

$$V_{nj} = \beta'_n x_{nj} + \gamma_j z_n \quad (2)$$

x_{nj} 은 개인 n 이 j 번째 대안을 선택하였을 때의 특성 벡터를 의미하며 β'_n 은 개인 n 의 파라미터 벡터를 의미한다. n 이 대안 i 를 선택할 확률은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} P_{n,i} &= \Pr(U_{n,i} > U_{nj}) \quad \forall j \neq i \\ &= \Pr(V_{n,i} + \epsilon_{n,i} > V_{nj} + \epsilon_{nj}) \quad \forall j \neq i \\ &= \Pr(\epsilon_{nj} - \epsilon_{n,i} > V_{nj} - V_{n,i}) \quad \forall j \neq i \end{aligned} \quad (3)$$

위 식을 재구성할 경우 확률은 다음 식과 같이 표현할 수 있다. 이때, σ_n 은 매개변수이다.

$$P_{n,i} = \frac{\exp(\sigma_n V_{n,i})}{\sum_{j=1}^J \exp(\sigma_n V_{n,j})} \quad (4)$$

만약, 응답자가 대안들에 대한 동일한 수준의 선호를 가지고 있다고 가정할 경우 식 (4)는 다음과 같이 표현이 가능하며, 이는 결과적으로 i 를 고려하지 않게 된다.

$$\frac{\delta P_{n,i}}{\delta x_{nj}} \frac{x_{nj}}{P_{n,i}} = -x_{nj} P_{n,i} \beta \quad (5)$$

이는 결국 응답자가 i 와 j 간에 선호도의 차이를 비교할 수 없다는 앞서 언급한 바와 같은 한계를 나타낸다고 볼 수 있다. 혼합로짓모형은 모형의 계수가 의사 결정자에 따라 다를 수 있도록 하여, 이러한 한계를 극복한다. 혼합로짓모형의 확률은 다음 식과 같이 표현된다.

$$P_{n,i} = \int \frac{\exp(x_{n,i}\beta)}{\sum_{j=1}^J \exp(x_{n,j}\beta)} f(\beta|\theta) d\beta \quad (6)$$

혼합로짓모형의 선택확률은 위와 같이 모든 β 값에 대해 적분하는 것을 의미하고 이를 통해 θ 추정을 목적으로 한다. 파라미터 θ 는 β 의 평균이나 분산과 같은 정보를 포함한다. 여기서 $f(\beta|\theta)$ 는 β 의 밀도함수를 의미하는 데, 계수를 다양하게 하는 것은 여러 가지 의사 결정자가 서로 다른 선호도를 가질 수 있다는 것을 말한다. $f(\beta|\theta)$ 는 연속함수로 가정하며 β 의 분포함수는 정규분포함수, 로그정규분포함수, 삼각분포함수, 균등분포함수 등이 사용 가능하며 일반적으로 정규분포나 로그정규분포를 가정하는 경우가 많다. 특히, 로그정규분포는 β 가 모든 사람에게 동일한 부호를 가지고 있는 경우에 유용하다.

선택확률함수에 적분이 포함되어 있어 최우추정(Maximum likelihood estimation)이 불가능하므로 시물레이션을 활용하여 시물레이션 로그우도함수(simulated log likelihood function)를 극대화하는 θ 를 다음의 단계를 통해 추정한다. 우선, θ 의 초깃값이 설정한 후 $f(\beta|\theta)$ 을 통해 β 를 추정하며 r 번째 추출할 경우 β^r 로 명명한다. 총 R 번 반복하여 평균값인 시물레이션 된 확률을 도출한다.

$$\tilde{P} = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R \frac{\exp(x_{nj}\beta_n^r)}{\sum_{j=1}^J \exp(x_{nj}\beta_n^r)} \quad (7)$$

이를 로그우도함수에 대입할 경우 다음의 식을 구할 수 있고 이때 본 식을 최대화하는

θ 값이 시뮬레이션된 최우추정량(maximum simulated likelihood estimator, MSLE)이 된다.

$$SLL = \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J d_{nj} \ln \tilde{P}_{nj} \quad (8)$$

여기에서 d_{nj} 는 더미변수 벡터로 n 이 j 를 선택할 경우 $d_{nj} = 1$ 또는 $d_{nj} = 0$ 을 의미한다. 만일 응답자 한 명에게 다양한 선택을 제시할 경우, 식 (8)은 아래의 식 (9)로 변형할 수 있다. 이때, 개인이 선택 상황 t 에서 대안 j 를 선택할 경우, $y_{njt} = 1$ 로 표기하며, 그렇지 않을 경우, 0으로 표기한다. β_n^r 은 개별 n 의 r 번째 선택의 β 분포를 의미한다.

$$S_n = \int \prod_{t=1}^T \prod_{j=1}^J \left[\frac{\exp(x_{njt} \beta_n^r)}{\sum_{j=1}^J \exp(x_{njt} \beta_n^r)} \right]^{y_{njt}} f(\beta|\theta) d\beta \quad (9)$$

지불의사액은 해당 변수의 계수추정값을 price 변수로 나눔으로써 구할 수 있다.

III. 추정 결과

1. 설문조사

대상자 선정은 설문 앞단에 배치하며 일반사항은 응답자의 집중도를 고려하여 원전 과세 방식 뒤에 배치하였다. 대상자 선정은 거주지역과 응답자의 연령, 성별을 확인하였다. 거주 지역에 대한 설문은 경우, 특별시 및 광역시를 중심으로 선택카드를 제시하되, 인접 도(행정구역)를 함께 제시하였다. 응답자의 정확한 연령 및 성별을 확인하기 위하여, 연령의 경우 주관식 형태로, 성별의 경우 객관식 형태로 제시하였다.

설문조사에서는 전기요금의 소비 성향이 가구원 수, 세대주 및 주택 유형에 미치는 영향을 확인하기 위하여, 가구원 수에 대한 설문항목을 제시하였다. 가구원 수에 대한 응답자의 혼돈을 막기 위하여, 가구원의 정의를 설명글로 제시하였고, 응답자가 가구주와 세대주에 대한 착오로 응답결과의 왜곡이 발생할 수 있으므로, 2018년 가계동향조사 정

기통계품질진단 결과 보고서⁶⁾를 참조하여, 가구주 정의를 제시하였다. 주택 유형의 경우, 2017년도 주거실태조사 조사지침서⁷⁾를 참조하여, 주택의 정의를 단독주택, 아파트, 연립주택, 다세대주택, 기타(비거주용 건물 내 주택, 오피스텔)로 구분하여, 설명글로 제시하였다. 월평균 가구소득에 대한 설문 항목은 가계금융복지조사 결과(통계청, 2020)⁸⁾ 및 에너지총조사표의 가구 월평균 총소득항목(에너지경제연구원, 2014)⁹⁾을 참고하여 보기를 제시하였다. 이때 객관식과 주관식 항목을 동시에 제시하여, 응답자의 소득분포 현황에 대한 오차를 줄이도록 하였다. 주관식 항목은 응답자의 정확한 답변을 유도하기 위하여, 가구소득 확인방법을 설명글로 제시하였다. 설문 목적에 학력이 미치는 영향을 확인하기 위하여, 고등학교 졸업, 대학교 재학/중퇴/졸업 그리고 대학원 재학 이상으로 구분하여, 설문 항목을 설계하였다.

원전 과세 방식에 대한 설문 설계는 원전 과세 대상, 자원 활용방법, 원전 과세율로 구분된다. 원전 과세 대상은 원자력 연료, 방사성폐기물, 원자력 시설규모로 구분하였다. 원자력에 대한 사전지식이 없는 응답자를 위해 각 과세 대상 대안(수준)에 대한 사진 및 관련 설명을 제시하여 대안의 이해도를 높였다. 자원 활용방법의 경우, ‘원전산업 및 안전 재원’, ‘원전 주변지역 지원 재원’, ‘국가경제 활성화 재원’, ‘기후위기대응 재원’으로 구분하였으며 왼쪽에는 간략한 설명을 통해 의미를 명확하게 전달하고 관련된 그림을 배치하여 시인성을 향상시켰다. 원전 과세율의 경우, kWh당 3원, 7원, 11원을 제시하였다. 원전의 기저발전 특성으로 원전에 대한 추가 과세가 가정용 전기요금 인상에 미치는 영향은 높지 않다. 설문 왼쪽에는 각 과세율별 전기요금 인상률 및 4인 가구 기준 인상액을 모두 제시하여, 응답자의 원전 과세에 따른 전기요금 인상의 이해도를 높였다.

원전 과세 방식에 대한 설문 문항은 선택실험법을 활용하였으며, 응답자에게 제시될 설문 유형 구성을 위하여, 컨조인트분석(Conjoint Analysis)을 활용하였다. 컨조인트분석을 통하여, 나타난 설문 문항은 응답자에게 총 5번 제시되었으며, 한 개의 문항 당 3가지 선택지 중 하나를 선택하도록 하였다. 설문 시 제시된 프로파일 중 응답자가 선호하는 항목이 존재하지 않을 경우를 고려하여, 미선택 항목(No-Choice Alternatives)을 추가하였다.

6) 통계청. 2018. 가계동향조사, 『2018년 정기통계품질진단 결과보고서』.

7) 국토교통부·국토연구원. 2017. 『주거실태조사 지침서』.

8) 통계청. 2020. 『가계금융복지조사 결과』.

9) 에너지경제연구원. 2014. 『2014년도 에너지총조사보고서』.

2. 지불의사액 추정 결과

본 설문조사를 시행하기 전에 일반인 100명을 대상으로 2021년 6월 중순에 예비설문 조사를 진행하였다. 인터넷 설문조사 방식을 취하였으며, 사전설문 조사에서 특별한 편향된 결과는 발견되지 않아 본 조사 단계를 진행하였다.

본 설문조사는 2021년 7월에 실시하였고, 설문문항 수는 총 16개 문항이다. 응답자의 설문 집중도를 고려하여, 전체 설문지를 동시에 제시하지 않고 한 페이지에 문항 하나씩을 순차적으로 제시하였다. 더하여 설문 응답 중 보기 및 설명글을 읽지 않는 불성실성을 고려하여, 일정 시간이 지난 후에 다음 문항으로 이동이 가능한 형태로 설문을 진행하였다. 본 설문 대상자는 총 1,000명으로서, 응답자의 거주지는 인천/경기, 서울, 부산/울산/경남, 대전/충청, 대구/경북, 광주/전라, 강원, 제주 순으로 분포하고 있다. 이는 지역별 인구분포를 고려한 것으로 관련 분포는 에너지결합 서비스에 대한 연구(에너지경제연구원·한국에너지공단, 2017)¹⁰⁾를 참조하였다.

응답자의 연령의 경우, 실질적으로 소득이 발생할 수 있는 20세 이상 성인을 대상으로 하였다. 설문 문항은 주관식으로 본인 연령을 직접 기입하게 하였으나, 기초통계는 20대, 30대, 40대, 50대, 60대 이상을 기준으로 구분하였다.

응답자의 성별은 하나의 성별에 가중되는 것을 피하기 위하여, 동일한 수의 응답자가 나타나도록 하였다. 응답자의 가구원 구성은 주거실태조사 조사지침서(국토교통부, 2017)를 참조하였으며, 4인, 3인, 2인, 1인 가구 순으로 비중이 높게 나타난다.

응답자의 월 소득 현황을 확인하기 위하여, 가계금융복지조사 결과(통계청, 2020년) 및 에너지총조사보고서의 가구 월평균 총소득항목(에너지경제연구원, 2014)을 참고하여 설문항목을 구분하였다. 응답자의 월소득 현황은 300만 원 이상~400만 원 미만과 400만 원 이상~500만 원 미만의 비중이 높게 나타난다.

다음의 <표 2>는 기본모형인 혼합로짓 추정 결과를 보여준다. <표 3>은 혼합로짓 결과를 바탕으로 추정된 과세 대상 및 자원 활용방식에 대한 지불의사액 추정결과를 보여준다. 과세 대상과 관련된 변수로 ‘fuel’(원자력 연료 대상 부과), ‘waste’(폐기물 대상 부과), ‘capacity’(원자력 시설규모 대상 부과)를 나타내는 변수이다. 자원활용과 관련된

10) 에너지경제연구원·한국에너지공단. 2017. 『2017년도 에너지총조사보고서』.

변수로는 ‘industry’(원자력 산업 육성 및 원전안전), ‘forlocal’(원전지역 경제), ‘economy’(국가경제 활성화), ‘renewable’(기후위기대응 및 재생에너지 투자확대)이 포함된다. 위의 변수들은 확률 모수(random parameter)로 추정하였으며, ‘price’는 고정 모수(fixed parameter)로 추정하였다.

〈표 2〉 혼합로짓 추정 결과: 기본 모형

	Choice	Coef.	Std.Err	[95% Confidence]	
Mean	Price	-0.07198*	0.016472	-0.10426	-0.03969
	Fuel	0.147175*	0.071714	0.006619	0.287731
	Waste	0.088029**	0.043265	0.003231	0.172828
	Capacity	-0.2352	-	-	-
	Industry	0.400409*	0.032682	0.336353	0.464464
	Forlocal	0.280619*	0.047736	0.187059	0.374179
	Economy	0.501479*	0.034406	0.434045	0.568912
	Renewable	0.478335*	0.032867	0.413917	0.542753
SD	Fuel	-0.01953	0.075793	-0.16808	0.129021
	Waste	-0.6629*	0.062376	-0.78515	-0.54064
	Industry	0.217483*	0.02433	0.169799	0.265168
	Forlocal	0.51442*	0.030675	0.454299	0.574541
	Economy	-0.52745*	0.043769	-0.61324	-0.44167
	Renewable	-0.05035	0.078358	-0.20393	0.103229

주: 1) Capacity는 효과표기(Effect code)로 추정이 아닌 계산된 값으로서 해당 통계량을 보고하지 않음.
 2) Mean은 평균값, SD: 표준편차를 의미함.
 3) *, **, ***은 각기 1%, 5%, 10%에서 유의함을 나타냄.

〈표 3〉 기본 모형의 지불의사액(WTP) 추정 결과 (단위: 원/kWh)

속성	변수(선택 대안)	지불의사액(WTP)
과세 대상	Fuel(원자력 연료)	2.0
	Waste(방사성폐기물)	1.2
	Capacity(원전 시설규모)	-3.3
재원 활용 방식	Industry(원전산업 및 안전 재원)	5.6
	Forlocal(원전 주변지역 지원 재원)	3.9
	Economy(국가경제 활성화 재원)	6.7
	Renewable(기후위기대응 재원)	6.6

주: 각 속성별 지불의사액(WTP)은 속성 변수의 모수추정치로 가격변수 추정치로 나눈 것에 (-)를 취하여 계산함.

기본 모형의 지불의사액 추정결과는 전반적으로 통계적 유의성이 높게 나타났으며, 지불의사액 순서는 먼저 과세 대상 방식의 경우, 원자력 연료 과세(2.0원/kWh) > 폐기물 과세(1.2원/kWh) > 원자력 시설규모(용량) 과세(-3.3원/kWh) 순으로 선호되고 있다. 여기에서 원자력 시설규모(용량)의 지불의사액은 음(-)의 값을 보이는데 이는 설비용량에 비해 원전 연료와 방사성 폐기물 과세에 대한 선호가 원전 시설규모에 비해 훨씬 더 높은 것으로 해석될 수 있다. 이에 대한 보다 구체적인 해석은 후술하기로 한다.

과세 활용 방식의 지불의사액 추정결과는 ‘economy’(국가경제 활성화), ‘renewable’(기후위기대응 및 재생에너지 투자확대)이 가장 선호되는 대안으로 나타났고, 다음으로 ‘industry’(원자력 산업 육성 및 원전안전), ‘forlocal’(원전지역 경제) 순으로 선호되고 있다. 원전 과세 대상에 대한 속성보다 원전 자원 활용 방식에 대한 지불의사액(WTP)의 평균적으로 훨씬 높게 나타나고 있는 특징을 보인다.

한편 본 연구에서는 Matlab을 이용하여 추정하였는데, 연구자들이 자주 사용하는 Stata 추정의 결과와 비교해 볼 필요가 있다. <표 4>에서 보는 바와 추정 결과에는 큰 차

<표 4> 혼합로짓 추정의 Matlab 및 Stata 결과 비교

	Choice	Stata		Matlab			
		Coef.	Std.Err	Halton		Random draw	
				Coef.	Std.Err	Coef.	Std.Err
Mean	Price	-0.07198	0.016472	-0.0887	0.0185	-0.0790	0.0183
	Fuel	0.147175 (2.04)	0.071714	0.1609 (1.81)	0.0800	0.1662 (2.10)	0.0782
	Waste	0.088029 (1.22)	0.043265	0.1015 (1.14)	0.0500	0.0988 (1.25)	0.0475
	Industry	0.400409 (5.56)	0.032682	0.4732 (5.33)	0.0407	0.4356 (5.51)	0.0400
	Forlocal	0.280619 (3.90)	0.047736	0.3353 (3.78)	0.0549	0.3054 (3.87)	0.0540
	Economy	0.501479 (6.97)	0.034406	0.5879 (6.63)	0.0417	0.5544 (7.02)	0.0392
	Renewable	0.478335 (6.65)	0.032867	0.6006 (6.77)	0.0563	0.5288 (6.69)	0.0532

주: () 안은 지불의사액 추정치(WTP)이며, Halton sequence는 각각 500번 수행한 결과임.

이가 없지만, ‘economy’와 ‘renewable’의 경우에는 미세한 차이지만 WTP 순위의 차이가 발생하는 것으로 나타났다.

분석에서는 ‘선호하는 대안 없음(no choice)’, 즉 현상유지(status quo) 대안을 나타내는 대안특화상수(Alternative specific constant, ASC)도 고려하고 있다. 혼합로짓 추정 시 ASC항을 포함하는 경우가 많은데, 이때 ASC는 ‘no-choice’의 현상유지(status quo) 선호를 설명하기 위해 도입되었다(Ben-Akiva and Lerman, 1985).¹¹⁾ ASC를 고려하는 이유는 응답자의 이질성(heterogeneity)을 반영하기 위함으로 각 속성들로 반영되지 않는 특정 대안의 효용증감을 해석하는 데 활용된다. 이 연구에서는 응답자들의 소득수준, 응답자 거주 지역, 응답자의 환경단체 가입 여부에 대해 ASC를 고려하였다. 소득과 응답자 거주 지역 변수인 income과 region은 응답자별로는 동일한 값을 갖기 때문에 추정 시 공선성 문제를 피하기 위하여 ASC와의 상호작용변수로 설정하였다.

아울러 원전이 밀집한 지역(특히 부·울·경 지역)만을 대상으로 특히 ‘capacity(원전 시설규모)’에 대한 추정을 통하여 원전 주변 지역과 타 지역 간의 ‘capacity(원전 시설규모)’에 대한 지불의사액 차이를 살펴보았다. <표 5>와 <표 6>은 위의 사항을 반영하여 도출한 혼합로짓 추정 결과를 보여준다.

<표 5>의 추정에 따르면, ‘ASC*Income’은 통계적으로 유의하지 않아, ‘선호하는 대안 없음(no choice)’, 즉 현상유지(status quo)에서 소득에 따른 효용증감을 해석하는 데 한계가 있다. ‘ASC*region’은 ‘선호하는 대안 없음(no choice)’과 원전지역 더미변수를 동시에 고려한 것으로 추정값은 0.25 로서 양(+)의 부호를 보이며 통계적 유의성도 지닌다. 따라서 이는 원전지역 응답자의 경우 ‘선호하는 대안 없음(no choice)’, 즉 현상유지(status quo)의 효용이 더욱 높다는 것으로 해석할 수 있다. 그럼에도 본 연구는 부산, 울산, 경남의 광역자치단체를 기준으로 설문조사를 수행하고 있어, 해당 지역을 원전 주변 지역 더미변수로서 정의하기에는 지역범위가 너무 광범위하기 때문에 해석상의 한계가 존재함을 유의해야 한다.

11) ‘no-choice’에 대해 ASC=1, 그렇지 않은 경우는 ASC=0으로 설정함.

<표 5> ASC를 고려한 혼합로지트 추정 결과

	Choice	Coef.	Std.Err	[95% Confidence]	
Mean	Price	-0.07223*	0.016476	-0.10452	-0.03994
	Asc*Income	7.17E-05	0.000206	-0.00033	0.000476
	Asc*Region	0.25089*	0.113456	0.028522	0.473261
	Fuel	0.146842*	0.071719	0.006275	0.287409
	Waste	0.088034*	0.04322	0.003325	0.172744
	Capacity	-0.23488	-	-	-
	Industry	0.424788*	0.041323	0.343796	0.50578
	Forlocal	0.305734*	0.05401	0.199877	0.411591
	Economy	0.525968*	0.042797	0.442089	0.609848
	Renewable	0.502631*	0.041366	0.421555	0.583707
SD	Fuel	-0.01949	0.075782	-0.16802	0.129044
	Waste	-0.66088*	0.062372	-0.78312	-0.53863
	Industry	0.217196*	0.024393	0.169386	0.265005
	Forlocal	0.513561*	0.030627	0.453533	0.573589
	Economy	-0.52627*	0.043686	-0.61189	-0.44064
	Renewable	-0.0435	0.07846	-0.19728	0.110275

주: 1) Capacity는 효과표기(Effect code)로 추정이 아닌 계산된 값으로서 해당 통계량을 보고하지 않음.
 2) Mean은 평균값, SD: 표준편차를 의미함.
 3) *, **, ***은 각기 1%, 5%, 10%에서 유의함을 나타냄.

<표 6>에서는 환경단체 가입 여부에 따른 지불의사액 추정 결과를 보여주고 있다. 아울러 동 표에서는 원전지역 거주 응답자들의 과세 대상 대안 중 원전 시설규모(capacity)에 대한 조세부과의 효용 증대 결과('local*capacity')도 제시하고 있다. <표 6>에 따르면 환경단체에 가입한 응답자는 현상유지(status quo)에 대한 효용이 감소하는 것으로 나타나고 있으며('ASC*env' = -1.25128), 이 추정치는 통계적으로 유의미한 것으로 확인된다. 이는 환경 친화적인 응답자일수록 외부성과 관련된 과세의 수용성이 더 높다는 점에서 직관에 부합하는 결과로 보인다. 환경단체 가입의 더미변수로 추정하는 방식 외에 환경단체 가입 그룹과 비가입 그룹을 분리하여 추정할 수도 있겠으나, 그 경우에는 더미변수 추정 결과와 중복될 수 있어 본 연구에서는 분리추정 방식은 택하지 않았다.

<표 6> ASC 및 원전 밀집 지역을 반영한 혼합로짓 추정 결과

	Choice	Coef.	Std.Err	[95% Confidence]	
Mean	Price	-0.0749*	0.016588	-0.10741	-0.04239
	ASC*income	8.26e-05	0.000208	-0.00032	0.00049
	ASC*region	0.308755*	0.118021	0.077439	0.540072
	ASC*env	-1.25128*	0.159376	-1.56365	-0.93891
	Region*capacity	0.282294***	0.17497	-0.06064	0.625228
	Fuel	0.164083*	0.073934	0.019175	0.308992
	Waste	0.109609*	0.045365	0.020695	0.198523
	Capacity	-0.27369	-	-	-
	Industry	0.380701*	0.041655	0.299059	0.462344
	Forlocal	0.265186*	0.054398	0.158567	0.371804
	Economy	0.478392*	0.043189	0.393744	0.56304
	Renewable	0.458268*	0.04163	0.376675	0.53986
SD	Fuel	-0.02031	0.07581	-0.1689	0.128271
	Waste	-0.65781*	0.0627	-0.7807	-0.53492
	Industry	0.210967*	0.024648	0.162657	0.259277
	Forlocal	0.503657*	0.030324	0.444217	0.563098
	Economy	-0.52291*	0.043885	-0.60892	-0.4369
Renewable	-0.03529	0.07559	-0.18338	0.112805	

주: 1) Capacity는 효과표기(Effect code)로 추정이 아닌 계산된 값으로서 해당 통계량을 보고하지 않음.
 2) Mean은 평균값, SD: 표준편차를 의미함.
 3) *, **, ***은 각기 1%, 5%, 10%에서 유의함을 나타냄.

<표 6>의 ‘local*capacity’의 추정 결과는 원전지역 거주 응답자는 원전 시설규모(설비용량) 기준 조세부과에 대한 효용 증대가 있는 것으로 분석된다. 원전 계속운전의 지불의사액(WTP)을 조건부가치법(CVM)으로 추정한 박호정 외(2018)연구에 의하면, 원전 주변지역과의 인접성이 응답자의 원전계속 운전 수용성 여부에 중요한 요인인 것으로 나타난바 있다. 이는 원전 시설 입지에 따른 지역 지원금 및 지역자원시설세 등의 편익에 의한 영향으로 볼 수는 있겠지만 그럼에도 불구하고 부산, 울산, 경남의 광역자치단체의 더미변수를 원전 주변지역으로 해석하기에는 적절하지 않은 측면이 존재한다.

다음의 <표 7>은 소득 수준, 응답자 원전지역 더미변수, 환경단체 가입 여부 등의 대안특화상수(Alternative specific constant, ASC)를 반영하고, 더하여 원전지역 거주 응

답자의 원전 시설규모(설비용량)에 대한 과세부과의 효용 영향을 모두 고려하여 도출한 속성별 선택 수준에 대한 지불의사액을 정리한 것이다. 즉 <표 6>의 혼합로짓 추정결과를 이용하여 지불의사액을 도출한 것이다.

<표 7> ASC, 원전 밀집 지역 변수를 반영한 지불의사액(WTP) 추정 결과
(단위: 원/kWh)

속성	변수(선택 대안)	지불의사액(WTP)
과세 대상	Fuel(원자력 연료)	2.19
	Waste(방사성폐기물)	1.46
	Capacity*(원전 시설규모)	-3.65
재원 활용 방식	Industry(원전산업 및 안전 재원)	5.08
	Forlocal(원전 주변지역 지원 재원)	3.54
	Economy(국가경제 활성화 재원)	6.39
	Renewable(기후위기대응 재원)	6.12

주: 각 속성별 지불의사액(WTP)은 속성 변수의 모수추정치를 가격변수 추정치로 나눈 것에 (-)를 취하여 계산함.

먼저 과세 대상에 대한 응답자의 지불의사액을 보면 원자력 연료(2.19원/kWh), 방사성폐기물(1.46원/kWh), 원전 시설규모(-3.65원/kWh)의 순으로, 응답자들은 원자력 연료에 대한 과세를 다른 대안보다 상대적으로 더 선호하는 것으로 나타났다. LNG 및 석탄과의 형평성 차원에서 원자력 연료에 대해 과세를 부과하는 것에 대해 긍정적인 선호를 보이는 것을 확인했으며, 방사성폐기물에 대한 과세 역시 폐기물에 대한 외부효과를 관리한다는 차원에서 일정 부분의 지불의사를 보이는 것으로 판단된다.

원전 시설규모에 대한 과세의 지불의사액은 2순위인 방사성폐기물 대비 약 5원/kWh의 격차를 보이고, 부호 역시 음(-)의 값을 보이고 있다. 지난 탈원전 정책 영향 하에서 원자력 발전시설의 용량 기준 부과방식에 대해 일부 응답자들은 이러한 과세를 ‘원전을 가동하느냐의 여부’로 인식하여, 마치 원전 시설에 대한 과세가 원전 가동을 감소시키기 위한 일종의 징벌적 성격의 과세로 받아들여 이러한 방식의 과세에 대해 매우 부정적인 반응을 보일 수 있다. 특히 원전의 경우 현재 정치적인 이슈로 받아들여지고 있는 상황에서 원전 시설규모에 과세를 부과하는 것에 상당한 거부감을 나타내었을 가능성을 배제할 수 없다. 이는 최근 원자력학회(2021)의 원자력 발전 이용에 대한 설문조사 결과에서

도 일부 확인할 수 있다. 국민 1,000명을 대상으로 실시한 동 조사에 따르면 국민 10명 중 7명이 원자력 발전 이용에 긍정적으로 답하고 있다. 더하여 응답자들은 탈원전 정책으로 원전 발전량 감소에 따른 세금 감소를 보완하기 위해 원전 시설규모를 대상으로 또 다른 세금을 부과하는 방식에 대해 부정적으로 인식하고 있을 가능성도 크다. 음(-)의 지불 의사액은 다른 연구에서도 보고되고 있는데, Murakami et al.(2015)의 경우 재생에너지에 비해 원자력 발전이 음(-)의 지불의사액으로 추정된 바 있다.

재원 활용방식에 대한 지불의사액은 국가경제 활성화 재원(6.39원/kWh), 기후위기 대응 재원(6.12원/kWh), 원전산업 및 안전 재원(5.08원/kWh), 원전 주변지역 지원 재원(3.54원/kWh)의 순으로 선호되고 있다. 기후위기대응과 국가경제 활성화 재원 방식에 대한 응답자의 선호가 거의 유사한 것으로 나타나며, 다른 재원 활용방식보다 상대적으로 더 선호되고 있음을 확인할 수 있다. Klenert et al.(2018)의 연구에 따르면 에너지 관련 과세의 재원 활용방식에 대한 국민 수용성은 대체적으로 신재생에너지 투자, 녹색재정 등 기후위기대응과 관련된 사업이 국가의 일반재정으로 활용되는 사업보다 수용성이 높게 나타나는 경향을 보인다. 그러나 본 연구에서는 경제 활성화에 대한 지불의사액이 기후위기대응보다 근소하게 높았는데, 이는 설문조사가 수행된 기간이 코로나19로 인해 경제에 대한 우려가 큰 시기였다는 점을 감안해서 해석할 필요가 있다.

재원 활용방식 중 원전산업 및 안전 재원과 원전 주변지역 지원 재원은 각각 5.08원/kWh, 3.54원/kWh의 지불의사액을 보이고 있어, 기후위기대응과 국가경제 활성화 방식에 비해 응답자의 선호는 상대적으로 낮지만 과세 대상 방식에 대한 지불의사액 수준보다는 높은 선호도를 보여주고 있다. 재원 활용방식 중 원전 주변지역 지원 재원에 대한 응답자의 수용성이 상대적으로 낮은 한 가지 이유로는 국민 전체와 원전 주변지역간의 ‘편익-비용’ 불균형일 수 있다. 본 연구는 전 국민을 대상으로 설문조사를 수행하고 있어 원전 주변지역 주민의 선호도를 직접 확인할 수는 없지만 세수를 원전 주변지역에만 활용하면 비용은 공동으로 부담하나, 편익은 주변지역 주민에게만 주어지므로, 이러한 방식에 대한 수용성이 상대적으로 낮을 수 있을 것이다. 상대적인 선호도는 가장 낮지만 원전 주변지역 지원 재원에 대해 응답자들이 3.54원/kWh 수준의 과세를 추가로 지불할 의향이 있다는 점은 의미가 있어 보인다.

원전 과세 방식에 대한 지불의사액 추정 결과를 요약하면, 과세 대상으로는 원자력 연

료와 방사성폐기물이 원전 시설규모(설비용량)보다는 적절한 방식으로 나타났다. 재원 활용방식은 기후위기대응 및 국가경제 활성화로 사용하는 것이 원전산업 및 안전과 원전 주변지역 지원보다는 더 선호된다. 평균적인 지불의사액을 비교해 볼 때, 과세 대상보다는 재원 활용방식이 더 높게 나타나고 있다는 점에서 국민 수용성을 제고하기 위한 원전 과세 설계는 과세 대상보다 재원 활용방식에 더 초점을 맞출 필요가 있다. 과세 대상 중 원전 시설규모의 지불의사액이 음(-)의 부호를 보이고 있다는 점, 재원 활용방식 중 원전산업 및 안전 재원에 대한 지불의사액이 기후위기대응 혹은 국가경제 활성화 재원에 비해 낮은 수준이 아니라는 점, 그리고 발전방식 중 원자력을 선호하는 비중이 높다는 점 등을 고려할 때, 원전정책과 관련된 정치적 논쟁이 원전 과세 방식에 대한 선호를 결정하는 한 요인으로 작용했을 가능성도 배제할 수 없을 것으로 판단된다.

위 추정 결과를 국내 원전 과세 쟁점사항과 연계해서 살펴보면, 우선 응답자들은 과세 대상 방식 중 원자력 연료나 방사성폐기물에 대해 추가적인 세금 지불의사가 있는 반면, 원전 시설규모는 지불의사가 전혀 없는 것으로 나타난다. 이는 원전 과세의 부과 근거는 과세 형평성과 환경개선으로 세금을 부과할 필요가 있음을 시사한다. 더하여 과세 대상 대안들의 지불의사액 수준(-3.65~2.19원/kWh)이 전반적으로 낮은 점을 고려할 때, 원자력 연료 혹은 방사성폐기물에는 낮은 세율을 부과하는 것이 수용성 측면에서는 적절하다고 판단된다.

한편 재원 활용에 대한 지불의사액(3.54~6.39원/kWh)은 방식별로 수준 차이는 있지만 과세 대상의 지불의사액보다 더 높게 나타나고 있으며, 대안 중 특히 국가경제 활성화와 기후위기대응에 대한 선호가 상대적으로 높게 나타난다. 이는 국민 수용성 측면에서 원전 과세에 대한 과세 목적이 단순히 원전 정책에 따라 감소하는 재원을 확충하는 것이 아닌, 에너지 전환 및 탄소중립 등 기후위기에 대응하기 위한 목적이거나, 소비활성화, 사회간접 자본시설 확충 등 국가 전체 경제 활성화를 위한 목적으로 설계할 필요가 있음을 시사한다. 물론 원전 산업 및 안전, 그리고 원전 주변지역 지원에 대한 지불의사도 낮은 수준은 아니지만 상대적인 선호도를 고려했을 때 해당 세수의 우선순위는 경제 활성화 또는 기후위기대응 사업으로 사용하는 것이다.

선택실험법의 속성(과세 대상 및 재원 활용방식)과 속성별 대안에 대한 선호도를 감안할 때 과세 형태는 부담금(혹은 기금)보다는 조세(개별소비세)가 더 적절할 수 있으며,

조세에서는 지방세(예: 지역자원시설세)보다 국세(예: 개별소비세)가 더 부합할 수 있다. 한편 자원 활용방식에서 국가경제 활성화와 기후위기대응에 대한 지불의사가 거의 유사하다는 점에서 과세 형태를 목적세로 할지 아니면 보통세로 설정할지에 대해서는 결론을 짓기 어렵다.¹²⁾ 다만, 보통세로 부과되더라도 조세당국이 해당 재원을 기후위기 대응과 관련된 다양한 사회 인프라 등에 지출할 수 있다는 점에서 어떤 형태가 더 적절한지는 큰 문제가 되지 않을 것이다.

IV. 결론

정책공급자와 정책수용가가 선호하는 원전 과세 방식에는 일부 간극이 존재할 수 있으므로, 과세 개편은 정책의 효율성뿐 아니라 국민 수용성도 함께 고려한 차선책(second-best)을 검토할 필요가 있다. 특히 자원 확보만을 위한 과세는 소비자의 선호가 상대적으로 낮다는 점을 고려할 때, 징수된 세수는 재생에너지 확대, 수소 생태계 구축 등 ‘기후위기대응’이나 국가경제를 활성화하기 위한 재원으로 활용하는 것이 국민 수용성 측면에서는 더 부합할 수 있다.

차선책은 경제적 효율성의 일부를 희생하나, 정치권과 대중의 조세 저항을 완화할 수 있다는 점에서 불필요한 사회적 갈등을 줄임과 동시에 정책을 신속히 이행할 수 있다. 본 연구의 분석결과를 원전 신규 과세 도입의 근거 자료로 활용하는 것은 신중을 기할 필요가 있다. 과세 도입 자체의 논의는 국민 수용성뿐 아니라 조세의 원칙, 특히 납세자의 담세능력을 고려하고 있는 조세평등주의(조세공평주의) 부합 정도와 세입과 세출의 연계가 적정한지 등에 대한 검토가 병행되어야 한다.

향후 탄소중립 달성을 위한 다양한 에너지 세제 체계 개편 논의 과정에서 국민 수용성은 함께 고려되어야 하며, 이를 위해 국민의 의견을 청취하고 수렴할 수 있는 법적·제도적 장치가 마련되어야 할 것이다.

본 연구는 기존 관련된 국내외 계량분석 사례가 거의 없다는 점에서 학술적 기여가 있으며, 연구에서 적합한 연구 방식 및 분석방법론은 향후 에너지 세제 개편과 관련된 다양

12) 세법에 의해 그 조세수입의 용도(지출목적)가 특정되어 있는지의 여부에 따라 보통세와 목적세로 구분되는데, 조세는 보통세가 원칙이며, 목적세는 예외적으로 특정 사업의 재원을 확보하기 위한 것으로 볼 수 있음(국회에 산정책처, 2020).

한 쟁점 사항에 대한 국민 수용성을 분석하는 데 유용한 자료로 활용이 가능하다는 점에 서 그 정책적 기여가 있다고 사료된다. 단, 본 연구는 원전 과세 도입 자체에 대한 수용성 분석이 수행되지 않은 점, 원전 주변지역의 수용성은 고려하지 못하고 있다는 한계가 있다. 향후 관련 후속연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 보다 정교한 설문 질의 설계 와 직접 대면방식의 조사가 필요해 보인다.

[References]

- 국회예산정책처, 대한민국 조세 2020.
- 김승래, “에너지세제 현황과 개편방향; 에너지가격체계 진단과 개선”, 경제인문사회연구회 정책현안 종합연구 시리즈, 2013.
- 김승래·박광수, “온실가스 저감을 위한 에너지세제 개편방안 연구”, 기획재정부 용역보고서, 한국재정학회, 2012.
- 김필현, “특정자원분 지역자원시설세의 개선방안”, 정책과제 2016-13호, 한국지방세연구원, 2016.
- 동아사이언스 보도자료, “국민 10명 중 7명 원자력 발전 이용 찬성” ...60세 이상 찬성 비율 가장 높아. (보도일: 2021.9.13.)
- 박병희, “발전분 지역자원시설세 과세 합리화 방안”, 지방세 네트워크 포럼 2015-04호, 한국지방세연구원, 2015.
- 박우영, “지역자원시설세 과세대상 신설 및 세율인상 필요성과 적정 수준에 대한 연구”, 산업통상자원부 용역보고서, 에너지경제연구원, 2018.
- 박호정·조성진·류호준, “광역시 지역주민의 원전계속운전 수용성 결정요인 분석”, 「한국지방행정학보」, 제15권 제2호, 2018, pp. 27~46.
- 배정환, “선택실험설문에 의한 방사능 피폭 가능성에 대한 원자력 기술개발 종사자의 지불용의액 추정”, 「자원·환경경제연구」, 제22권 제3호, 2013, pp. 411~435.
- 유태현·강민구, “방사성폐기물에 대한 지역자원시설세 과세방안”, 「지방세논집」, 제3권 제1호, 2016, pp. 55~82.
- 이근대 외, 「발전원별 균등화 발전원가 산정에 관한 연구」, 한국전력거래소 연구용역보고서, 에너지경제연구원, 2018. 2.

- 이중교, “원자력발전에 대한 조세 또는 부담금제도의 정립방안에 관한 연구: 외국과의 비교법적 검토를 중심으로”, 「조세학술논문집」, 제32집 제1호, 통권 45호, 2016, pp. 97~128.
- 정종필, “지역특정자원에 대한 선택적 지방세 과세방안 연구”, 지방세 네트워크 포럼 2014-07호, 한국지방세연구원, 2014.
- 조성진·박광수, “발전부문 지역자원시설세 개선 연구”, 에너지경제연구원 기본연구보고서 20-06, 2020.
- 최병호·이근재, “사용후핵연료 저장에 대한 지방세 과세가능성 연구”, 정책과제 2013-15, 한국지방세연구원, 2013.
- Ben-Akiva, M. E., S. R. Lerman, *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, MIT Press, Cambridge, Ma., 1985.
- Carattini, S., M. Carvalho, S. Fankhauser, “How to make carbon taxes more acceptable”, *Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Policy Report*, 2017, pp. 28~55.
- Cicia, G., L. Cembalo, T. Del Giudice, A. Palladinob, “Fossil energy versus nuclear, wind, solar and agricultural biomass: Insights from an Italian national survey,” *Energy Policy*, Vol. 42, 2012, pp. 59~66.
- Kenneth, E. T., *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge University Press, NY, USA, 2003.
- Klenert, D., L. Mattauch, E. Combet, O. Edenhofer, C. Hepburn, R. Rafaty, N. Stern, “Making carbon pricing work for citizens,” *Nature Climate Change*, Vol. 8, 2018, pp. 669~677.
- McFadden, D. L., *Conditional logit analysis of qualitative choice behavior*, In *Frontiers in Econometrics*, Zarembka P (ed.), 1974.
- Murakami, K., T. Iida, M. Tanakab, L. Friedmanc, “Consumers' willingness to pay for renewable and nuclear energy: A comparative analysis between the US and Japan”, *Energy Economics*, Vol. 50, 2015, pp. 178~189.
- Schneider, Y., P. Zweifel, “Spatial Effects in Willingness to Pay for Avoiding Nuclear Risks”, *Swiss Society of Economics and Statistics*, Vol. 149, No. 3, 2013, pp. 357~379.
- Stavins, R., *Carbon Taxes vs Cap and Trade: Theory and Practice*, Discussion Paper ES 2019-9. Cambridge, Mass.: Harvard Project on Climate Agreements, 2019.
- Train, K. E., *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge, 2003.
- United Nations (UN), *Handbook on Carbon Taxation for Developing Countries*, 2021.

[부록]



〈부록 표 1〉 과세 대상의 선택 대안(수준)별 설명

<p>대안 (1)</p>		<p>원자력 연료</p>	<p>현재 전력을 생산하는 연료 중 환경개선을 목적으로 석탄과 LNG에만 과세가 부과되고 있기 때문에, 형평성 차원에서 원자력 연료에도 세금을 부과한다는 방안입니다. *독일: 원자력 연료 사용량에 과세를 부과한 경험이 있음.</p>
<p>대안 (2)</p>		<p>방사성폐기물</p>	<p>원자력 발전 과정에서 불가피하게 부산물인 방사성폐기물을 발생시킵니다. 이 폐기물은 오랜 기간 안전하게 관리되어야 합니다. 본 과세방법은 발생한 방사성폐기물에 세금을 부과하는 방안입니다.</p> <div style="text-align: center;">  <p>원자력의 연료로 사용된 사용 후 핵연료 + = 중저준위폐기물 (착입봉, 장갑 등) = 방사성 폐기물</p> </div> <p>*스페인: 방사성폐기물에 대한 과세를 신설한 바 있음.</p>
<p>대안 (3)</p>		<p>원전 시설규모</p>	<p>원자력 발전시설의 규모에 비례하여 세금을 부과하는 방안입니다. 원자력 발전량이 줄어들면서 감소하는 세금 수입을 보완하기 위하여 원전시설을 대상으로 세금을 부과하는 방안입니다. *프랑스와 핀란드: 원자력 발전시설의 설비용량에 따라 세금을 차등 부과하고 있음.</p>

〈부록 표 2〉 과제 활용방법의 선택 대안(수준)별 설명

대안 (1)	원전 산업 및 안전 자원	<p>원전과세 수입은 원전 산업과 R&D, 안전성 보강과 사고위험 대응을 위한 사업에만 활용하는 방식입니다.</p>	
대안 (2)	원전 주변지역 지원 자원	<p>원전이 위치한 주변지역의 지역경제 및 인프라 활성화, 생활 안정화 등의 사업에만 활용하는 방식입니다.</p>	
대안 (3)	국가경제 활성화 자원	<p>반드시 발전분야에 국한해서 활용할 필요가 없습니다. 소비활성화, 사회간접자본시설 등 국가 전체 경제의 다양한 분야에 재원을 사용할 수 있습니다.</p>	
대안 (4)	기후위기대응 자원	<p>원전 과세 수입을 태양광, 풍력 발전 등 재생에너지 확대, 수소 생태계 구축 등 기후위기대응을 위한 제원(보조금)으로 활용하는 방식입니다.</p>	

〈부록 표 3〉 선택실험법에서의 선택카드 예시

	Option A	Option B	Option C
6-1. 다음 제시된 과세 대상, 재원활용, 소음 감소, kwh당 과세액을 고려하여, 서로 다른 3개의 옵션(Option) 중 귀하께서 가장 선호하는 것을 선택해 주십시오.			
과세 대상	<p>방사성폐기물</p> <p>원자력 발전 과정에서 불가피하게 부산물인 방사성폐기물을 발생시킵니다. 이 폐기물은 오랜 기간 안전하게 관리되어야 합니다.</p> <p>본 과세방법은 발생한 방사성폐기물에 세금을 부과하는 방안입니다.</p>	<p>원전시설규모</p> <p>원자력 발전시설의 규모에 비례하여 세금을 부과하는 방안입니다.</p> <p>원자력 발전량이 줄어들면서 감소하는 세금 수입을 보완하기 위하여 원전시설을 대상으로 세금을 부과하는 방안입니다.</p>	Option C
재원활용	<p>원전 산업 및 안전</p> <p>원전과세 수입은 원전 산업과 R&D, 안전성 보강과 사고 위험 대응을 위한 사업에만 활용하는 방식입니다.</p>	<p>원전 주변지역 지원</p> <p>원전이 위치한 주변지역의 지역경제 및 인프라 활성화, 생활 안정화 등의 사업에만 활용하는 방식입니다.</p>	<p>선호하는 대안이 없음</p>
kwh당 과세액	<p>월 1,080원</p> <p>전기요금 인상율 2%</p>  <p>7원/kWh</p> <p><input type="checkbox"/> ①</p>	<p>월 1,890원</p> <p>전기요금 인상율 3.5%</p>  <p>11원/kWh</p> <p><input type="checkbox"/> ②</p>	<p><input type="checkbox"/> ③</p>
선택			