한국 폐자원에너지 기업의 경제적 성과에 미치는 영향요인 연구: 정부 정책의 매개효과를 중심으로

A Study on the Influencing Factors on the Economic Performances of the Waste-to-Energy Companies in Korea: Focusing on the Mediating Effects of the Government Policies

강지은 · 류재호 · 박중구[†]

Ji Eun Kang · Jae Ho Ryu · Jung Gu Park[†]

서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지정책학과

Department of Energy Policy, Seoul National University of Science and Technology

(Received February 8, 2018; Revised March 6, 2018; Accepted March 19, 2018)

Abstract : This study is analyzing whether there are mediating effects of government policies between inputs and economic performances of Korean waste-to-energy (WTE) companies. The independent variables are set as the input factors of the WTE companies and the dependent variables are defined as the economic performances of the WTE companies. In addition, the mediating variables are defined as the government policies. In order to analyze the mediating effects of the policies, we conducted a questionnaire survey on Korean WTE companies and the mediating analysis using the PROCESS Macro proposed by Hayes (2013). As results of the analysis, the increase in the inputs of the Korean WTE companies has been found to affect the increase of the performances through the government policies. In addition, as a result of comparing the mediating effects by detailed policies, it has been found that the mediating effect was greater in the order of RPS system > the price variation of electricity > the obligation of greenhouse gas reduction. Based on the results of this analysis, it is necessary to establish industrial revitalization factors to enhance the efficiency of the RPS system in view of the large mediating effect of the RPS system on Korean WTE companies.

Key Words : Korean Waste-to-energy, Economic Performance, Government Policy, Mediating Effect

요약 : 폐자원에너지의 높은 보급량에도 불구하고 대체에너지의 존재, 많은 초기 투자비 및 운전비용 등으로 인해 관련 시장 및 기업 규모는 영세한 실정이다. 따라서 국내 폐자원에너지 산업의 육성과 더불어 관련 기업의 경제적 성과 확대를 위해서는 시장기반 조성을 위한 정부의 주도적인 정책적 뒷받침이 필요하다. 이에 본 논문은 한국 폐자원에너지 기업을 대상으로 설문조사를 실시하여 기업의 요소 투입과 경제적 성과 간의 관계를 분석하면서 관련 정책의 매개효과가 있는지 분석하였다. 분석의 결과, 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 정부 정책을 매개로하여 기업성과 증가에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 세부 정책별 매개효과를 비교분석한 결과, RPS제도 > 전력가격변화 > 온실가스감축의무화 순으로 정책별 매개효과가 큰 것으로 나타났다. 이러한 분석결과에 따라, 한국 폐자원에너지 기업의 투입대비 경제적 성과를 제고하기 위해서는 RPS 제도의 매개효과가 큰 점을 감안하여 RPS제도의 실효성을 높이기 위한 노력이 필요하다고 판단된다. 또한 온실가스감축의무화 정책에 의한 매개효과가 상대적으로 작으므로, 정부는 해당 정책을 유연하게 추진할 필요성이 있다고 판단된다. 그러나 본 논문은 폐자원에너지산업 내 관련 기업의 실질통계를 수집하기 어려워 설문조사를 시행하였다는 점에서 한계를 지니고 있다. 향후 이러한 한계를 보완할 수 있는 실질통계가 구축된다면 보다 정밀한 분석이 이루어질 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : 한국 폐자원에너지, 경제적 성과, 정부정책, 매개효과

1. 서론

2015년 파리에서 기후변화 대응을 위한 파리기후변화협약이 체결됨으로써, 선진국과 개도국이 모두 참여하는 新 기후체제가 출범되었다. 이에 따라 온실가스 감축 이슈가 확대되었고, 선진국을 중심으로 화석에너지에서 신재생에너지로 에너지패러다임이 빠르게 전환되고 있다. 이는 신재생에너지산업의 장기적인 성장 기반을 마련해주었으며, 그 중에서도 폐자원에너지산업은 폐기물을 이용한 에너지 생산을 통해 화석연료의 사용을 줄일 수 있는 효과를 수반하기 때문에 세계적으로 시장 규모가 지속적으로 성장하고 있다.¹⁾ 선진국들이 폐자원에너지산업 확대에 앞장서고 있

는 가운데, 세계 폐자원에너지화 시장 규모는 2015년 이후 연평균 약 6.9%의 비율로 성장하여 2020년에는 약 35억 달러의 시장규모가 형성될 것으로 전망되고 있다.²⁾

우리나라도 신재생에너지산업 중에서 효율적인 보급·확대가 가능한 폐자원에너지산업의 성장이 가장 빨라 2015년 국내 신재생에너지 보급량 중 폐자원에너지 비중이 약 63.5%로 나타났다.³⁾ 정부는 「2030 온실가스 감축 로드맵」을 통해 매립가스 포집시설 확충 및 회수시설 운영효율 증대 방안을 수립하여 2030년을 기준으로 약 169천 톤의 메탄가스 회수를 목표하고 있다. 또한 환경부는 2016년 「폐자원에너지화 활성화 대책」을 수립하여 폐자원에너지의 생산성 제고를 위해 관련 기술의 국산화를 이루고자 노력하고 있다.

[†] Corresponding author E-mail: pig@seoultech.ac.kr Tel: 02-970-6596 Fax: 02-971-6598

그러나 우리나라의 폐자원에너지 전환 및 공급기술은 높은 에너지 보급량과 정부의 산업 활성화 정책에도 불구하고 현재 최고기술 보유국 대비 72% 수준에 불과하다.⁴⁾ 이러한 낮은 기술수준과 폐기물의 불균일한 규격 및 품질로 인하여, 폐자원에너지산업의 국내 시장은 다른 산업에 비하여 상대적으로 열악하고 기업의 규모가 영세한 실정이다.⁵⁾ 또한 원자력, 태양광, 풍력 등과 같은 경쟁기술의 존재, 높은 초기 투자비용과 시설 운영비용, 관련 시설에 대한 지역 주민의 남비현상 등 기업성장을 저해하는 요인들이 존재하고 있다. 따라서 국내 폐자원에너지산업의 육성과 더불어 관련 기업의 경제적 성과 확대를 위해서는 안정적인 시장기반 조성을 위한 정부의 주도적인 정책적 뒷받침이 필요하다.

지금까지 폐자원에너지산업에 대한 연구는 주로 폐자원량 산정, 에너지화 기술 개발 등 기술적·공학적인 관점에서 주로 이루어져왔다. 반면, 관련 기업의 경제적 성과에 영향을 미치는 투입요인에 대한 분석과 정부 정책의 영향을 분석한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 논문은 한국 폐자원에너지 기업의 투입과 그에 따른 경제적 성과 간 관계에서 폐자원에너지와 관련된 정부 정책의 매개효과를 분석하여, 기업의 투입대비 경제적 성과를 제고하기 위한 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

이를 위해 먼저 폐자원에너지 기업의 투입요인이 경제적 성과에 미치는 직접적인 영향에 관해 살펴보고, 다음으로 기업의 투입요인이 정책에 미치는 영향과 정책이 경제적 성과에 미치는 영향을 분석한다. 그리고 최종적으로 기업의 투입과 경제적 성과 간의 관계에서 정책의 간접적인 영향을 파악하고자한다. 분석을 위한 데이터는 최근 3년 간 국내 폐자원에너지산업에 종사하고 있는 기업들을 대상으로 설문조사를 실시해 수집하고, SPSS 통계프로그램을 사용기로 한다.

논문의 구성은 1장 서론에 이어, 2장에서는 선행연구를 살펴본 후 3장에서는 한국 폐자원에너지 기업의 투입, 성과, 정책을 나타내는 구체적인 변수를 설정하고 분석모형 및 방법론을 제시한다. 4장에서는 분석결과를 설명하고, 마지막으로 5장에서는 분석 결과를 활용하여 국내 폐자원에너지 기업의 성과 제고를 위한 정책적 시사점을 도출하고 연구의 한계와 향후 연구 과제 등에 대해 논의하고자 한다.

2. 선행연구

2.1. 폐자원에너지산업에 관한 연구

폐자원에너지산업은 온실가스 감축의무 이행의 유력한 수단으로 주목받고 있다.⁶⁾ 뿐만 아니라 폐기물을 자원으로 이용하여 쓰레기의 처리 문제를 해결함과 동시에 해외 에너지의존도를 낮출 수 있는 특성을 가지고 있어, 최근에는 산업의 특징과 구조에 대해 분석한 연구가 다양하게 이루어지고 있다.

김 등¹⁾은 한국 폐자원에너지 기업을 대상으로 산업의 가치사슬 분석을 통해 공정 간 부가가치창출의 선순환구조가 형성되어 있는지를 분석하여, 정부 연구개발(Research & Development, R&D)지원이 기업의 투자 증가로 이어지지 못하여 경제적 성과 증대에 기여하지 못하고 있으므로 선순환 구조를 구축하기 위한 정책적 지원이 필요함을 언급하였다. 우⁷⁾는 한국 폐자원에너지산업의 R&D효과성을 분석하여, 기업의 R&D효과성 제고를 위해 장기적인 R&D투자 지원체계 확립과 R&D인력을 위한 교육훈련, 성과보상제도 등이 필요함을 시사했다. 또한 폐자원에너지 기업의 신제품 및 서비스 생산은 시장진입에 긍정적인 영향을 미치므로 R&D성과가 R&D투입을 촉진할 수 있도록 정책적, 전략적 지원이 필요하다고 주장하였다. 이러한 선행연구들은 폐자원에너지산업의 R&D부문에 한해서만 분석하였다는 공통적인 한계점이 있다. 해외에서는 Nick 등⁸⁾이 미국의 재생에너지관련 정책이 기업의 기술혁신에 미치는 영향에 대해 분석하여, 1970년대 이래로 미국 폐자원에너지 기업의 기술수준이 거의 성장하지 않았으며 신재생에너지 공급인증서(Renewable Energy Certificate; REC)제도의 영향을 받지 않는다는 결과를 도출하였다. 그러나 특허 갯수를 기반으로 분석하였기 때문에 연구 결과의 한계가 있다고 언급하였다.

2.2. 기업성과에 관한 연구

기업의 경제적 성과는 R&D투자, 기술혁신, 마케팅, 특허 활동 등의 여러 가지 투입요인들에 의해 영향을 받는다. 따라서 기업성과에 영향을 미치는 주요 요인들을 파악하기 위한 연구는 지속적으로 이루어져왔다.

장 등⁹⁾은 R&D연구소를 보유한 기업을 대상으로 설문조사를 실시하여 R&D투자, 기술경영능력, 기업성과간의 관계를 분석한 결과, 기술경영능력이 R&D투자과 기업성과의 관계를 조절하는 효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서 R&D투자를 기업성과로 효과적으로 연결시키기 위해서는 기업의 기술경영능력을 향상시켜야한다고 주장하였다. 그러나 해당 연구가 기술경영능력의 측정 변수들을 자체 개발하였기 때문에 신뢰성과 타당성이 불완전함을 한계점으로 언급하였다. 강 등¹⁰⁾은 기업의 시장지향적 마케팅 활동을 경쟁지향성, 고객지향성, 협력지향성으로 구분하고 각각의 시장지향적 특성이 신제품개발활동 성과를 통해 기업의 재무적 성과에 미치는 영향을 분석하였다. 연구결과, 기업의 경쟁지향성과 고객지향성 그리고 협력지향성은 신제품개발활동에 긍정적 영향을 미치게 되며 성공적인 신제품개발활동을 통해 기업의 재무적 성과에 긍정적 영향을 미친다고 분석하였다.

2.3. 정부 정책에 관한 연구

정부 정책이 기업에 미치는 영향을 분석하는 연구는 꾸준히 이루어져왔으며, 특히 최근에는 우리나라의 신재생에너지 산업이 급격히 성장함에 따라 에너지관련 정책이 산업에 미

치는 영향에 대해 분석한 연구들이 늘어나고 있는 추세이다.

오 등¹¹⁾은 정부의 중소기업 지원 정책이 기업의 성과에 미치는 영향을 설문조사를 통해 분석한 결과, 자금 지원정책이 기업의 성과에 많은 영향을 미치고 있다는 결과를 도출하였다. 손 등¹²⁾은 정부의 연구개발지원과 규제장벽이 중소기업의 기술혁신에 미치는 영향에 대해 분석하여, 연구개발지원이 기업의 기술혁신 유도에 중요한 역할을 하며 적절한 규제 추진을 통한 기업 육성이 필요하다고 결론지었다. 이러한 선행연구들은 연구대상을 중소기업으로 한정하였으므로 중소기업청에서 시행하고 있는 정책의 영향만을 분석하였다는 점에 한계가 있다. 진과 황¹³⁾은 신재생에너지 보급정책의 지역별·에너지원별 성과를 분석하여, 일조량과 토지 등의 생태자원을 풍부하게 구비한 도지역이 대부분의 에너지에 대한 정책 집행단계에서 높은 성과를 보인 반면에 광역시는 바이오나 폐기물, 연료전지 같은 도시형 에너지의 일부 집행단계에 한해서만 성과가 높은 것으로 나타났다. 따라서 정책을 집행하는 과정에서 이 같은 지역별·에너지원별 특성을 반영함으로써 정책의 성과를 극대화할 수 있을 것이라고 주장하였다. 그러나 신재생에너지 보급정책이 다양하게 진행되고 있음에도 불구하고 세부 정책별 성과에 대한 분석은 이루어지지 않았다.

3. 분석방법론

3.1. 변수의 조작적 정의

3.1.1. 기업의 투입요인

기업은 R&D활동을 통해 기술혁신을 이루어 신제품을 개발하고, 그 제품을 시장에서 판매하여 수익을 얻는 일련의 가치사슬(Value Chain, VC) 과정을 통해 경제적 성과를 창출한다. 과거에는 공급자 중심이었던 시장 환경이 점차 수요자 중심으로 변화하면서, 기업에서는 창의적인 아이디어를 바탕으로 기술혁신을 이끌어낼 수 있는 R&D활동의 역할이 중요해졌다. 폐자원에너지 기업의 경우 지금까지는 기초·응용연구를 통한 자체 기술개발이 소수에 불과했지만, 2015년 신재생에너지산업에 대한 투자금액 중 19.3%가 폐자원에너지산업에 투자되고 있는 것으로 조사되어 R&D활동으로 인한 기업의 경제적 성과는 증가할 것으로 예상된다. 또한 신재생에너지산업의 성장에 따라 폐자원에너지산업의 시장도 점차 확대되면서, 시장 내 기업의 경쟁력과 점유율 확보가 기업성과에 중요한 변수로 작용하게 되었다. 따라서 본 논문에서는 선행연구를 응용하여 독립변수로 기업의 투입요인을 설정하고 VC 상의 각 과정을 포함하는 R&D인력, R&D투자, 기술혁신 그리고 시장의 총 4가지 요인으로 구성하였다.

3.1.2. 기업성과

기업의 성과는 경제적 성과, 기술적 성과, 사회적 성과 등으로 나눌 수 있다. 본 논문에서는 그 중 정량적으로 성과

를 파악할 수 있는 경제적 성과를 종속변수로 설정하였다. 선행연구의 결과를 바탕으로, 기술경영 분야에서 전통적으로 가장 많이 사용하는 기업의 매출액 변화, 매출액대비 경상이익률 변화 정도를 경제적 성과의 대리변수로 설정하였다. 또한 생산성 변화 정도, 고객 수 변화 정도도 기업의 경제적 성과를 측정하는 대리변수로 설정하였다.

3.1.3. 정책

정부는 신재생에너지산업에 대한 각종 정책을 추진하고 있는데, 본 논문에서는 연구대상을 폐자원에너지 기업으로 한정하였기 때문에 그 중 폐자원에너지산업과 밀접한 관련이 있는 정책을 변수로 설정하였다. 환경부와 산업통상자원부, 한국에너지공단 신재생에너지센터 등에서 현재 시행하고 있는 정책들을 바탕으로, 전력이격변화, 온실가스감축의무화 그리고 신재생에너지공급의무화(Renewable energy Portfolio Standard, RPS)제도 정책을 변수로 구성하여 분석하고자한다.

현재 국내 전력시장에서 발전단가가 가장 낮은 에너지원은 원자력이다. 2016년을 기준으로 발전단가는 원자력 67.9원/kwh, 석탄 78.1원/kwh, LNG 100.1원/kwh이며, 신재생에너지는 102.3원/kwh로 에너지원 중 가장 단가가 높다.¹⁴⁾ 국내 신재생에너지 전력거래 비중은 2016년에 약 3.8%로, 아직까지는 대체에너지로 사용되고 있는 추세이다. 따라서 발전단가의 변화, 즉 전력이격변화에 수요가 민감하게 변화하고 있다. 특히 폐자원에너지는 전력거래소 통계를 기준으로 2016년 신재생에너지 전체 발전량 중 50.4%로써, 전력거래량 중 가장 많은 비중을 차지하므로 전력이격변화가 관련 기업의 경제적 성과에 많은 영향을 미칠 것으로 예상되어 변수로 설정하였다.

또한 우리나라는 2015년 파리 기후변화협약에서 온실가스배출량전망치(Business As Usual, BAU) 대비 37%를 감축하겠다는 자발적 목표를 제시함으로써, 온실가스감축의무에 대한 구체적인 로드맵을 수립하였다.¹⁵⁾ 폐자원에너지는 다른 신재생에너지에 비해 기상변화에 따른 생산량의 제약이 적어 대량 보급이 가능하고, 자원순환을 통해 폐기물에 의한 기후변화 영향과 오염을 최소화시킴으로써 온실가스감축의무를 이행하는 데에 기여할 수 있어 핵심 산업으로 전망되고 있다. 이에 따라 본 논문에서는 온실가스감축의무화 정책이 폐기물기업의 성과와 밀접한 관련이 있다고 판단하여 변수로 설정하였다.

신재생에너지 보급 확대와 온실가스감축 활성화를 위한 정책들 중, RPS제도는 기업성과에 직접적으로 영향을 미치는 정책이라고 할 수 있다. RPS사업자는 REC 거래를 통하여 전력판매 수익을 높일 수 있으므로, 경제적 성과의 주요 요인이 되기 때문이다. 따라서 이와 같은 이유로 RPS제도를 마지막 정책 변수로 설정하였다.

3.2. 연구모형 및 연구가설

본 논문은 선행연구에 기초하여 국내 폐자원에너지 기업

Fig. 1. Research model.

의 투입요인이 기업성장에 미치는 직접적인 영향에 관해 살펴보고자한다. 또한 기업의 투입요인이 정책에 미치는 영향과 정책이 기업성장에 미치는 영향을 분석하여 기업의 투입과 성과 간의 관계에서 정책의 간접적인 영향, 즉 매개효과(Mediating effect)를 파악하고자한다. 분석을 위하여 요인들을 바탕으로 정리한 영향요인들을 활용하여 Fig. 1과 같은 종합적인 연구모형을 완성하였다.

본 논문은 이러한 연구모형을 검증하기 위해 다음과 같이 5개의 연구가설을 설정하였다. 매개변수인 정책의 경우에는 각각의 정책에 의한 매개효과를 파악하기 위해 가설을 세분화하여 설정하였다.

- 가설 1 : 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 기업 성과 증가에 긍정적인(+) 영향을 미칠 것이다.
- 가설 2 : 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 정책을 매개로하여 기업성과 증가에 긍정적인(+) 영향을 미칠 것이다.
- 가설 2-1 : 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 전력가격변화 정책을 매개로하여 기업 성과 증가에 긍정적인(+) 영향을 미칠 것이다.
- 가설 2-2 : 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 온실가스감축의무화 정책을 매개로하여 기업성과 증가에 긍정적인(+) 영향을 미칠 것이다.
- 가설 2-3 : 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 RPS 제도 정책을 매개로하여 기업성과 증가에 긍정적인(+) 영향을 미칠 것이다.

3.3. 설문 구성 및 자료수집 방법

한국 폐자원에너지 기업의 경제적 성과에 미치는 정책적 영향요인에 대한 가설검증을 위해 정부와 기업의 실질통계 데이터를 수집하려했으나 제약이 있었다. 폐자원에너지산업과 관련된 정부 정책에 대한 통계자료가 부족하였고, 폐자원에너지 기업에서 투입대비 성과에 대한 통계의 축적이 이

루어지지 않고 있기 때문이다.

이러한 한계점을 보완하기 위해 본 논문은 한국 폐자원에너지산업에 종사하고 있는 기업들을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문대상 기업은 한국에너지기술평가원의 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령 제2조」 관련 <별표 1>의 ‘폐기물에너지의 기준 및 범위’를 기준으로 선정하여 조사하였다. 특히 한국신재생에너지협회와 신재생에너지코리아에 등록된 기업에 한하여, 현재 폐자원에너지화 사업을 실시하고 있는 184개 기업을 최종 설문대상으로 설정하였다.

분석을 위해 가설설정에서 사용된 변수들은 선행연구를 바탕으로 다음과 같은 대리변수들로 설정하였다. 먼저 독립변수(X)인 폐자원에너지 기업의 투입요인의 경우 R&D인력, R&D투자, 기술혁신 그리고 시장의 총 4가지 요인으로 구성하였고, 각각의 요인마다 여러 개의 대리변수를 설정하였다. R&D인력은 평균 학력수준과 업무경력을, R&D투자는 최근 3년 동안의 매출액 대비 R&D투자액 변화와 R&D투자액 중 정부출연금 비중 변화를 대리변수로 설정하여 측정하였다. 또한 기술혁신은 최근 3년 동안의 특허 개수 변화, 제품 · 서비스 혁신 정도, 생산공정 혁신 정도를, 시장은 최근 3년 동안 국내 시장에서의 점유율 변화 정도와 경쟁력 변화 정도를 대리변수로 설정하여 측정하였다.

다음으로 종속변수(Y)인 폐자원에너지 기업의 경제적 성과의 경우 최근 3년 동안 총 매출액 변화 정도, 매출액 대비 경상이익률 변화 정도, 생산성 변화 정도, 고객 수 변화 정도를 대리변수로 설정하여 측정하였다.

마지막으로 매개변수(M)인 정부 정책의 경우 온실가스감축의무화, 전력가격변화, RPS제도의 총 세 가지 정책으로 구성하였다. 온실가스감축의무화 정책은 정책 시행에 따른 제품 · 서비스의 수요 변화 정도를, 전력가격변화 정책은 국내 전력가격변화에 따른 제품 · 서비스의 수요 변화 정도를 대리변수로 설정하여 측정하였다. RPS제도 정책은 해당 정책이 최근 3년 동안 사업에 영향을 미친 정도와, 향후 신

Table 1. Composition of the survey

Variables		Measurement index (Based on recent 3years)	Source	Scale
X	R&D Manpower	Average level of education	Kim, et al. (2017)	Likert Type 5
		Average year of business career		
	R&D Investment	Changes in R&D investments compared to sales	Yoon, et al. (2015)	
		Changes in government contributions in R&D investments	Bae, et al. (2014)	
	Innovation of technology	Changes in the number of patents filed and registered	Kim, et al. (2017)	
		Innovation of the products or services	Shin, et al. (2012)	
		Innovation of the production process		
	Market	Changes in market share in domestic market	Joel, et al. (2017)	
		Changes in market competitiveness in domestic market		
	Y	Performances	Changes in sales	
Changes in ordinary profit compared to sales				
Changes in the productivity			Kim, et al. (2007)	
Changes in the number of customers				
M			Price variation of electricity	Changes in demand of the products or services because of the price variation of electricity
	Obligation of green- house gas reduction	Changes in demand of the products or services because of the obligation of greenhouse gas reduction		
	RPS	Degree of influence on business		
		If the mandatory supply quantity increases, Willingness to change in the business		

재생에너지의무공급량 비율을 확대한다면 사업 규모에 변화를 줄 의향의 정도를 대리변수로 설정하여 측정하였다.

모든 항목들은 리커트타입의 5점 척도로 측정하였으며, 기타 기본적인 통계적 요인을 묻는 항목을 설문지에 포함시켰다. 최종적으로 서울과학기술대학교 에너지정책학과, 한국에너지학회, 대한환경공학회 등의 예비검토를 받아, 위의 Table 1과 같은 설문으로 완성되었다.

설문조사는 설문대상 기업들과 사전 접촉한 다음, 2017년 9월 초부터 2017년 10월 중순까지 약 50일 동안 진행되었으며, 설문응답자는 연구개발팀, 기술개발팀 등 해당 기업의 전체적인 사업을 이해하고 있는 중간관리자 이상을 적절한 응답자로 지정하였다. 설문지는 설문응답자의 협조를 통해 팩스 및 이메일로 송부하고 회수하는 방식으로 실시하였다.

3.4. 분석방법

본 논문은 설문조사 결과를 바탕으로 SPSS Statistics 24.0 프로그램에서 Hayes (2013)의 PROCESS Macro Ver. 2.16.3을 사용하여 분석하였다. 분석의 과정은 첫째, 연구 대상의 일반적인 특성에 대하여 빈도분석(Frequency analysis)을 실시하였다. 여기에서 일반적인 특성은 총 종업원 수, 총 매출액 규모, 세부 업종분야 등이다. 둘째, 가설에 사용된 지표에 대한 타당성(Validity) 검증을 위하여 변수간의 공통성을 통해 적용할 수 있는 요인분석(Factor analysis)을 실시하였다. 셋째, 각 변수의 신뢰도 검증을 위해 크론바흐 알파(Cronbach α)계수를 이용하여 신뢰도분석(Reliability analysis)을 실시하였다. 마지막으로, 폐자원에너지 기업의 성과에 영향을 미치는 정책의 매개효과 검증을 위해 Hayes (2013)가 제안한 PROCESS Macro Ver. 2.16.3을 이용하여 회귀분석

(Regression analysis)을 바탕으로 하는 매개분석(Mediation analysis)을 실시하였다.

3.4.1. 요인분석

요인분석은 여러 변수들 간의 공분산과 상관관계 등을 이용하여 변수들 간의 상호관계를 분석하고, 그 결과를 토대로 문항과 변수들 간의 상관성 및 구조를 파악하여 여러 변수들이 지닌 정보를 적은 수의 요인으로 묶어서 나타내는 분석 기법이다.¹⁶⁾ 즉, 상관관계가 높은 변수끼리 하나의 요인으로 묶이게 되며 요인에 포함되지 않거나 중요도가 낮은 변수는 제거되는 방법이다. 하나의 요인으로 묶여진 변수들은 하나의 개념을 측정한 것으로 간주하며, 요인 내 항목은 수렴적 타당성, 요인 간에는 변별적 타당성이 적용된 것으로 해석한다.

요인분석에 앞서 설문 문항에 대하여 요인분석을 하는 것이 적절한지를 확인하기 위하여 KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)와 Bartlett의 구형성 검정을 실시하였다. KMO 값은 변수들 간의 편상관을 확인하는 것으로 변수의 숫자와 케이스의 숫자의 적절성을 나타내는 표본 적합도를 의미한다. KMO 값은 높을수록 좋으나 일반적으로 0.5보다 크면 요인 분석을 실시하는 것이 적절하다고 판단한다. 본 논문에서는 Pibin 등³¹⁾의 연구와 같이 0.60을 기준으로 판단하였다. Bartlett 값은 요인분석을 할 때 사용되는 상관계수의 행렬이 대각행렬이면 요인분석을 하는 것이 부적절하다는 것을 의미한다. Bartlett 값에서 유의확률(p-value) < 0.05이면 대각행렬이 아니라는 것을 나타내므로 이때에 요인분석을 하는 것이 적절하다는 것을 의미한다.

요인분석은 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석으로 구분

하는데, 본 논문에서는 탐색적 요인분석을 수행하였다. 요인추출방식으로는 공통요인분석법(Common Factor Analysis, CFA) 중 가장 많이 쓰이는 방법인 최대우도법(Maximum Likelihood Method)을 사용하고 회전방식으로는 요인 간 연관관계를 유지하여 회전하는 사각회전 중 직접 오블리민(Oblimin) 회전을 사용하였다. 요인분석을 이용한 데이터 축소 기법에서는 설명력이 약한 변수를 차단하기 위해 변수와 요인간의 상관관계 정도를 나타내는 요인적재량(요인부하량, Factor loading)의 절댓값이 0.50이하인 변수는 유의미하지 않다고 판단한다. 즉, 요인적재량이 0.50 이상인 변수들의 집합이 하나의 요인을 나타내며, 해당 요인들의 집합이 본 논문에서 분석하고자 하는 기업의 투입, 성과, 그리고 정부 정책의 핵심 특성과 구성요소를 충족시킨다는 것을 의미한다. 고윳값(Eigen-value)은 하나의 요인에 대한 요인적재량 제곱의 합이며, 요인이 설명할 수 있는 변수들의 분산의 크기를 의미한다. 고윳값이 1보다 크면 하나의 요인이 변수 하나 이상의 분산을 설명한다는 의미이며, 반대로 고윳값이 1보다 작으면 요인으로서의 의미가 상실되는 것을 의미한다. 즉, 고윳값이 1 이상인 것을 요인으로 정하는 기준으로 사용된다.

3.4.2. 신뢰도분석

신뢰도는 설문응답자가 정확하고 일관되게 측정에 응하였는지를 확인하기 위해 분석된다. 신뢰도분석은 요인분석을 통한 타당성 검증 후 실시하며, 요인분석 결과를 어느 정도 신뢰할 수 있는가를 확인하는 과정으로써 측정된 결과치의 안정성, 일관성, 예측가능성, 정확성 등을 판단하는 분석방법이다. 즉, 다중항목척도를 사용한 측정변수의 신뢰성을 검증하는 방법으로, 유사한 조건 하에서 동일한 측정도구로 개념을 반복 측정했을 경우 일관된 결과값을 얻을 가능성을 확인하는 분석방법이다. 이를 통해 항목분석(Item analysis) 중 신뢰도를 저해하는 항목을 찾아내어 측정도구에서 제외 시킴으로써 측정도구의 신뢰도를 높일 수 있다. 신뢰도는 크론바흐 알파계수 값을 통해 검증된다. 크론바흐 알파계수는 0~1 사이 값으로 나타나며, 1에 가까울수록 신뢰도가 높은 것으로 해석된다. 일반적으로 사회과학분야에서는 0.60 이상이면 측정도구의 신뢰성에 문제가 없는 것으로 판단하므로, 본 논문 역시 0.60을 기준으로 판단하였다.

3.4.3. 매개분석

본 논문은 Hayes (2013)의 이론에 근거하여 회귀분석에 기반을 둔 경로분석(Path analysis)을 실시하고자 한다. 독립변수(X)인 기업의 투입이 매개변수(M)인 정책을 경유하여 종속변수(Y)인 기업성과에 미치는 영향을 단순매개모형을 통하여 분석하고자하며, 통계적 모형을 Fig. 2에 나타내었다.

위 모형에서 X 가 Y 에 미치는 영향에 관한 경로는 X 가 M 을 거치지 않고 Y 에 미치는 직접효과(Direct effect)와 X 가 M 에 영향을 미치고 M 은 다시 Y 에 영향을 미치는 간접효과(Indirect effect)의 두 가지가 있다. 매개모형에서 이러한 인과과정의 실증적 검증은 직접효과와 간접효과의 추정과 해석을 통해 이루어진다.¹⁷⁾

이를 회귀식으로 표현하면 다음의 식 (1)과 같다. 여기서 c' 은 직접효과이며, a 와 b 의 곱인 ab 는 간접효과를 의미한다(Fig. 2). i_1 은 회귀상수이고, e_M 과 e_Y 는 각각 M 과 Y 의 추정오차이다. 따라서 X 가 Y 에 미치는 총효과(Total effect)는 직접효과와 간접효과의 합인 $ab+c'$ 로 표현할 수 있다.

$$Y = i_1 + (ab + c')X + e_M + e_Y \quad (1)$$

이러한 직접효과, 간접효과, 총효과의 통계적 추론은 주로 정규이론방법(Normal theory approach)의 하나인 Sobel 검증(Sobel test)을 통하여 이루어져왔다. 그러나 최근 다수의 연구자들에 의해 매개효과 검증에 사용되는 표본분포는 대개 편향적인 분포를 보이는 경향이 있다는 것이 밝혀지면서, 표본분포가 정규분포를 이룬다는 가정을 전제로 하고 있는 Sobel 검증의 사용이 부적절하다는 비판을 받고 있다.¹⁸⁾ 따라서 본 논문에서는 변수의 분포나 추정치의 표본분포에 대해 어떠한 가정도 하지 않는 상태에서 표본을 재추출하여 추정 표본분포의 근사적 표준오차, 신뢰구간과 유의확률을 계산하는 부트스트래핑(Bootstrapping) 방법을 통해 매개효과의 통계적 추론을 하기로 한다.

Hayes (2013)는 PROCESS Macro를 이용한 매개분석의 효과크기를 측정하는 방법을 간접효과와 총효과의 비율, 부분표준화효과, 완전표준화효과, 간접효과와 직접효과의 비율, 간접효과에 의해 설명되는 Y 분산비율, Preacher와 Kelly의 카파자승 등의 총 6가지로 소개하였다. 본 논문에서는 그 중 간접효과와 총효과의 비율(Ratio of the indirect effect to

Fig. 2. The statistical diagram of simple mediation model.

the total effect)인 P_M 을 통해 매개효과와 크기를 측정하였다.

$$P_M = \frac{ab}{c} = \frac{ab}{c' + ab} \quad (2)$$

위의 식 (2)에서 P_M 이 1에 근접할수록 총효과가 M 을 통한 간접효과로 더 많이 설명되며, 0에 근접할수록 간접효과로 덜 설명된다고 할 수 있다.

4. 분석결과

4.1. 연구대상의 일반적 특성 분석결과

설문조사의 결과(Table 2), 설문응답을 한 폐자원에너지 기업은 184개 중 84개로, 45.65%의 회수율을 나타냈다. 응답 기업의 일반적 특성 중 종업원 수, 총 매출액, 세부업종 분야 등으로 나누어 빈도분석을 실시하였다. 한국 폐자원에너지산업은 적용기술에 따라 고형연료 제조, 열분해 유화, 폐기물 가스화, 소각열 회수 및 이용의 4가지 사업 분야로 분류한다.¹⁹⁾ 본 논문에서는 그 외에 발전설비 플랜트 분야를 추가하여 총 5가지로 사업을 분류하였다. 총 종업원 수와 총 매출액의 비중을 살펴보면 종업원 수가 10명 초과 100명 이하인 기업이 54.8% (46개), 매출액이 10억 원 초과 100억 원 이하인 기업이 45.2% (38개)로 가장 많았다. 또한 주력으로 운영하는 사업을 기준으로 한 비중을 살펴보면 고형연료 제조 기업이 41.7% (35개), 소각열 회수 및 이용 기업이 28.6% (24개), 발전설비 플랜트 기업이 19.0% (16개), 열분해 유화 기업이 6.0% (5개), 폐기물 가스화 기

Table 2. The analysis result of frequency (N=84)

Classification	Contents	The number of answer	Ratio (%)
Total employees (Person)	Under 10	22	26.2
	More than 10 ~ Under 100	46	54.8
	More than 100 ~ Under 1000	12	14.3
	More than 1000	4	4.8
Total sales (Won)	Under a billion	12	14.3
	More than a billion ~ Under 10 billion	38	45.2
	More than 10 billion ~ Under 100 billion	23	27.4
	More than 100 billion	8	9.5
	Etc(Non-response)	3	3.6
Detail field	Manufacturing solid fuel from waste	35	41.7
	Pyrolysis and emulsify	5	6.0
	The gasification of waste	4	4.8
	Recovery or use of remaining heat	24	28.6
	Generating unit plant	16	19.0

업이 4.8% (4개)인 것으로 조사되었다. 그러나 전체 설문 응답 기업 84개 중 72.6% (61개)의 기업이 두 가지 이상의 사업을 중복으로 운영하고 있다고 답변하였다. 또한 주력 사업 분야별 설문응답 기업의 수가 적기 때문에, 사업 분야별로 분리하여 효과를 분석하는 것은 통계적 유의성이 없으므로 실시하지 않았다.

4.2. 타당성 및 신뢰도 분석결과

본 논문의 측정도구에 대한 타당성과 신뢰도를 검증하였다(Table 3). 타당성 검증을 위한 요인분석에 앞서 설문 결

Table 3. The analysis result of factors

Classification		Factor loading1	Factor loading2	Eigen value	Cumulative (%)	Cronbach α
Performances	Sales	0,900	0,946	4,197	38,157	0,879
	Ratio of ordinary profit	0,915	0,867			
	Productivity	0,655	0,695			
	Number of customers	0,706	0,710			
Government policies	Price variation of electricity	0,794	0,829	1,653	53,181	0,879
	Obligation of greenhouse gas reduction	0,787	0,866			
	RPS1	0,827	0,824			
	RPS2	0,258	-			
Inputs	R&D Manpower1	0,648	0,742	1,219	64,259	0,808
	R&D Manpower2	0,408	-			
	R&D Investment1	0,584	0,673			
	R&D Investment2	-0,002	-			
	Innovation of technology1	0,442	-			
	Innovation of technology2	0,751	0,727			
	Innovation of technology3	0,643	-			
	Market1	0,807	0,747			
	Market2	0,752	-			
KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)						0,783
Bartlett (Bartlett*Test of Sphericity)						528,927
						df (p)
						55 (.000)

과의 KMO와 Bartlett의 구형성 검정값을 살펴본 결과, KMO 값은 0.783으로 나타났으며 Bartlett 값 역시 통계적으로 유의한 것으로 나타나 요인분석이 적절하다고 분석되었다. 첫 번째 요인분석을 실시한 결과 기업의 투입 항목 9개, 기업 성과 항목 4개, 정부정책 항목 4개의 총 16개 항목 중에서 요인적재량의 절댓값이 0.50을 넘지 않는 6개의 항목(RPS 의무공급량 확대 시 사업 규모의 변화 의향, R&D인력의 업무경력, R&D투자 대비 정부출연금 비중, 특허 개수 변화, 생산공정 혁신, 시장점유율 변화 등)이 나타났다.

이와 같은 6개 항목을 제거한 후 다시 요인분석을 실시한 결과, 요인적재량의 절댓값이 0.50 이상으로, 기업의 투입, 기업성과, 정부정책의 총 3개 요인으로 묶여졌다. 고유향은 모든 요인에서 1보다 큰 값(1.219~4.197)으로 분석되었다. 직접 오블리민 회전을 사용한 최대우도 분석 방법을 통해 추출된 3개 요인의 누적설명력은 일반적으로 60% 이상이어야 하는데, 64.26%로 분석되어 추출된 요인들은 충분한 설명력을 지닌 것으로 나타났다. 또한 신뢰도를 나타내는 Cronbach α 값은 묶여진 요인들 모두 0.6 이상의 값(0.808~0.879)으로 분석되어 신뢰도 역시 적합한 수준인 것으로 나타났다.

4.3. 매개분석 결과

4.3.1. 정부 정책의 매개효과 분석

요인분석을 통해 타당성이 결여된 변수들을 제거한 후, 폐자원에너지 기업의 투입, 성과, 정책 총 세 가지 변수간의 인과관계를 검증하기 위하여 매개분석을 실시하였다(Table 4).

(1) 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 95% 신뢰구간 내에서 기업성과 증가에 0.2893만큼 직접적으로 유의한 영향($p<0.05$)을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 기업성과 증가에 긍정적인(+) 영향을 미칠 것이라는 가설 1은 채택되었다.

단기간에 생산량을 증대시키는 데에 한계가 있는 태양광, 풍력, 지열 등과 달리, 폐자원은 자원의 재활용 효과가 우수한 에너지원으로서 단기간 내에 에너지화를 통한 상용화

및 대량 보급이 가능하다. 또한 폐자원에너지는 다른 신재생에너지에 비해서 저렴한 비용으로 공급이 가능하기 때문에 기업에서 조기 성과창출이 가능한 수단으로 평가받고 있다.²⁰⁾ 특히 고형연료가 기후변화 대응을 위한 에너지원으로써 각광받으면서 수요가 늘어나게 되어, 2015년을 기준으로 국내 고형연료 제조시설은 127개소, 이용시설은 224개소로 전년대비 각각 2.3%, 33.7%가 증가하였다.²¹⁾ 이에 따라 품질개선을 위한 R&D투자와 기술혁신이 활발하게 이루어지면서, 기업의 이러한 투입요인들이 매출액, 경상이익률, 생산성, 고객 수 등의 경제적 성과 증가에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

(2) 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 95% 신뢰구간 내에서 정책영향 증가에 0.4532만큼 유의한 영향($p<0.01$)을 미치며, 정책영향 증가는 95% 신뢰구간 내에서 기업성과에 0.2759만큼 유의한 영향($p<0.05$)을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 95% 신뢰구간 내에서 정책영향을 매개로 하여 기업성과 증가에 0.1250만큼 유의한 영향($p<0.05$)을 미치는 것으로 나타났다. 또한 간접효과와 총효과의 비율인 P_M 이 0.3016으로 나타났는데, 이는 한국 폐자원에너지 기업의 투입이 기업성과에 미치는 전체 영향 중 30.16%가 정책을 통한 간접효과에 의하여 증가한다는 것을 의미한다. 이에 따라 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 정책을 매개로하여 기업성과 증가에 긍정적인(+) 영향을 미칠 것이라는 가설 2는 채택되었다.

일반 시장에서 기업은 정부의 지원이나 개입 없이 그 자체로 성장, 확대되는 특성을 갖고 있다. 반면 외부성(Externality)을 기반으로 하는 폐자원에너지 시장은 정부의 규제에 의해 수요시장이 창출되고 정부의 지원에 의해 공급기반이 구축되기 때문에, 관련 기업은 정부 정책의 영향을 크게 받고 있다. 따라서 이는 정부 정책이 폐자원에너지 기업의 투입대비 경제적 성과의 영향을 매개한다는 본 논문의 분석 결과를 반증한다고 볼 수 있다.

4.3.2. 세부 정책별 매개효과 비교분석

한국 폐자원에너지 기업의 투입과 기업성과 간의 관계에서 전력이격변화, 온실가스감축의무화, RPS제도 정책의 매개효과 크기를 비교하기 위한 분석을 실시하였다(Table 5). Model 1은 기업의 투입과 성과 간 관계에서 매개변수가 전력이격변화 정책인 모형을 의미하며, Model 2는 매개변수가 온실가스감축의무화 정책인 모형을 의미한다. 또한 Model 3은 매개변수가 RPS제도 정책인 모형을 의미한다.

(1) 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 95% 신뢰구간 내에서 전력이격변화 정책에 따른 제품·서비스의 수요 증가에 0.3432만큼 유의한 영향($p<0.01$)을 미치며, 전력이격변화 정책에 따른 제품·서비스의 수요 증가는 95% 신뢰구간 내에서 기업성과에 0.3362만큼 유의한 영향($p<0.05$)을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 95% 신뢰구간 내에서 전력이격변화 정책에 따

Table 4. The total effects of policies

Effect	Variables	Co-efficient	Confidence interval 95%		P_M
			(B) LLCL	(B) ULCL	
Direct effect (c')	$X \rightarrow Y$	0.2893**	0.0566	0.5221	0.3016
Indirect effect (a)	$X \rightarrow M$	0.4532***	0.2491	0.6572	
Indirect effect (b)	$M \rightarrow Y$	0.2759**	0.0507	0.5011	
Indirect effect (ab)	$X \rightarrow M \rightarrow Y$	0.1250**	0.0116	0.2954	
Total effect ($c' + ab$)	$(X \rightarrow Y) + (X \rightarrow M \rightarrow Y)$	0.4144**	0.1990	0.6297	

Note1: *, ** and *** imply statistical significance at the 10%, 5% and 1% levels respectively

Note2: X means inputs, Y means performances and M means policies

Table 5. The Comparative effects of mediation by policies

Effect	Variables	Model1 (M1)	Model2 (M2)	Model3 (M3)	Confidence interval 95%	
					(B)LLCL	(B)ULCL
Direct effect	$X \rightarrow Y$	0.2990**	-	-	0.0650	0.5330
		-	0.3356***	-	0.1138	0.5573
		-	-	0.2931**	0.0581	0.5281
	$M1 \rightarrow$	0.3432***	-	-	0.1885	0.4978
	$X \rightarrow M2$	-	0.2464***	-	0.0841	0.4087
Indirect effect	$M3 \rightarrow$	-	-	0.3382***	0.1901	0.4863
	$M1 \rightarrow$	0.3362**	-	-	0.0374	0.6349
	$M2 \rightarrow Y$	-	0.3197**	-	0.0350	0.6045
	$M3 \rightarrow$	-	-	0.3586**	0.0470	0.6702
	$X \rightarrow M$	0.1153**	-	-	0.0116	0.2809
	$\rightarrow Y$	-	0.0788**	-	0.0022	0.2485
		-	-	0.1213**	0.0050	0.2550
Total effect			0.4144**		0.1990	0.6297
P_M		0.2782	0.1902	0.2927		

Note1: *, ** and *** imply statistical significance at the 10%, 5% and 1% levels respectively

Note2: X means inputs, Y means performances, $M1$ means price variation of electricity, $M2$ means obligation of greenhouse gas reduction and $M3$ means RPS

른 제품·서비스의 수요 증가를 매개로 하여 기업성과 증가에 0.1153만큼 유의한 영향($p < 0.05$)을 미치는 것으로 나타났다. 또한 간접효과와 총효과의 비율인 P_M 이 0.2782로 나타났다. 이는 한국 폐자원에너지 기업의 투입이 기업성과에 미치는 전체 영향 중 27.82%가 전력가격변화 정책에 따른 제품·서비스의 수요를 통한 간접효과에 의하여 증가한다는 것을 의미한다. 이에 따라 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 전력가격변화 정책을 매개로하여 기업성과 증가에 긍정적인(+) 영향을 미칠 것이라는 가설 2-1은 채택되었다.

폐자원에너지는 화석에너지의 대체재로써 전력, 열 또는 연료와 같은 에너지 생산을 목적으로 하기 때문에, 가격 비교 대상은 석탄, 석유, LPG와 같은 화석연료이며 이들의 가격이 하락하게 되면 경쟁력이 낮아지는 특성이 있다. 또한 폐기물은 불순물 및 오염물질을 다량 함유하고 있어 이들을 제거하여 연료의 품질을 높이기 위한 투자가 필요하다. 이는 대규모 제조설비의 건설과 운영을 통해 이루어지므로, 궁극적으로 폐자원에너지를 통해 얻는 기업의 경제적 성과는 이러한 시설운영에 소요되는 전력가격의 변동에 크게 의존된다. 즉, 폐자원에너지 기업의 전·후방 산업 모두에서 연료 및 전력가격변화가 중요한 변수로 작용하므로, 이는 곧 기업의 경제적 성과와 밀접한 관련이 있다는 것을 알 수 있다.

(2) 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 95% 신뢰구간 내에서 온실가스감축의무화 정책에 따른 제품·서비스의 수요 증가에 0.2464만큼 유의한 영향($p < 0.01$)을 미치며, 온

실가스감축의무화 정책에 따른 제품·서비스의 수요 증가는 95% 신뢰구간 내에서 기업성과에 0.3197만큼 유의한 영향($p < 0.05$)을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 95% 신뢰구간 내에서 온실가스감축의무화 정책에 따른 제품·서비스의 수요 증가를 매개로 하여 기업성과 증가에 0.0788만큼 유의한 영향($p < 0.05$)을 미치는 것으로 나타났다. 또한 간접효과와 총효과의 비율인 P_M 이 0.1902로 나타났는데, 이는 한국 폐자원에너지 기업의 투입이 기업성과에 미치는 전체 영향 중 19.02%가 온실가스감축의무화 정책에 따른 제품·서비스의 수요를 통한 간접효과에 의하여 증가한다는 것을 의미한다. 이에 따라 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 온실가스감축의무화 정책을 매개로하여 기업성과 증가에 긍정적인(+) 영향을 미칠 것이라는 가설 2-2는 채택되었다.

폐자원에너지화 사업 중 폐기물 소각열의 회수 및 이용은 가격이 가장 저렴하고 효과적인 온실가스감축 수단으로 알려져 있다. 소각열의 회수 및 이용을 시행하는 기업들은 소각 과정에서 발생하는 열에너지를 인근 발전소와 산업체에 공급하여 화석연료 사용을 줄이고 온실가스 감축에 크게 기여하고 있다. 폐자원에너지 기업의 폐기물 소각열 판매로 인한 매출액은 2009년 375억 원에서 2013년 991억 원대로 가파르게 상승하였다.²²⁾ 이러한 기업들의 경제적 성과는 정부의 온실가스감축의무화 정책에 따라 저렴하고 친환경적인 에너지의 수요 증가에서 기인한 것으로 판단된다. 본 논문의 설문응답 기업 중 소각열의 회수 및 이용을 시행하는 기업의 비중이 약 28.6%로 두 번째로 높은 것을 감안할 때, 위와 같은 통계가 분석 결과를 반영할 수 있다.

(3) 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 95% 신뢰구간 내에서 RPS제도 정책에 의한 영향 증가에 0.3432만큼 유의한 영향($p < 0.01$)을 미치며, RPS제도 정책에 의한 영향 증가는 95% 신뢰구간 내에서 기업성과에 0.3362만큼 유의한 영향($p < 0.05$)을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 95% 신뢰구간 내에서 RPS제도 정책에 의한 영향 증가를 매개로 하여 기업성과 증가에 0.1153만큼 유의한 영향($p < 0.05$)을 미치는 것으로 나타났다. 또한 간접효과와 총효과의 비율인 P_M 이 0.2782로 나타났는데, 이는 한국 폐자원에너지 기업의 투입이 기업성과에 미치는 전체 영향 중 27.82%가 RPS제도 정책에 의한 영향을 통한 간접효과에 의하여 증가한다는 것을 의미한다. 이에 따라 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 RPS제도 정책을 매개로하여 기업성과 증가에 긍정적인(+) 영향을 미칠 것이라는 가설 2-3은 채택되었다.

이는 폐자원에너지 기업 중 RPS제도에 직·간접적으로 영향을 받는 기업이 많기 때문인 것으로 판단된다. 폐자원에너지 기업은 고형연료, 가스, 소각열 등을 RPS대상 발전사업자에게 판매하거나 직접 발전을 하여 수익을 창출한다. 기업이 R&D활동을 통해 고품질의 연료를 생산하여 시장 우위를 갖게 되면 수요가 증가하게 되므로, RPS제도의 영향력은 더욱 커지게 된다고 할 수 있다. 실제로 허 등²³⁾이

Fig. 3. The comparative results of mediation by policies.

국내 발전사업자를 대상으로 신재생에너지 정책의 상대적 중요도를 설문한 선행연구에서, 보조금지원 정책(20.7%) 다음으로 RPS제도(15.4%)가 가장 중요한 정책 요소라고 평가되었다. 또한 김 등²⁴⁾의 연구에서도 RPS제도가 실제 신재생에너지 발전량의 증가에 기여했다고 분석하였다. 이를 통해 폐자원에너지산업에서도 RPS제도가 관련 기업의 투입과 성과 사이를 매개한다는 것을 알 수 있다.

위와 같은 정책별 매개효과에 대한 비교분석의 결과(Table

5과 Fig. 3), RPS제도($P_M = 0.2927$) > 전력가격변화($P_M = 0.2782$) > 온실가스감축의무화($P_M = 0.1902$) 순으로 정책별 간접효과의 크기를 나열할 수 있다. 이는 한국 폐자원에너지 기업의 투입이 기업성과에 미치는 전체 영향 중에서 각각의 정책이 29.7%, 27.8% 그리고 19.0%의 매개효과를 나타낸다는 것을 의미한다. 이러한 분석 결과를 바탕으로, 정부는 추후 폐자원에너지산업을 대상으로 하는 정책의 보완 및 방향 설정 시 우선순위를 고려할 필요성이 있다.

5. 결론 및 정책적 시사점

본 논문은 한국 폐자원에너지 기업을 대상으로 기업의 요소 투입과 경제적 성과를 분석하면서 관련 정책의 매개효과가 있는지를 분석하였다.

분석의 결과, 한국 폐자원에너지 기업의 투입 증가는 정부 정책을 매개로하여 기업성과 증가에 영향을 미치는 것($P_M = 0.3016$)으로 나타났다. 이는 한국 폐자원에너지 기업의 투입이 기업성과에 미치는 전체 영향 중 30.16%가 정책을 통한 간접효과에 의하여 증가한다는 것을 의미한다. 또한 세부 정책별 매개효과를 비교분석한 결과, RPS제도($P_M = 0.2927$) > 전력가격변화($P_M = 0.2782$) > 온실가스감축의무화($P_M = 0.1902$) 순으로 정책별 매개효과가 큰 것으로 나타났다. 이는 한국 폐자원에너지 기업의 투입이 기업성과에 미치는 전체 영향 중에서 각각의 정책이 29.7%, 27.8% 그리고 19.0%의 매개효과를 나타낸다는 것을 의미한다.

이러한 분석결과를 통해, 한국 폐자원에너지 기업의 투입 대비 경제적 성과를 제고하기 위한 정책적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 정부 정책 중 RPS제도, 전력가격변화 정책의 매개효과가 크므로, 정부는 추후 제도의 보완 및 방향 설정 시 이를 고려할 필요성이 있다. 특히 RPS제도의 매개효과가 큰 점을 감안하여, 폐자원에너지에 대한 REC 가중치를 상향조정하여 투자 활성화 요인을 마련해준다면 기업의 경제적 성과를 제고할 수 있을 것으로 생각된다.²⁶⁾ 현재 REC 가중치는 ESS설비가 경제성 확보를 위하여 5.0으로 가장 높은 값이 적용되고 있다. 그러나 폐자원에너지산업의 경우도 초기에 요구되는 막대한 투자비에 비해 편익이 매우 낮은 실정이므로, 폐자원에너지에 대한 REC 가중치의 상향조정을 통해 산업의 활성화를 도모할 필요성이 있다고 판단된다.

둘째, 온실가스감축의무화 정책에 의한 매개효과가 상대적으로 작으므로, 정부는 해당 정책을 유연하게 할 필요성이 있다. 예를 들어, 「온실가스 에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」에 의하면 폐기물 소각열 회수시설에서 공급된 소각열의 간접배출량은 온실가스 배출량 산정 시 제외하고 있지만, 고형연료 사용시설의 경우는 배출량산정 제외기준에 명시되지 않고 있다. 따라서 고형연료 사용시설에서 공급되는 열원을 명시하여 배출량산정제외규정을 적용한다면 가연성고형연료 사용시설 확대를 유도하고, 수요증가에

따른 가연성고형연료의 제조, 유통, 사용의 활성화를 도모할 수 있다.

끝으로, 본 논문은 분석에 있어서 다음과 같은 한계점을 가지고 있다. 첫째, 한국 폐자원에너지산업 내에서 기업의 실질통계 수집이 어려워 설문조사를 실시하였다는 점에서 한계를 지니고 있다. 둘째, 기업의 투입이 정부 정책을 매개로 하여 경제적 성과에 영향을 미치기까지 일정기간 이상의 시차가 존재한다. 본 논문은 한국 폐자원에너지산업의 특성 상 성과가 나타나는 시점을 정확하게 예측하기 어려워 '최근 3년간'의 시점을 기준으로 하였다는 한계를 갖고 있다. 셋째, 설문에 응답한 기업들이 대부분 두 가지 이상의 사업을 중복으로 운영하고 있어 세부 사업 분야별 정책의 매개효과를 분석하지 못했다는 한계점이 있다. 향후 한국 폐자원에너지산업이 발전한다면, 이러한 한계를 보완할 수 있는 실질통계를 기반으로 보다 정밀한 분석이 이루어질 수 있을 것으로 기대된다.

KSEE

References

- Kim, G. U., Jin, B. Y. and Park, J. G., "An Analysis on the Value Chain of Korean Waste-to-Energy Industry," *J. Korea Soc. ste Manage.* **31**(4), 427~435(2014).
- Seo, M. H., "2012 Green Technology Knowledge Map: Waste-to-Energy," Korea Institute of Science and Technology Information(2013).
- Lee, S. H., Choi, C. H., Park, B. K., et al., "2016 New & renewable energy white paper," Ministry of Trade, Industry & Energy, Korea Energy Agency(2016).
- Bae, G. J., "Market of Waste-to-Energy Technology: Has tremendous potential to grow rapidly," *Korea Inst. Sci. and Technol. Informat.*, **4**, 1-6(2014).
- Kim, J. B., "The trends and Countermeasures of Waste-to-Energy," *KDB Res. Inst.*, 78~94(2009).
- Kim, J. H., Sim, J. H. and Park, J. G., "An Analysis on the Determinants of R&D Efficiency in the Waste-to-Energy Industry of Korea," *J. Korea Soc. Waste Manage.*, **34**(4), 341~351(2017).
- Woo, H. J., "An Analysis on the Determinants of R&D Effectiveness in the Waste-to-Energy Industry of Korea," Master Thesis, Seoul National University of Science & Technology, (2017).
- Nick J., Ivan H. and David P., "Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts," *Environ. and Resour. Economics*, **45**, 133~155(2010).
- Jang, S. G., Shin, Y. S. and Jung, H. H., "Relationship between R&D Investment, Technology Management Capability, and Firm Performance," *Korean Manage. Rev.*, **38**(1), 105~132(2009).
- Kang, S. H., Choi, S. M. and Park, H. S., "The Effect of Market Orientation on Business Performance: Focus on Mediating Role of New Product Development Performance," *Yonsei Business Rev.*, **48**(1), 1~32(2011).
- Oh, S. Y., Hong, H. G. and Chun, J. R., "The Analysis of Correlation between Management Performance and Governmental Support Policy for SMB," *J. Korea Academia-Ind. Cooperat. Soc.*, **10**(7), 1696~1701(2009).
- Sohn, D. S., Lee, J. S. and Kim, Y. B., "The Effects of Government Support and Regulation on SMEs Technology Innovation," *J. Digital Convergence*, **15**(4), 117~125(2017).
- Jin, S. H. and Hwang, I. C., "An Analysis on Policy Performance of New Renewable Energy Dissemination by Region and by Energy Sources," *J. Korean Regional Develop. Assoc.*, **23**(1), 15~32(2011).
- Korea Power Exchange, "A variety of statistical data concerning electric power market in 2016," pp. 1~135(2017).
- Song, H. O., Ko, J. C., Choi, S. H. and Kim, D. H., "Investigation of N₂O Emission and Reduction Effect from MSW Incineration Plant," *J. Korean Soc. Environ. Eng.*, **39**(12), 672~678(2017).
- No, K. S., "Statistical analysis of papers to know correctly," Hanbit Academy, pp. 1~372(2014).
- Lee, H. K., "Mediation, Moderation and Moderated Mediation Analysis Using PROCESS Macro," Shinyoungsa, pp. 1~538(2015).
- Kim, H. W., Lee, H. B. and Shin, Y. H., "A Mediation Analysis of Absorption Capacity by Bootstrapping Technique in Multiple Mediator Model," *J. Korea Soc. Simulat.*, **24**(4), 89~96(2015).
- No, N. S., et al., "RD&D Strategy 2030 of Renewable Energy - Waste," Korea Energy Management Corporation, pp. 1~330 (2007).
- Ministry of SMEs and Startups, "Technology Road map for SME, 2017-2019 - Energy supply -," pp. 59~133(2013).
- Ministry of SMEs and Startups, "Technology Road map for SME, 2017-2019 - Energy supply -," pp. 195~233(2016).
- Kim, N. Y., "After 5 month, Implementation of Emission trading system," Today energy, <http://www.todayenergy.kr/news/articleView.html?idxno=103299>(2015).
- Huh, S. Y., Jo, M. S. and Lee, Y. G., "Analysis of Priorities of Constructive Factors of New and Renewable Energy Policy in South Korea using Analytic Hierarchical Process," *Innovat. Studies*, **11**(1), 29~69(2016).
- Kim, J. Y., Kim, S. B. and Park, S. W., "The Effect of the Renewal Portfolio Standards (RPS) on Electric Power Generation in Korea," *Korean Soc. and Public Admin.*, **27**(2), 131~160(2016).
- Yoon, S. P. and Park, J. G., "Structural Analysis of Energy Industry in Korea," *Korea Ind. Technol. Foundat.*, 181~190 (2007).
- Lee, Y. W., et al., "Survey on the Status of Energy Use and Preparation for the Activation Plan for the Waste-to-energy facilities," *Korea Environ. Corporat.*, pp. 68~96(2016).
- Bae, J. H., Oh, M. J. and Kim, H., "Cooperation of Industrial R&D Programs: Focussing on Types of R&D Cooperation,"

- J. Korea Technol. Innovat. Soc.*, **17**(3), 604~628(2014).
28. Kim, S. H. and Kim, J. H., "Success Factors of Inter-Firm Collaboration: Moderated Effects of Contextual Factors," *Korean J. Business Admin.*, **20**(2), 913~937(2007).
 29. Shin, B. C., Song, C. U. and Choi, K. H., "A Comparative Analysis of the Effects of the Types of Corporate Innovations on Employment," *Korean Corporat. Manage. Rev.*, **19**(6), 75~91(2012).
 30. Malen, J. and Marcus, A. A., "Promoting clean energy technology entrepreneurship: The role of external context," *Energy Policy*, **102**, 7~15(2017).
 31. Guo, P., Wang, T., Li, D. and Zhou, X., "How energy technology innovation affects transition of coal resource-based economy in China," *Energy Policy*, **92**, 1~6(2016).