

캄보디아 가구의 취사용 연료 결정요인 분석[†]

최시원*·강성진**

요약 : 취사용 청정연료의 접근성 및 사용을 확대하고자 하는 세계적인 관심과 노력에도 불구하고, 여전히 전세계 인구의 약 1/3 이상이 청정 취사시설을 이용하지 못하고 있다. 그들은 전통적인 방식의 바이오매스, 즉 농작물, 가축분뇨, 목재 등을 취사용 연료로 사용하고 있으며 이로 인한 건강 및 경제적 피해는 심각한 수준이다. 개발도상국의 취사용 연료 선택 및 전환을 이해하고자 하는 다수의 연구는 가구주의 특성을 주요 결정요인 중 하나로 다뤘었다. 그러나 가구 내 의사결정은 가구주에 의해 독단적으로 수행되지 않으며 가구원 간의 상대적인 특성 등에 따라 다양하게 나타난다. 본 연구는 가구주를 포함한 캄보디아 부부를 대상으로 남녀 배우자 각각의 특성을 모두 고려하여 취사용 연료 결정요인을 분석하고자 하였다. 그 결과, 근로활동, 교육 수준, 미디어 이용 빈도 등 남녀 배우자 간의 특성이 연료 결정에 미치는 영향이 서로 다르게 나타났다. 본 연구는 취사용 연료 결정요인을 분석하는 데 이전에 다루지지 않은 배우자의 특성을 고려한다는 점과 캄보디아를 대상으로 한 연구를 찾아보기 어렵다는 점에서 캄보디아의 청정연료 확대를 위한 보다 정교한 정책 개발에 기여할 것이라 기대한다.

주제어 : 취사용 연료, 청정연료, 가구 결정구조, 다항 로짓, 캄보디아

JEL 분류 : C35, O13, Q42

접수일(2020년 11월 5일), 수정일(2020년 12월 14일), 게재확정일(2020년 12월 21일)

[†] 이 논문은 KU-KIST스쿨 운영사업의 지원을 받아 수행된 연구이다. 또한, 한국환경정책학회 추계학술대회(2020. 9.25.)에서 발표한 내용을 수정·보완하였음을 밝히며 건설적인 제언을 주신 학술대회 참가자 분들과 익명의 두 분 심사위원께 감사의 말씀을 전한다.

* 고려대학교 에너지환경대학원(그린스쿨) 석사과정, 제1저자(e-mail: eco_o1@korea.ac.kr)

** 고려대학교 경제학과 교수, 교신저자(e-mail: sjkang@korea.ac.kr)

Determinants of Household Cooking Fuel Choice in Cambodia

Si Won Choi* and Sung Jin Kang**

ABSTRACT : More than one-third of the world's population still has no access to clean cooking facilities despite global interest and efforts to expand the accessibility of clean cooking fuels. They use traditional biomass, i.e., crops, animal dung and firewood, as their cooking fuel, and the health and economic damage from it is severe. As many studies have been conducted to understand the choice and transition of cooking fuel in developing countries, characteristics of household head have been addressed as one of the main fuel determinants. However, decision-making in households is not only made by household head and can vary depending on the relative characteristics of household members. Thus, this study analyses the determinants of cooking fuel choice through the samples of Cambodian couples (household head and his/her spouse) considering both characteristics of husbands and wives. As a result, it is confirmed that the effects of characteristics, such as employment, education levels, and frequency of media use, between husbands and wives on cooking fuel choice were different. This study is expected to contribute to the development of more sophisticated policies to increase clean fuel in Cambodia, given that it takes into account the characteristics of spouses who have not previously been dealt with in analyzing the determinants of cooking fuel choice and that it is difficult to find research on Cambodia.

Keywords : Cooking fuel, Clean fuel, Household decision-making, Multinomial logit, Cambodia

Received: November 5, 2020. Revised: December 14, 2020. Accepted: December 21, 2020.

[†]This work was supported by the KU-KIST Graduate School Project. This paper is a revised and supplemented version of the presentation from the 2020 fall conference of KEPAS. We would like to thank participants from the conference and anonymous referees for their helpful suggestions.

* Energy and Environmental Policy, KU-KIST Graduate School of Energy and Environment, Korea University, First author (e-mail: eco_01@korea.ac.kr)

** Professor, Department of Economics, Korea University, Corresponding author (e-mail: sjkang@korea.ac.kr)

I. 서론

개발도상국의 청정한 취사시설 미비로 인한 건강 및 경제적 피해는 심각한 수준이며, 이는 개발목표 달성을 지체하는 장애물로써 줄곧 지적되어왔다(WHO, 2006). 지속가능발전목표(SDGs, Sustainable Development Goals) 7인 “적정한 가격에 신뢰할 수 있고 지속가능한 현대적인 에너지에 대한 접근 보장”은 “청정연료 및 기기 주 사용 인구 비율”을 지표로써 명시하고 있다. 에너지에 관한 구체적인 목표가 다뤄지지 않았던 새천년개발목표(MDGs, Millennium Development Goals) 시대에도 바이오매스와 같은 고형연료(solid fuel) 사용 인구 비율은 하나의 지표로 역할을 하기도 하였다.

WHO(2014)에 따르면 청정연료에는 전기, 천연가스, 에탄올, LPG 등이 포함된다. 에너지 서비스가 사회경제적 발전에 필수적이라는 점과 취사용 연료가 가구에 미치는 건강 및 경제적 영향을 고려했을 때, 취사용 청정연료 사용 확대는 건강, 환경, 성 평등, 빈곤 퇴치 등 다른 지속가능발전 목표의 진전에도 상당한 영향을 미칠 것이라 기대할 수 있다(WHO, 2006; Paudel et al., 2018; WHO et al., 2018).

그러나 IEA(2017)에 따르면 여전히 전세계 인구의 약 1/3 이상이 이러한 청정 취사 시설을 이용하지 못하고 있으며 전통적인 방식의 바이오매스, 즉 농작물이나 가축분뇨, 목재 등을 취사용 연료로 사용하고 있다. 그 밖에도 1억 7,000만 명은 석탄에, 1억 2,000만 명은 등유에 의존하고 있는 실정이다.

전통적 방식의 바이오매스, 가공되지 않은 석탄, 등유 사용은 미비한 환기 시설과 함께 실내 공기 오염을 유해한 수준으로 만드는 주요 원인이 된다. 매년 약 280만 명의 조기 사망자가 석탄 및 바이오매스 연료 사용과 관련된 것으로 추정되며, 특히 취사활동을 주로 부담하는 여성과 아동에게 그 영향이 심각하게 나타난다(MoH Mongolia et al., 2003-2004; Nandasena et al., 2012; WHO, 2006; IEA, 2017). 열악하고 불완전한 연료 연소는 일산화탄소, 미세먼지(PM₁₀, PM_{2.5}), 질소산화물, 벤젠, 포름알데히드 등 유해물질을 발생시키며 이러한 연기에 노출되는 여성과 아동은 매일 두 갑의 담배를 피우는 것과 같다(WHO, 2006). IEA(2017)의 정책 시나리오는 2030년까지도 전세계 23억 명이 청정 취사시설을 이용하지 못하며 실내 공기 오염으로 매년 250만 명의 조기 사망자가 발생할 것으로 예측하였다.

개발도상국 가구의 취사용 연료는 가구 생산성에도 영향을 미친다. 목재와 같은 바이오매스는 청정연료에 비해 연료를 수집하거나 사용하는 데 많은 시간과 노동력이 투입되어 다른 소득 창출 활동을 저해할 수 있다(Leach, 1988; Heltberg, 2004). 취사를 바이오매스에 의존하는 가구는 일평균 1.4시간을 연료 수집에 사용하며 이를 주로 감당하는 여성과 아동에게는 신체적 부담까지 가중되고 있다(WHO, 2014; Alem et al., 2016; IEA, 2017). 바이오매스와 같은 비효율적 연료에 대한 의존성은 가구소득 대비 에너지 부문의 지출 비중을 증가시켜 에너지 가격에 민감한 빈곤층 가구가 중·고소득 가구보다 상대적으로 에너지 부문에 더 큰 지출을 하도록 할 수도 있다(Leach, 1988; WHO, 2006).

지금까지 취사용 청정연료 사용을 확대하고자 개발도상국 가구의 연료 선택 및 전환을 이해하기 위한 수많은 연구가 이루어져 왔다. 에너지사다리 모델은 연료 선택 및 전환이 소득 중심의 사회경제적 변화에 따라 단계적으로 이루어진다고 제시했다. 그러나 이후 동시다발적이고 복합적인 연료 사용을 제시하는 다중연료 모델로 발전하였으며, 가구소득 외 다양한 사회문화적 특성이 결정요인으로 작용한다고 밝혀졌다(Masera et al., 2000; Heltberg, 2004; Nandasena et al., 2012; Alem et al., 2016; Makonese et al., 2018; Paudel et al., 2018; Shupler et al., 2019).

가구주의 나이, 성별, 교육 수준, 직업 등 인구통계학적 특성도 그 요인 중 하나로 다루어졌다(Heltberg, 2004; Alem et al., 2016; Makonese et al., 2018; Paudel et al., 2018; Shupler et al., 2019). 일부 문헌에서 배우자의 교육 수준을 함께 고려하는 제한적인 시도가 있긴 하였으나 대부분 가구원 중 가구주만의 특성으로 가구의 선택을 설명하고자 하였다(Heltberg, 2004).

본 연구는 가구의 연료 결정요인을 이해하는 데 가구주만 아니라 배우자의 특성을 함께 고려하고자 한다. 가구주와 배우자의 특성을 동시에 포함하는 모델은 가구 내 의사결정이 무조건적으로 가구주에 의해 독단적으로 수행되지 않으며, 남녀 배우자 간의 상대적인 특성과 역할 분담, 가계생산과 관련된 가사 전문화, 지출부문 등에 따라 다양하게 나타날 수 있다는 연구로부터 착안하였다(Ward-Batts, 2008; Yusof and Duasa, 2010; Bertocchi et al., 2014; Permana et al., 2015). 또한 취사활동의 수행주체는 주로 여성인데 반해 취사기기의 구입 결정은 남성이 주도할 경우, 결국 누가 청정연료 사용에 대한 의사결정권을 가지고 있는지 알기 어려우며 이는 청정한 취사활동 확대를 위한 캠페인

개발을 어렵게 만들기 때문이다(GACC, 2011).

가구의 취사용 연료 선택에 미치는 가구원의 영향을 분석하기 위해 여기서는 캄보디아를 대상 국가로 선정하였다. 동아시아와 동남아시아는 2010년부터 2018년까지 매년 약 1.6% 포인트로 취사용 청정연료 보급률이 가장 크게 증가한 지역이다(IEA et al., 2020). 캄보디아는 연평균 약 7%의 높은 경제 성장률을 보이며 전력 보급과 청정연료 보급 증가율 모두 상위 20개국에 속하였다(IEA et al., 2020; World Bank Database). 그러나 여전히 청정연료 보급 인구 비율은 약 22%에 머물러 있으며 이는 필리핀(46%), 베트남(64%), 태국(79%), 인도네시아(80%) 등 동남아시아 다른 국가에 비해 상당히 낮은 수준이다(WHO Household Energy Database). 따라서 청정연료 확대를 위해 캄보디아 환경에 적합한 효과적이고 효율적인 정책이 요구된다.

본 연구는 취사용 연료 결정요인을 분석하는 데 가구주를 포함한 남녀 배우자의 특성을 함께 고려하고자 하며, 이를 위해 캄보디아 사례를 활용한다. 이전에 다루지지 않은 배우자의 특성을 고려한다는 점과 캄보디아의 취사용 연료 결정요인에 관한 선행연구를 찾아보기 어렵다는 점에서 본 연구는 캄보디아의 청정연료 확대를 위한 보다 정교한 정책 개발에 기여할 것이라 기대한다.

II. 선행연구

1. 취사용 연료 선택 및 전환

지금까지 가구수준에서의 청정연료 사용 확대를 도모하기 위하여 연료 선택 및 전환의 결정요인을 이해하고자 하는 많은 연구가 이루어졌다. 대표적인 이론적 근거로 “에너지사다리 모델(energy ladder model)”과 “다중연료 모델(multiple fuel model)”이 있다.

에너지사다리 모델은 연료전환을 세 단계로 설명한다. 첫 번째 단계는 취사용 연료로 썩은 농작물, 가축분뇨, 목재 등의 바이오매스를, 두 번째는 석탄이나 숯, 등유를, 세 번째는 LPG, 천연가스, 전기를 사용하는 것으로 대표된다(Heltberg, 2004). 세 번째 단계로 갈수록 값이 비싸고 기술수준, 다용도성, 편리성, 효율이 높으며 오염수준이 낮은 특징이 있다.

이 모델은 대부분 가구가 세 단계를 따르는 이상적인 연료선호도를 가진다고 본다(Leach, 1992). 모든 취사활동에서 항상 우월한 연료가 존재하며 바이오매스는 단지 소

득과 인프라 제약으로 인해서 사용될 뿐임을 전제한다(Masera et al., 2000). 따라서 연료 전환은 사회경제적 변화(소득 증가, 도시화, 바이오매스 고갈 등)가 취사용 연료 및 기기의 가격, 연료 접근성 문제 등을 해소하거나 연료선호도에 영향을 미침으로써, 또는 향상된 사회경제적 수준을 표출하기 위하여 일어나게 된다는 것이다(Leach, 1992; Masera et al., 2000). 에너지사다리 모델에 관한 많은 실증연구는 특히 도시지역에서의 청정연료 선택이 소득 의존적으로 일어남을 확인하는 데 유효했으며, 연료전환이 소득 증가에 따라 자연적, 일방향적으로 일어난다고 해석되어왔다(Masera et al., 2000; Heltberg, 2004).

다중연료 모델은 특정 목적에 따라 다수의 연료가 동시에 사용되는 연료 정체가, 즉 불완전한 연료전환을 포함하며 이전에 다루지 않았던 새로운 연료 및 기술의 수용과 거부에 관한 특징을 설명한다. 새로운 연료로의 완전한 전환은 흔하지 않으며, 일반적으로 새로운 연료는 이전의 연료에 추가적으로 사용된다(Masera et al., 2000). 실제 대부분의 개발도상국 가구가 다수의 연료를 동시에 사용하는데 반해 에너지사다리 모델은 새로운 연료를 사용하게 될 때, 즉 사다리 상의 다음 단계로 이행할 때 이전에 사용하던 연료를 더 이상 사용하지 않는다고 보았다(Masera et al., 2000; Heltberg, 2004).

소득 증가와 함께 완전한 연료전환이 일어나지 않는 이유는 가격 변동이나 공급 불안정성에 대비한 연료 사용의 안정성 확보, 전통적인 취사 방식과 맛에 대한 선호, 연료용 목재를 무료로 확보할 수 있거나 판매 수입을 얻는 등 연료의 이용성 및 접근성 문제일 수 있으며, 구체적으로는 고소득 가구가 가사근로자를 고용함으로써 바이오매스 수집에 유리하기 때문일 수도 있다(Leach, 1988; Leach, 1992; Alem et al., 2016; IEA, 2017). 경제적, 사회적, 문화적 요인들의 복잡한 상호작용의 결과로써 많은 개발도상국 가구는 LPG나 전기와 같은 대체 연료를 사용할 수 있을 때도 바이오매스를 계속 사용하면서 다중연료를 사용하는 경향이 있다(Masera et al., 2000; Nandasena et al., 2012).

즉 연료 선택 및 전환은 취사로 인한 가구 내 공기 오염의 유해성에 관한 인지수준, 연료 현대화를 위한 정책적 노력, 도시화를 통한 현대 연료의 접근성 증가 등을 모두 반영하는 것으로써 국가마다, 지역마다 상당한 차이가 있다(Leach, 1988; Heltberg, 2004; IEA, 2017; Makonese et al., 2018; Shupler et al., 2019). 따라서 이를 이해하기 위해서는 가구의 사회경제적 수준을 나타내는 다양한 요인뿐만 아니라 인구통계학적, 사회문화적 요인을 모두 고려해야 한다(Masera et al., 2000; Makonese et al., 2018; Shupler et al.,

2019).

지금까지 가구의 취사용 연료 선택 및 전환에 영향을 미치는 요인들로는 가구소득 또는 일인당 지출, 가구원 수, 가구 내 여성 비율, 아동의 수, 소득자의 수, 전력 보급, 가정에서의 식사 횟수, 수도시설, 취사장소, 방 수, 바닥재 등과 같은 주거 및 가구의 특성과 가구의 교육 수준, 비문해, 나이, 성별, 혼인상태, 연료용 목재의 접근성에 대한 인지수준과 같은 개인의 특성, 지역 규모, 지리적, 사회적 연료 접근성, 연료 및 기기 가격과 공급 안정성, 문화 및 관습, 인구밀도, 도심지와 거리 등과 같은 사회·경제·환경적 요인들이 분석되어왔다(Masera et al., 2000; Heltberg, 2004; Nandasena et al., 2012; Alem et al., 2016; Makonese et al., 2018; Paudel et al., 2018; Shupler et al., 2019). 그 밖에도 잠재적 요인으로써 취사 방법과 연료 및 기기에 따른 효율 및 경제성 등이 언급되었다(Leach, 1988; Leach, 1992; Masera et al., 2000).

2. 가구 내 의사결정

가구 내 의사결정을 설명하는 이론적 근거는 가구 소득자가 지출 패턴에 미치는 영향을 다루는 방식에 따라 “단일 모형(unitary model)”으로부터 “협상 모형(bargaining model)”으로 발전해왔다(Phipps and Burton, 1998; Vermeulen, 2002; Yusof and Duasa, 2010). 단일 모형은 가구 내 소득을 결합하고(income pooling) 가구의 단일 효용을 극대화하는 의사결정이 이루어짐을 제시한다. 소득자가 누구인지, 개별 구성원 간의 어떤 관계나 차이가 있는지는 고려하지 않는다(Bernasek and Bajtelsmit, 2002; Ward-Batts, 2008). 반면 협상 모형은 다른 구성원의 행동이 주어졌을 때 각 구성원이 자신의 효용을 최대화된다고 보거나, 협상력에 따라 구성원 간 특정한 효용 분배가 이루어진다고 본다(Phipps and Burton, 1998; Vermeulen, 2002; Ward-Batts, 2008; Bütikofer et al., 2009; 노혜진, 2012; 송헌재·김보민, 2014).

이에 관한 실증 연구들은 가구 내 의사결정에 영향을 미치는 요인으로써 각 배우자의 소득이나 직업, 나이, 교육, 건강, 혼인이력, 가구원 수, 자녀 수, 가구소득, 가사근로자 고용, 인종이나 종교와 같은 사회문화적 요소, 거주지역의 인구밀도, 여성의 노동시장 참여율, 이혼율 등을 분석해왔다(Yusof and Duasa, 2010; Bertocchi et al., 2014; Permana et al., 2015).

Yusof and Duasa(2010)는 말레이시아 기혼 남녀가 각각 규모가 큰 지출과 일상적인 지출에 대해 최종 결정을 하는 경향이 있으며, 가정식과 주거 관련 지출 규모는 다른 지출 부문과 달리 남녀의 소득 비중과 무관함을 보였다. Bertocchi et al.(2014)은 이탈리아 가구 내 경제적 의사결정에 있어서 배우자 간 상대적인 협상력만 아니라 가사의 전문화, 즉 가계 결정에 할애할 수 있는 시간적 여유가 각각 독립적으로 영향을 미침을 확인하였다. Permana et al.(2015)은 인도네시아 반둥(Bandung)을 대상으로 가구 내 의사결정과 에너지 소비 간의 관계를 연구한 결과, 여성이 가구 내 에너지 지출 결정과 절약에 기여한다고 밝혔다. 전체 가계 지출에 대해서는 부부가 공동 결정을 한다는 응답이, 에너지 지출에 관해서는 아내가 결정한다는 응답이 59%로 우세했으며, 이때 에너지 소비가 가장 낮은 것으로 나타났다.

앞의 선행연구들은 가구 지출에 관한 의사결정 및 행동이 지출 부문, 가구원의 성별과 그들의 관계에 따라 다양하게 나타남을 보여준다. 가구주와 배우자, 혹은 남성과 여성 간의 관계와 역할 분담은 취사용 연료 및 기기에 관한 의사결정에도 영향을 미친다고 보고 되어왔다(Pachauri and Rao, 2013; Choudhuri and Desai, 2020). Muneer and Mohamed (2003)와 Miller and Mobarak(2013)은 효율 및 오염수준이 개선된 취사기기(improved cookstove)의 수용도가 낮은 이유를 성별 차이에서 찾았다. 그들은 여성이 취사활동의 주된 주체로서 관련 의사결정에 책임을 갖고 더 나은 취사기기 사용을 희망하지만, 남성 중심의 가구에서 제한된 가계 관리 권한과 결정 권한의 문제에 부딪힌다고 밝혔다.

따라서 본 연구에서는 가구의 취사용 연료 결정요인을 분석하는 데 가구주를 포함한 부부(혹은 동거인), 즉 남녀 배우자의 특성을 모두 포함하도록 대상 범위를 확장하였다. 가구 내 의사결정과 취사용 연료 및 기기 선택에서의 남녀 배우자 간의 상대적 특성과 역할 분담 등의 중요성이 지적되어왔음에도, 지금까지 취사용 연료 결정요인을 분석하는 데는 가구원 중 가구주만의 특성이 다뤄지며 배우자의 특성을 함께 고려하고자 하는 시도는 거의 찾아보기 어려웠다. 이에 본 연구는 가구주를 포함한 남녀 배우자의 특성을 모두 고려하여 그들 각각의 특성이 취사용 연료 결정에 미치는 영향을 분석하고 가구의 취사용 연료 결정에 관한 이해를 심화하고자 하였다.

III. 분석모형 및 자료

1. 연구모형: 다항 로짓 모형

가구수준에서의 취사용 연료 선택을 설명하고자 가구 및 가구원의 특성을 이용하여 다항 로짓 모형(multinomial logit model)을 사용한다. 다항 로짓, 다항 프로빗(multinomial probit), 순서형 로짓 모형(ordered logit model) 등은 취사용 연료 결정요인과 가구 지출에 관한 의사결정요인을 분석하는 선행연구에서 활발히 이용되어왔다(Heltberg, 2004; Yusof and Duasa, 2010; Bertocchi et al., 2014; Alem et al., 2016; Paudel et al., 2018; Shupler et al., 2019). 다항 로짓 모형은 여러 대안 가운데 선택을 이해하고 그 확률을 예측하기 위해 개발된 이산선택모형(discrete choice model) 중 비교적 수식과 계산이 쉽고 용이하여 실증연구에서 많이 이용되고 있다(안광호·채서일, 1993).

본 연구의 실증모형은 식 (1)의 확률효용모형(random utility model)에 기반하여 개별 가구가 그들의 효용을 극대화하는 선택을 한다고 본다. 그 선택확률은 해당 선택으로부터 얻는 효용이 다른 대안을 선택했을 때의 효용보다 클 확률과 같다.

$$U_{ij} = V_{ij} + \epsilon_{ij} = \alpha_j + x_i' \beta_j + \epsilon_{ij} \quad (1)$$

U_{ij} 는 i 번째 가구($i = 1, 2, \dots, N$)가 취사용 연료 j ($j = 0, 1, \dots, J$)를 사용했을 때 얻는 효용으로 관측가능한 부분(determinant component) V_{ij} 과 그 외 관측 불가능한 부분(random component) ϵ_{ij} 으로 구성된다. α_j 는 상수항(constant), x_i 는 가구의 특성을, β_j 는 가구 특성이 연료 선택에 미치는 영향을 나타낸다. 오차항 ϵ_{ij} 는 제 I 형태 극한값 분포(type I extreme value distribution)를 따르며 독립적이고 동일하게 분포(independent and identically distributed)되어 있다고 가정한다.

$$\begin{aligned} P_{ij} &= \text{Prob}(U_{ij} > U_{ik}, \forall j \neq k) \\ &= \text{Prob}(V_{ij} + \epsilon_{ij} > V_{ik} + \epsilon_{ik}, \forall j \neq k) \\ &= \text{Prob}(\epsilon_{ik} < \epsilon_{ij} + V_{ij} - V_{ik}, \forall j \neq k) \end{aligned} \quad (2)$$

연료 j 가 선택될 확률 P_{ij} 는 연료 j 로부터 얻는 효용 U_{ij} 가 다른 연료 k 를 선택할 때의 효용 U_{ik} 보다 클 확률과 같으므로 i 번째 가구가 취사용 연료 j 를 선택할 확률 P_{ij} 는 식 (2)와 같이 구할 수 있다. 오차항 분포에 대한 가정으로부터 누적분포함수는 식 (3)과 같으며 연료 선택확률은 식 (4), (5)와 같다. 여기서 i 번째 가구가 연료 j 를 주 취사용 연료로 사용하는 경우 $d_{ij} = 1$, 그렇지 않은 경우를 $d_{ij} = 0$ 이라고 하면 최우추정법에 따라 식 (6)의 로그우도함수를 극대화하는 β 를 추정할 수 있다(Greene, 2012).

$$F(\epsilon_{ik}) = \exp(-\exp(-(\epsilon_{ij} + V_{ij} - V_{ik}))) \quad (3)$$

$$P_{ij} = \frac{\exp(\alpha_j + x_i' \beta_j)}{\sum_{j=0}^J \exp(\alpha_j + x_i' \beta_j)}, \quad j = 0, 1, \dots, J \quad (4)$$

$$P_{ij} = \frac{\exp(\alpha_j + x_i' \beta_j)}{1 + \sum_{k=1}^J \exp(\alpha_k + x_i' \beta_k)}, \quad j = 0, 1, \dots, J, \beta_0 = 0 \quad (5)$$

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \sum_{j=0}^J d_{ij} \ln P_{ij} \quad (6)$$

추정계수를 이용한 취사용 연료 j 에 대한 설명변수 x 의 한계효과(marginal effect)는 식 (7)와 같다. 이를 통해 설명변수 변화가 종속변수 선택확률에 미치는 영향, 즉 가구 및 가구원의 특성 변화에 따른 취사용 연료 선택확률의 한계효과를 이해할 수 있다.

$$\frac{\partial P_{ij}}{\partial x_i} = P_{ij} [\beta_j - \sum_{k=0}^J P_{ik} \beta_k] = P_{ij} [\beta_j - \bar{\beta}] \quad (7)$$

여기서 i 는 개별 가구를 의미하며, 가구 내 부부(혹은 동거인)는 15~49세 여성과 남성에 한한다. 종속변수는 에너지사다리 모델에서 제시한 바와 같이, 주 취사용 연료를 묻는 질문에 대한 응답을 바이오매스(농작물, 가축분뇨, 짚/목초/덤불, 목재), 석탄·숯·등유, 청정연료(LPG, 바이오가스, 전기)로 재분류하며, 그중 바이오매스를 기준범주($j=0$)

로 설정한다.

가구 및 가구원의 특성을 나타내는 설명변수로는 선행연구를 바탕으로 거주지역, 가구원 수, 자산척도, 취사장소, 전력 보급 여부, 가구주 성별, 가구원의 나이, 나이의 제곱, 근로활동, 교육 수준과 미디어(뉴스/잡지, 라디오, 텔레비전, 인터넷) 이용 빈도를 사용한다.¹⁾ 미디어는 새로운 제품뿐만 아니라 실내 공기 오염에 대한 정보와 지식을 얻을 수 있는 수단이며, 교육적인 TV 프로그램 시청은 건강 지식 습득과 관련 행동에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다(Do and Kincaid, 2006; GACC, 2011; Dendup and Arimura, 2019). 본 연구는 남녀 배우자의 개별 특성이 가구의 연료 선택에 미치는 영향을 분석하고자 하므로 가구의 미디어 매체 소유 여부보다 개인의 이용 빈도가 중요하다고 판단하였다.

그 외에도 가구의 선택 이전에 국가나 관련 기관의 공급이 선행되어야 한다는 전력 사용의 특징을 고려하여 전력 보급 변수를 제외하여 분석해보았으며, 모형 단순화를 위해 종속변수를 두 개로 재 분류(비청정연료, 청정연료)하여 추가적인 분석을 수행하였다.

2014 캄보디아 인구통계 및 건강조사(CDHS, Cambodia Demographic and Health Survey)는 캄보디아의 인구 및 건강 상태를 모니터링하기 위해 USAID, Australia-OF AT, UNFPA, UNICEF, JICA, KOICA, HSSP-2의 후원과 ICF 인터내셔널의 기술지원 아래 캄보디아 보건부와 기획부에 의해 수행되었다. 자료는 2014년 6월부터 12월까지 4가지 설문지(가구, 여성, 남성, 미량영양소)를 바탕으로 구축되었다. 2단계 계층적 샘플링으로 프놈펜과 23개 주에 걸쳐 인구통계, 가족계획, 산모 및 유아 사망률, 여성 건강 등에 관하여 15,825가구, 15~49세의 여성 17,578명, 남성 5,190명의 응답을 포함하고 있다. 취사용 연료에 관해서는 “귀택에서 취사에 주로 사용하는 연료는 무엇입니까(what type of fuel does your household mainly use for cooking)?”라는 질문에 농작물, 가축분뇨, 짚/목초/땀불, 목재, 석탄, 숯, 등유, LPG, 바이오가스, 전기, 가구 내 비취사, 기타 중 선택하여 응답하도록 하였다.

<표 1>은 실증분석에 사용한 표본을 보여준다. 전체 자료에서 조사 응답자로부터 가구의 취사용 연료에 관한 응답을 확인하기 어려운 경우, 즉 응답자가 조사 전날 숙박한

1) 자산은 각 가구의 주거, 소비재, 자산에 관한 정보를 이용해 주성분 분석(principal components analysis)한 결과를 표준화한 수치로 CDHS에서 소득과 소비에 관한 직접적인 자료 대신 제공하고 있다. 상수원, 위생 시설, 주거 형태, 가전, 가구, 차량, 가축, 취사용 연료에 관한 정보가 포함되며 선행연구와 같이 특별한 조정없이 그대로 분석에 사용하였다(Nandasena et al., 2012; Makonese et al., 2017; Paudel et al., 2018).

방문객인 경우와 가구 내에서 취사활동을 하지 않는 경우를 제외하고 가구주를 포함한 부부(혹은 동거인)만을 선별하여 실증분석에는 부부(혹은 동거인) 2,309쌍의 자료를 사용하였다.

〈표 1〉 표본가구 수

지역	표본
도시	551 가구
비도시	1,758 가구
전체	2,309 가구

표본가구의 주 취사용 연료 현황은 <표 2>와 같다. 약 67%가 목재를 주 취사용 연료로 사용하고 있다고 응답했으며 그 다음으로는 LPG와 숯이 각각 약 18%, 11%로 나타났다. 전기는 약 2%, 바이오가스는 약 1%, 그 외의 연료들은 1% 이하를 차지했다. ESMAP et al.(2018)은 MTF 조사(Multi-Tier Framework survey)를 통해 캄보디아 가구의 약 55%가 취사용 연료로 바이오매스만을, 약 10%가 청정연료만을 사용한다고 보고했다. 그중 목재만을 사용하는 가구는 약 46%, LPG만을 사용하는 가구는 6%로 나타났다. 즉, 두 연료는 바이오매스와 청정연료 각각에서 가장 많이 사용되는 연료라고 할 수 있다.

〈표 2〉 표본가구의 주 취사용 연료

취사용 연료		표본가구(%)
바이오매스	농작물	4(0.17)
	가축분뇨	3(0.13)
	짚/목초/덤불	1(0.04)
	목재	1,556(67.39)
석탄·숯·등유	석탄	0
	숯	259(11.22)
	등유	1(0.04)
청정연료	LPG	412(17.84)
	바이오가스	28(1.21)
	전기	45(1.95)

<표 3>은 가구 특성을 나타내는 설명변수(거주지역, 가구원 수, 자산 척도, 취사 장소, 전력 보급, 가구주 성별)를 보여주며 <표 4>는 부부(혹은 동거인)관계에 있으며 둘 중 한 명이 가구주인 남녀 배우자의 특성을 나타내는 설명변수(나이, 근로활동, 교육 수준, 미디어(뉴스/잡지, 라디오, 텔레비전, 인터넷) 이용 빈도)를 연료별로 비교하여 보여준다.

<표 3> 주 취사용 연료별 가구 특성 변수

주 취사용 연료 (가구)	바이오매스 (농작물, 가축분뇨, 짚/목초/덤불, 목재)			석탄·숯·등유			청정연료 (LPG, 바이오가스, 전기)		
	1,564(67.73 %)			260(11.26%)			485(21.01%)		
	비도시	도시		비도시	도시		비도시	도시	
거주지역(가구)	1,418	146		160	100		180	305	
평균 가구원 수(명)	4.9			4.7			4.7		
평균 자산 척도/10000	-5.41			4.11			13.13		
취사장소(가구)	집 안/아래	집 밖/기타	개별 건물	집 안/아래	집 밖/기타	개별 건물	집 안/아래	집 밖/기타	개별 건물
	649	485	430	133	75	52	292	69	124
전력 보급(가구)	미보급		보급	미보급		보급	미보급		보급
	916		648	74		186	30		455
가구주 성별(가구)	남성		여성	남성		여성	남성		여성
	1,381		183	235		25	423		62

주: 기준 범주로서 종속변수는 “바이오매스(농작물, 가축분뇨, 짚/목초/덤불, 목재)”를, 설명변수 중 거주지역은 “비도시”, 취사장소는 “집 안/아래”, 전력 보급은 “미보급”, 가구주 성별은 “남성”을 설정한다.

<표 4> 주 취사용 연료별 남녀 배우자의 특성 변수

주 취사용 연료	바이오매스 (농작물, 가축분뇨, 짚/목초/덤불, 목재)		석탄·숯·등유		청정연료 (LPG, 바이오가스, 전기)		
	남편	아내	남편	아내	남편	아내	
평균 나이(세)	36.6	34.5	37.4	34.2	37.7	34.0	
근로활동(가구)	비근로자	62	370	3	59	4	100
	근로자	1,502	1,194	257	201	481	384

〈표 4〉 주 취사용 연료별 남녀 배우자의 특성 변수(계속)

주 취사용 연료	바이오매스 (농작물, 가축분뇨, 짚/목초/덤불, 목재)		석탄·숯·등유		청정연료 (LPG, 바이오가스, 전기)	
	남편	아내	남편	아내	남편	아내
교육 수준(가구)						
비교육	183	308	13	35	12	27
초등교육	887	955	91	130	109	177
중등교육	476	292	138	87	273	247
고등교육	18	9	18	8	91	34
미디어 이용 빈도(가구)						
뉴스/잡지						
없음	1,166	1,346	140	192	175	294
주 1회 이하	264	185	50	50	144	135
주 1회 이상	133	33	70	17	166	56
라디오						
없음	594	835	63	133	83	211
주 1회 이하	366	384	53	59	131	108
주 1회 이상	604	345	144	68	271	166
텔레비전						
없음	472	603	39	52	29	41
주 1회 이하	293	315	23	36	75	47
주 1회 이상	799	646	197	172	381	397
인터넷						
없음	1,503	1,541	203	231	294	392
주 1회 이하	21	7	10	9	40	18
주 1회 이상	40	16	47	20	151	75

주: 기준 범주로서 설명변수 중 근로활동은 “비근로자”, 교육 수준은 “비교육”, 미디어 이용 빈도는 “없음”을 설정한다.

앞에서 설명한 바와 같이 캄보디아 가구의 주 취사용 연료로는 바이오매스가 가장 우세하게 나타났으며, 바이오매스에서 석탄·숯·등유, 청정연료로 갈수록 도시지역 거주 가구 수와 평균 자산 척도, 전력 보급 가구의 수가 증가하였다. 전력 보급 가구는 약 56%로 2014년 캄보디아의 전력 보급률(56%)과 일치하였으며, 취사 장소로는 모든 연료에 걸쳐 집 안/아래가 가장 우세하여 취사용 연료로 인한 실내 공기 오염 문제의 심각성을 짐작할 수 있게 한다(World Bank Global Electrification Database).

조사 시점으로부터 이전 일주일 동안을 기준으로 근로활동 여부를 조사한 결과, 주 취사용 연료의 종류에 관계없이 대부분의 남녀 배우자가 조사 시점에 근로활동을 하고 있었다. 근로자 비율은 남성과 여성 각각 약 98%, 78%로 여성의 근로활동 비중이 상대적으로 적게 나타났다.

이수 여부와 관계없이 각 개인이 등록한 가장 높은 교육과정을 기준으로 연료별 교육 수준을 보면, 교육이 청정연료 선택 및 전환에 기여한다는 일부 선행연구의 결과를 뒷받침하는 것으로 보여졌다(Alem et al., 2016; Paudel et al., 2018; Shupler et al., 2019). 바이오매스를 사용하는 가구의 경우 남성은 약 69%, 여성은 약 81%가 초등교육 이하 수준에 그쳤으나, 석탄·숯·등유를 사용하는 가구에서는 남녀 각각 약 40%, 63%로 감소하였으며 중등교육 수준의 비중이 크게 증가하였다. 청정연료를 사용하는 가구의 남녀 배우자의 교육 수준은 다른 두 연료 대비 가장 높았으며 상대적으로 여성의 교육 수준이 남성보다 낮게 나타났다.

교육 수준과 마찬가지로 미디어 이용에서도 더 청정한 연료를 사용하는 가구일수록 미디어 이용 빈도가 증가하는 경향을 보였다. 특히 뉴스/잡지를 구독하지 않는 남성의 비중이 크게 감소(평균 약 19% 포인트)하였고, 주 1회 이상 텔레비전을 시청하는 여성의 비중이 크게 증가(평균 약 20% 포인트)하였다.

BBC Media Action(2014)에 따르면 캄보디아의 15~24세 인구 대부분이 텔레비전(92%)과 라디오(92%)를 이용하며 라디오 청취(54%)보다 텔레비전을 매일 시청(70%)하는 것으로 나타났다. 본 연구 표본에서도 라디오와 텔레비전을 주 1회 이상 이용하는 가구원은 각각 평균 약 39%, 66%로 라디오보다 텔레비전의 이용이 우세함을 확인할 수 있었다. BBC Media Action(2014)은 텔레비전(65%)과 라디오(64%)는 시민참여 기회와 인지를 위한 정보의 원천이며, 휴대폰의 용도 중 라디오 청취(43%)는 통화(98%) 다음으로 큰 비중을 차지한다고 보고했다.

IV. 연구 결과

다항 로짓 모형을 이용해 취사용 연료 결정요인을 분석한 결과는 <표 5>, <표 6>과 같다.

〈표 5〉 다항 로짓 분석 결과

주 취사용 연료	석탄·숯·등유		청정연료 (LPG, 바이오가스, 전기)	
	남편	아내	남편	아내
가구 특성				
지역				
도시	0.318*** (0.122)		-0.048 (0.108)	
가구원 수	-0.144** (0.058)		-0.244*** (0.069)	
자산척도/10000	0.275*** (0.018)		0.464*** (0.021)	
취사장소				
집 밖/기타	-0.549*** (0.148)		-1.247*** (0.159)	
개별 건물	-0.939*** (0.157)		-0.846*** (0.148)	
전력 보급				
보급	-0.887*** (0.171)		-0.593*** (0.103)	
가구주 성별				
여성	-0.498*** (0.149)		-0.235* (0.135)	
가구원 특성				
나이	0.133 (0.110)	-0.046 (0.120)	0.099 (0.124)	-0.061 (0.136)
나이 ²	-0.002 (0.001)	0.0002 (0.002)	-0.001 (0.002)	0.0001 (0.002)
근로활동				
근로자	1.108*** (0.007)	0.018 (0.144)	1.505*** (0.008)	0.075 (0.130)
교육 수준				
초등교육	0.192 (0.123)	-0.342*** (0.127)	0.257* (0.131)	-0.236* (0.124)
고등교육	-0.207** (0.098)	-1.278*** (0.062)	-0.458*** (0.102)	-1.324*** (0.062)

〈표 5〉 다항 로짓 분석 결과(계속)

주 취사용 연료	석탄·숯·등유		청정연료 (LPG, 바이오가스, 전기)	
	남편	아내	남편	아내
가구원 특성				
미디어 이용 빈도				
뉴스/잡지				
주 1회 이하	-0.239 (0.148)	0.280** (0.127)	-0.023 (0.150)	0.282** (0.110)
주 1회 이상	0.291** (0.143)	-0.053 (0.088)	0.199* (0.121)	-0.127 (0.078)
라디오				
주 1회 이하	0.046 (0.159)	-0.386*** (0.149)	0.273** (0.118)	-0.243* (0.146)
주 1회 이상	0.016 (0.147)	-0.422*** (0.146)	-0.130 (0.139)	-0.271* (0.142)
텔레비전				
주 1회 이하	-0.579*** (0.094)	-0.385*** (0.118)	-0.304*** (0.085)	-0.926*** (0.089)
주 1회 이상	0.080 (0.124)	-0.316*** (0.114)	-0.221* (0.114)	-0.789*** (0.125)
인터넷				
주 1회 이하	-0.199*** (0.047)	1.319*** (0.028)	-0.091* (0.048)	0.505*** (0.026)
주 1회 이상	0.403*** (0.128)	0.843*** (0.112)	0.330*** (0.116)	0.404*** (0.102)
상수항(constant)	-1.802*** (0.005)		-0.762*** (0.004)	

Note: * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

분석 결과에서 추정계수의 부호는 각 설명변수의 변화가 종속변수인 연료 선택확률에 긍정적인 혹은 부정적인 영향을 미치는지를 보여준다. 예를 들면, 석탄·숯·등유에 대한 거주지역 변수의 추정계수는 양의 부호를 가지므로, 비도시지역 대비 도시지역에 거주할 경우 종속변수의 기준범주인 바이오매스보다 석탄·숯·등유를 선택할 확률이 높음을 의미한다. 추정계수의 절댓값을 통해 해당 설명변수가 미치는 영향의 정도를 판단할 수 있으나, 추정계수만으로는 해석의 한계가 있어 <표 6>에서 응답자의 한계효과를 평균하여 제시하였다.

〈표 6〉 다항 로짓 분석 결과: 한계효과

주 취사용 연료	바이오매스 (농작물, 가축분뇨, 짚/목초/덤불, 목재)		석탄·숯·등유		청정연료 (LPG, 바이오가스, 전기)	
	남편	아내	남편	아내	남편	아내
가구 특성						
지역						
도시	-0.01631		0.03049		-0.01419	
가구원 수	0.01415		-0.00381		-0.01034	
자산척도/10000	-0.02693		0.00731		0.01962	
취사 장소						
집 밖/기타	0.06388		-0.00296		-0.06092	
개별 건물	0.07097		-0.04778		-0.02319	
전력 보급						
보급	0.05950		-0.05639		-0.00311	
가구주 성별						
여성	0.02951		-0.03150		0.00198	
가구원 특성						
나이	0.00953	0.00402	0.00803	-0.00180	0.00150	-0.00222
나이 ²	0.00011	-0.00001	0.00009	0.00001	-0.00002	0.00000
근로활동						
근로자	-0.0856	-0.00298	0.03487	-0.00117	0.05077	0.00415
교육수준						
초등교육	-0.01659	0.02501	0.00700	-0.02294	0.00959	-0.00207
중등교육	-0.00712	0.03587	0.01953	-0.03596	-0.01242	0.00010
고등교육	0.02167	0.09242	-0.00125	-0.05738	-0.02041	-0.03504
미디어 이용 빈도						
뉴스/잡지						
주 1회 이하	0.01213	-0.02296	-0.01878	0.01497	0.00665	0.00799
주 1회 이상	-0.02166	0.00613	0.01975	-0.00006	0.00191	-0.00607
라디오						
주 1회 이하	-0.01029	0.02632	-0.00568	-0.02487	0.01597	-0.00146
주 1회 이상	0.00269	0.02873	0.00612	-0.02669	-0.00881	-0.00204
텔레비전						
주 1회 이하	0.03402	0.04555	-0.03281	-0.00007	-0.00121	-0.04548
주 1회 이상	0.00201	0.03867	0.01497	0.00096	-0.01697	-0.03963
인터넷						
주 1회 이하	0.01224	-0.10753	-0.01329	0.13173	0.00105	-0.02420
주 1회 이상	-0.03183	-0.06406	0.02539	0.07140	0.00643	-0.00735

대부분의 가구 특성 변수는 선행연구와 유사한 결과를 보였다. 비도시지역 대비 도시 지역 가구는 주 취사용 연료로 바이오매스보다 석탄·숯·등유를 선택할 가능성이 높게 나타났으나, 청정연료를 선택할 가능성에 대해서는 유의미한 영향을 보이지 않았다. ESMAP et al.(2018)은 캄보디아 도시지역에서 청정연료만을 사용하는 가구 비중은 32.2%로 비도시지역(18.8%)에 비해 약 1.7배 높으며 다중연료 사용 가구 비중(57.5%)은 비도시지역(30.4%)에 비해 약 1.9배 높다고 보고했다. 본 연구에서 사용한 CDHS자료는 가구에서 사용하는 여러 연료 중 주 사용 연료에 관한 응답만을 포함함으로써 비도시지역 대비 도시지역의 높은 청정연료 사용률과 다중연료 이용률은 반영하지 못하고 있다고 보여진다.

가구원 수의 증가, 전력 보급, 집 안/아래가 아닌 그 외 취사 장소, 남성 가구주 대비 여성 가구주는 바이오매스보다 청정한 연료를 주로 사용하는 데 부정적인 영향을 미쳤다. 가구원 수에 관한 결과는 선행연구의 결과와 합치된다. 8개 국가의 취사용 연료 결정요인을 분석한 Heltberg(2004)는 가구원 수의 증가는 더 다양하고 많은 양의 에너지 소비를 요구할 뿐만 아니라 바이오매스 수집에 일손을 보태어 저렴한 바이오매스를 포함한 다중연료를 사용하도록 하는 경향이 있다고 하였다.

집 안/아래가 아닌 다른 장소에서 취사를 하는 경우, 다른 연료보다도 바이오매스를 주로 사용할 가능성이 높다는 분석 결과는 가사노동을 부담하는 여성이 주 연료 결정에 큰 영향을 미치지 못함을 암시한다고 할 수도 있다. 캄보디아 여성은 취사활동의 주요 주체로서 취사기기, 조리 시간, 연료 연소에 의한 건강 영향 등을 고려하도록 요구받지만, 의사결정에서는 가구의 모든 결정 권한을 가진 남성의 의사를 우선해야만 한다(Khun, 2006; San et al., 2012). Muneer and Mohamed(2003)와 Miller and Mobarak(2013)는 여성이 취사활동의 주요 주체로서 관련 의사결정에 책임을 갖고 더 나은 취사기기(improved cookstove) 사용을 희망하지만, 남성 중심의 가구에서 제한된 가계 관리 및 결정 권한의 문제에 부딪힌다고 밝혔다.

전력 보급이 가구의 취사용 연료 선택에 미치는 영향은 국가와 지역 사회마다 서로 다른 결과를 보여왔다(Heltberg, 2004; Makonese et al., 2018; Paudel et al., 2018). 대부분의 개발도상국 가구는 전력을 조명에너지로 사용하며, 전력 사용은 가구의 선택 이전에 국가나 관련 기관의 공급이 선행되어야 한다는 특징이 있다. 이를 고려하여 본 연구는 전

력 보급 변수를 제외하고 분석을 시도하였다. 그 결과, 전력 보급 변수를 포함한 기본 모형의 유사결정계수(pseudo R^2)는 0.4986, 변수를 삭제한 모형은 각각 0.4947로 전력 보급 변수를 포함할 때 모형의 설명력이 미미하게 증가하였다. 전력 보급 변수를 제외했을 때 일부 다른 변수의 추정계수가 통계적 유의미성을 확보/상실하였으나, 전체 결과를 이해하는 데 큰 차이가 없어 여기서는 전력 보급 변수를 포함한 모형을 유지하였다.

남성 가구주 대비 여성 가구주는 다른 연료보다 바이오매스를 주로 사용할 가능성이 높다고 나타났다. ESMAP et al.(2018)에서도 가구주 성별에 따른 보유 취사기기를 확인한 결과, 남성 가구주와 여성 가구주 가구 각각 29.4%, 36.4%가 전통적인 취사기기(traditional stove, three-stone stove)를 보유한다고 나타났다. 예외적으로 도시지역에서의 청정 취사기기(clean fuel stove) 보유 비중은 여성 가구주 가구가 남성 대비 1.7% 포인트 높은 수준을 보였다.

그러나 ESMAP and WB(2019)에 따르면 네팔의 청정 취사기기 사용 비중은 여성 가구주가 43.6%, 남성이 36.1%로 나타났으며, 다수 연구에서도 여성 가구주가 더 청정한 취사기기 및 연료를 사용할 가능성이 높다고 보고했다(Muneer and Mohamed, 2003; WHO, 2006; Lewis and Pattanayak, 2012; Miller and Mobarak, 2013). 이는 가구주 성별에 따른 청정연료 및 기기 사용이 국가마다, 지역마다 상이함을 보여준다(IEA et al., 2020). 가구원 간의 역할 분담은 이러한 가구주 성별에 따른 차이를 이해하는 데 도움을 줄 수 있다. 캄보디아의 경우 취사활동과 달리 연료 수집 및 준비를 남성 가구원이 주로 부담하는 반면, 네팔은 연료 수집 및 준비에도 여성 가구원이 더 많은 시간을 쓴다고 보고되었다(Muneer and Mohamed, 2003; San et al., 2012; Miller and Mobarak, 2013; ESMAP et al., 2018; ESMAP and WB, 2019). 즉, 취사활동을 주로 부담하는 여성이 청정연료 및 기기에 대한 선호도가 높다고 하더라도, 다중연료 이용에 따른 다수의 취사기기 보유, 경제적 여건, 가구원 구성 및 역할 등으로 인하여 그 선호도가 실제 청정연료 및 기기 사용으로 연결되지 않을 수 있다고 판단된다.

남녀 배우자 각각의 특성을 보면 남성과 여성의 나이는 주 취사용 연료를 결정하는 데 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 근로활동의 경우, 조사 시점에서 부부(혹은 동거인) 중 남성이 근로활동을 하는 가구가 바이오매스보다 더 청정한 연료를 선택할 가능성이 높았으며, 여성의 근로활동은 유의미한 영향을 보이지 않았다. 이는 연료

전환에 따른 남녀 간의 시간 절감 효과의 차이와 노동시장에서의 성 불평등으로부터 비롯된 것으로 보여진다. 남성이 연료 수집 및 준비에 소요하는 시간은 성능 개선된 취사기기(improved cookstove)를 비롯한 전통 취사기기(three-stone stove, traditional stove)를 사용할 때보다 오직 청정 취사기기만을 사용할 때, 약 40분을 절감할 수 있다고 보고되었다.²⁾ 그러나 취사활동에 여성이 소요하는 시간은 약 24분을 절감하는 데 그쳤다(ESMAP et al., 2018).

캄보디아 여성은 가사 및 돌봄노동 부담과 성 역할 고정관념 등 사회적 규범에 의해 다양한 유급 근로활동 참여를 제한받음에도 불구하고, 가계 재무상태로부터 소득 창출 압박을 동시에 받고 있다(ADB and ILO, 2013; MoWA, 2014). ADB and ILO(2013)은 노동시장 내 성 불평등에 관하여 여성 근로자의 경우 고용의 질이 낮거나 취약 고용(vulnerable employment)일 가능성이 더 높으며, 여성의 유급 근로활동이 반드시 그들의 소득에 대한 권리로 이어지지 않는다는 점을 지적하였다.³⁾ 그들에 따르면 2012년 캄보디아 남녀 고용률 차이는 7.5%포인트였으나 취약고용률 차이는 8.7%포인트, 평균 임금 차이는 27%로 나타났다.

초·중등교육 수준의 남성은 바이오매스보다 청정연료를 주로 사용할 가능성이 높았으나 고등교육은 오히려 바이오매스를 사용하도록 하는 데 영향을 미쳤다. 이와 달리, 비교육 대비 여성의 교육 수준 향상은 일관되게 바이오매스를 사용할 가능성을 높이는 것으로 나타났다.

그러나 Lewis and Pattanayak(2012)은 취사용 청정연료의 결정요인에 관한 문헌을 대상으로 체계적 문헌고찰 및 메타분석(systematic review and meta-analysis)을 시행한 결과, 가구주의 교육 수준과 청정연료 선택과의 관계를 명확히 알 수 없으며, 다만 결정요인으로써 단 8%의 분석에만 포함된 여성의 교육 수준은 청정연료 선택에 긍정적인 영향을 미친다고 밝혔다.

이에 본 연구는 여성의 교육 수준 향상이 연료 결정에 미치는 영향을 보다 면밀히 확인하기 위하여 설명변수 중 자산척도를 4분위로 나누어 자산척도 분위수에 따라 각각 분석을 시도하였다. 그 결과, 자산척도 3, 4분위 가구에서도 여성의 교육 수준 향상은 바이

2) 개선된 취사기기(improved cookstove)의 연료는 목재, 숯, 기타 바이오매스이다(ESMAP et al., 2018).

3) 취약고용(vulnerable employment)은 자영업자와 무급가족종사자를 포함한다(ADB and ILO, 2013).

오매스 사용 가능성을 높이는 경향이 있다고 나타났다.⁴⁾ 따라서 가구원의 교육 수준이 미치는 영향 또한 국가마다, 지역마다 상이할 수 있다고 보여진다. 캄보디아의 경우, 노동시장과 마찬가지로 여아가 가사를 돕고 형제자매를 돌봐야 한다는 인식이나 사회적 규범이 여성의 교육 수준 향상을 저해하는 요인으로 지적되어왔다(MoWA, 2014). 따라서 가사노동 부담과 열악한 근로환경에서의 소득 창출 압박으로 인하여 캄보디아 여성의 제한된 교육 수준 향상은 더 청정한 연료를 사용하는 데도 기여하지 못하는 것으로 판단된다.

여성의 미디어 이용 빈도는 더 청정한 취사용 연료를 선택하는 데 남성보다 유의미한 영향을 미친다고 나타났다. 뉴스/잡지 구독과 텔레비전 시청 빈도 증가의 경우 더 청정한 연료를 사용하는 데 각각 긍정적인, 부정적인 영향을 미치며 남녀 간 유사한 경향을 보였다. 그러나 남성의 라디오 주 1회 이하 청취는 바이오매스 대비 청정연료 선택 가능성을 높이는 데만 유의미한 결과를 보인 반면, 여성의 라디오 청취 빈도 증가는 바이오매스 선택 가능성을 높이는 것으로 나타났다. 이와 반대로 남성의 인터넷 주 1회 이하 이용은 바이오매스를, 여성은 더 청정한 연료를 선택할 가능성을 높였으며, 인터넷 주 1회 이상 이용은 남녀 모두 더 청정한 연료 선택에 긍정적인 영향을 미쳤다. Muneer and Mohamed(2003)는 성능 개선된 취사기기(improved cookstove)에 대한 가구의 수용도를 높이는 데 다양한 매체를 통한 관련 정보의 노출이 긍정적인 영향을 미친다고 밝혔다. 미디어는 청정 취사기기 및 연료에 관한 정보를 지속적으로 제공할 수 있는 매체로써, 향후 캄보디아의 각 매체 특성에 관한 추가적인 연구를 통해 취사용 연료에 미치는 이용 주체별, 미디어 매체별 영향에 대한 이해를 심화할 필요가 있다.

상수항은 본 연구의 설명변수로는 설명되지 않는 바이오매스 대비 주 취사용 연료에 대한 평균적인 선호를 보여준다. 분석 결과, 모두 통계적으로 유의미한 음의 값으로 나타났다.

가구주를 포함한 부부(혹은 동거인) 표본에서 근로활동, 교육 수준, 미디어 이용에 관한 남녀 간의 차이는 선행연구에서의 가구주 표본이 취사용 연료 결정요인을 이해하는

4) 예외적으로 자산척도 4분위 가구에서 초등교육 수준의 여성은 바이오매스보다 석탄·숯·등유를 선택할 가능성이 높다고 나타났으나, 통계적 유의미성을 나타낸 나머지 7개 추정계수는 모두 음의 부호로 바이오매스 선택 가능성이 더 높다고 나타났다.

데 한계가 있음을 보여준다. 즉, 가구원을 대표하여 가구주의 특성만을 연구범위에 포함할 경우, 가구의 취사용 연료 결정요인을 정확히 이해하기 어려울 수 있다.

추가적으로 기본 연구모형의 종속변수(바이오매스, 석탄·숯·등유, 청정연료) 중 바이오매스와 석탄·숯·등유를 하나의 범주, “비청정연료”로 묶어서 종속변수를 이분화하여 연구모형을 단순화하고자 시도하였다. 분석 결과, 기본 연구모형과 비교하여 대부분 변수의 추정계수가 통계적 유의미성을 상실했으며 그 외에 특징적인 차이는 찾을 수 없었다(부록). 따라서 본 연구에서 알고자 했던 내용인 특정 취사용 연료를 주로 사용하기로 선택한 가구의 가구 및 가구원의 특성을 분별하기 어렵게 한다고 보여졌다. 모형을 단순화할 수는 있었으나, 다양한 종류의 주 취사용 연료를 지나치게 큰 하나의 범주로 취급하여 본 연구 자료와 목적에 부적합한 모형이라고 판단된다.

V. 결론

본 연구는 가구 내에서 가구주와 그의 배우자, 즉 부부(혹은 동거인)의 특성에 따라 의 사결정구조에 차이가 있을 수 있다는 점을 고려하여 캄보디아 취사용 연료 결정요인을 분석하였다. 가구주를 포함한 부부(혹은 동거인)를 대상으로 분석한 결과, 취사용 연료 결정에 미치는 남편과 아내의 근로활동, 교육 수준, 미디어 이용 빈도 등 남녀 배우자의 특성의 영향이 서로 다르게 나타남을 확인하였다.

근로활동과 교육 수준에서의 배우자 간의 차이는 성 역할에 대한 사회적 인식과 남편과 아내의 취사 관련 가사노동의 분담 등으로부터 비롯된 것으로 보인다. 즉, 가구 결정의 기저에는 가구 내에서 청정연료 사용에 따른 비용을 누가 부담하는지, 누가 더 큰 편의를 얻게 되는지 등 그들의 관계와 사회문화적 역할이 자리하고 있음을 알 수 있다. 이는 취사용 연료 결정요인을 이해하는 데 각 국가에 따른 가구원 간의 특성을 고려하는 것이 중요함을 보여준다.

미디어 이용에서의 배우자 간의 차이도 유사한 사회적 배경으로부터 기인했다고 보여진다. 그러나 이를 보다 정확히 이해하기 위해서는 캄보디아에서의 미디어 매체별, 이용 주체별 이용 목적과 패턴에 관한 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다. 연료의 다중 이용이 만연하여 청정연료 확대에 있어서 그 지속적 사용이 또 하나의 과제가 되는 만큼,

현대사회에서의 미디어의 중요성과 활용 가능성은 더욱 커질 것으로 여겨진다.

취사용 연료 결정에 미치는 남편과 아내의 특성의 영향이 서로 상이하다는 연구 결과는 다수 선행연구에서와 같이 가구주만의 특성으로 가구의 선택을 설명할 경우, 가구의 취사용 연료 결정요인에 대한 이해를 제한할 수 있음을 제시한다. 특히 가구의 특성 중 취사장소나 가구주 성별에 따른 영향도 배우자 간의 역할 차이를 통해 이해할 수 있다는 점은 가구주를 비롯한 배우자 각각의 특성을 고려할 필요성을 강조하여 보여준다.

이처럼 배우자 간 연료 결정과 관련 활동에서의 차이를 이해하는 것은 청정연료 확대를 위한 구체적인 정책적 대상을 설정하고 프로그램을 개발하는 데 기본 자료로 활용할 수 있다. 따라서, CDHS자료의 특성상 취사용 연료의 다중 이용을 반영하지 못하고 있으며 가구원 각각의 소득 또는 지출 수준을 알 수 없다는 한계가 있으나, 본 연구의 세분화된 연구모형은 효과적이고 효율적인 청정연료 확대 방안을 마련하는 데 기여할 것이라 기대한다.

[References]

- 노혜진, “가족 안에서 여성은 어떻게 빈곤을 경험하는가?: 빈곤가구 내 성별 불평등”, 「한국사회복지질적연구」, 제6권 제2호, 2012, pp. 67~101.
- 송현재·김보민, “가구유형별 기부행태 및 가구 내 기부결정”, 「아름다운재단 기획연구 보고서」, 기빙코리아, 2014.
- 안광호·채서일, “Multinomial Logit 모델을 이용한 점포선택행위에 대한 실증 연구”, 「경영학연구」, 제22권 제2호, 1993, pp. 101~120.
- Alem, Y., A. D. Beyene, G. Köhlin, and A. Mekonnen, “Modeling household cooking fuel choice: a panel multinomial logit approach,” *Energy Economics*, Vol. 59, 2016, pp. 129~137.
- ADB and ILO, *Gender Equality in the Labor Market in Cambodia*, Asian Development Bank, 2013.
- BBC Media Action, *Media Habits and Information Sources of Youth in Cambodia*, United Nations Development Programme, 2014.
- Bernasek, A. and V. L. Bajtelsmit, “Predictors of women's involvement in household financial

- decision-making,” *Journal of Financial Counseling and Planning*, Vol. 13, No. 2, 2002, pp. 39~47.
- Bertocchi, G., M. Brunetti, and C. Torricelli, “Who holds the purse strings within the household? The determinants of intra-family decision making,” *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 101, 2014, pp. 65~86.
- Bütikofer, A., M. Gerfin, and G. Wanzenried, “Income pooling and the distribution of individual consumption among couples in Switzerland,” 2009. Retrieved from http://staff.vwi.unibe.ch/gerfin/downloads/poolingsharing_oct09.pdf.
- Choudhuri, P. and S. Desai, “Gender inequalities and household fuel choice in India,” *Journal of Cleaner Production*, Vol. 265, 2020.
- ESMAP, WB and SEforALL, *Cambodia-Beyond Connections: Energy Access Diagnostic Report Based on the Multi-tier Framework*, World Bank, 2018.
- ESMAP and WB, *Nepal-Beyond Connections: Energy Access Diagnostic Report Based on the Multi-tier Framework*, World Bank, 2019.
- Dendup, N. and T. H. Arimura, “Information leverage: the adoption of clean cooking fuel in Bhutan,” *Energy Policy*, Vol. 125, 2019, pp. 181~195.
- Do, M. P., and D. L. Kincaid, “Impact of an entertainment-education television drama on health knowledge and behavior in Bangladesh: an application of propensity score matching,” *Journal of Health Communication*, Vol. 11, No. 3, 2006, pp. 301~325.
- GACC, *Igniting Change: A Strategy for Universal Adoption of Clean Cookstoves and Fuels*, Global Alliance for Clean Cookstoves, 2011.
- Greene, W. H., *Econometric Analysis*, Pearson Education, 2012.
- Heltberg, R., “Fuel switching: evidence from eight developing countries,” *Energy economics*, Vol. 26, No. 5, 2004, pp. 869~887.
- IEA, *Energy Access Outlook 2017: From Poverty To Prosperity*, Association Internationale pour L'évaluation du Rendement Scolaire, 2017.
- IEA, IREA, UNSD, WB and WHO, *Tracking SDG 7: The Energy Progress Report 2020*, World Bank, 2020.
- Khun, K, *Gender Issues in Cambodia*, Asia Culture Forum: Asian Youth Culture Camp, 2006. Retrieved from http://cct.pa.go.kr/data/acf2006/aycc/aycc_1105_Keasa%20Khun.pdf.
- Leach, G., “The energy transition,” *Energy Policy*, Vol. 20, No. 2, 1992, pp. 116~123.

- Leach, G. A., "Residential energy in the third world," *Annual Review of Energy*, Vol. 13, No. 1, 1988, pp. 47~65.
- Lewis, J. J. and S. K. Pattanayak, "Who adopts improved fuels and cookstoves? a systematic review," *Environmental Health Perspectives*, Vol. 120, No. 5, 2012, pp. 637~645.
- Makonese, T., A. P. Ifegbesan, and I. T. Rampedi, "Household cooking fuel use patterns and determinants across southern Africa: evidence from the demographic and health survey data," *Energy & Environment*, Vol. 29, No. 1, 2018, pp. 29~48.
- Masera, O. R., B. D. Saatkamp, and D. M. Kammen, "From linear fuel switching to multiple cooking strategies: a critique and alternative to the energy ladder model," *World Development*, Vol. 28, No. 12, 2000, pp. 2083~2103.
- Miller, G. and A. M. Mobarak, *Gender Differences in Preferences, Intra-household externalities, and Low Demand for Improved Cookstoves*, National Bureau of Economic Research, No. 18964, 2013.
- MoH Mongolia, WHO, and PHI Mongolia, *Health Risk Assessment of Indoor Air Quality, Ulaanbaatar Mongolia, 2003-2004*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/279442809_Health_Risk_Assessment_of_Indoor_Air_Quality_Ulaanbaatar_Mongolia.
- MoWA Cambodia, *Gender Relations and Attitudes*, Ministry of Women's Affairs of Cambodia, 2014.
- Muneer, S. E. T., "Adoption of biomass improved cookstoves in a patriarchal society: an example from Sudan," *Science of the Total Environment*, Vol. 307, No. 1-3, 2003, pp. 259~266.
- Nandasena, S., A. R. Wickremasinghe, and N. Sathiakumar, "Biomass fuel use for cooking in Sri Lanka: analysis of data from national demographic health surveys," *American Journal of Industrial Medicine*, Vol. 55, No. 12, 2012, pp. 1122~1128.
- Pachauri, S. and N. D. Rao, "Gender impacts and determinants of energy poverty: are we asking the right questions?," *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Vol. 5, No. 2, 2013, pp. 205~215.
- Paudel, U., U. Khatri, and K. P. Pant, "Understanding the determinants of household cooking fuel choice in Afghanistan: a multinomial logit estimation," *Energy*, Vol. 156, 2018, pp. 55~62.
- Permana, A. S., N. A. Aziz, and H. C. Siong, "Is mom energy efficient? A study of gender,

- household energy consumption and family decision making in Indonesia,” *Energy Research & Social Science*, Vol. 6, 2015, pp. 78~86.
- Phipps, S. A. and P. S. Burton, “What’s mine is yours? The influence of male and female incomes on patterns of household expenditure,” *Economica*, Vol. 65, No. 260, 1998, pp. 599~613.
- San, V., V. Spoann, D. Ly, and N. V. Chheng, “Fuelwood consumption patterns in Chumriey mountain, Kampong Chhnang province, Cambodia,” *Energy*, Vol. 44, No. 1, 2012, pp. 335~346.
- Shupler, M., P. Hystad, P. Gustafson, S. Rangarajan, M. Mushtaha, K. G. Jayachtria, P. K. Mony, D. Mohan, P. Kumar, P. V. M. Lakshmi, “Household, community, sub-national and country-level predictors of primary cooking fuel switching in nine countries from the PURE study,” *Environmental Research Letters*, Vol. 14, No. 8, 2019, pp. 1~13.
- Vermeulen, F., “Collective household models: principles and main results,” *Journal of Economic Surveys*, Vol. 16, No. 4, 2002, pp. 533~564.
- Ward-Batts, J., “Out of the wallet and into the purse using micro data to test income pooling,” *Journal of Human Resources*, Vol. 43, No. 2, 2008, pp. 325~351.
- WHO, *Fuel for Life: Household Energy and Health*, World Health Organization, 2006.
- WHO, *WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Household Fuel Combustion*, World Health Organization, 2014.
- WHO, IEA, GACC, UNDP, EnDev, and WB, *Accelerating SDG 7 Achievement: Policy Briefs in Support of the First SDG 7 Review at the UN High-level Political Forum 2018*, UN Department of Economic and Social Affairs, 2018.
- Yusof, S. A. and J. Duasa, “Household decision-making and expenditure patterns of married men and women in Malaysia,” *Journal of Family and Economic Issues*, Vol. 31, No. 3, 2010, pp. 371~381.
- World Bank Database. Retrieved from <https://data.worldbank.org/>, 검색일: 2020.09.15.
- WHO Household Energy Database. Retrieved from <https://trackingsdg7.esmap.org/>, 검색일: 2020.09.15.
- World Bank Global Electrification Database. Retrieved from <https://trackingsdg7.esmap.org/>, 검색일: 2020.09.15.

[부록]

〈부록 표 1〉 종속변수 이분화 다항 로짓 분석 결과

주 취사용 연료	청정연료 (LPG, 바이오가스, 전기)	
	남편	아내
가구 특성		
지역		
도시	-0.266 (0.203)	
가구원 수	-0.168*** (0.059)	
자산척도/10000	0.311*** (0.018)	
취사장소		
집 밖/기타	-0.912*** (0.215)	
개별 건물	-0.335* (0.200)	
전력 보급		
보급	0.011 (0.246)	
가구주 성별		
여성	0.127 (0.240)	
가구원 특성		
나이	0.030 (0.114)	-0.034 (0.125)
나이 ²	-0.0004 (0.002)	0.00001 (0.002)
근로활동		
근로자	0.951*** (0.013)	0.044 (0.202)
교육 수준		
초등교육	0.132 (0.180)	-0.082 (0.159)

캄보디아 가구의 취사용 연료 결정요인 분석

〈부록 표 1〉 종속변수 이분화 다항 로짓 분석 결과(계속)

주 취사용 연료	청정연료 (LPG, 바이오가스, 전기)	
	남편	아내
가구원 특성		
교육 수준		
중등교육	-0.107 (0.148)	-0.046 (0.156)
고등교육	-0.285 (0.200)	-0.470*** (0.133)
미디어 이용 빈도		
뉴스/잡지		
주 1회 이하	0.095 (0.211)	0.097 (0.206)
주 1회 이상	-0.010 (0.220)	-0.133 (0.142)
라디오		
주 1회 이하	0.274 (0.226)	-0.019 (0.206)
주 1회 이상	-0.071 (0.208)	-0.042 (0.190)
텔레비전		
주 1회 이하	-0.0002 (0.146)	-0.734*** (0.150)
주 1회 이상	-0.244* (0.136)	-0.590*** (0.146)
인터넷		
주 1회 이하	-0.003 (0.096)	-0.711*** (0.038)
주 1회 이상	0.001 (0.240)	-0.438** (0.184)
상수항(constant)		-1.044*** (0.006)

Note: * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$