한국 기후변화산업의 국민 경제적 파급효과*

정태웅** · 강성진*** · 정용운****

요 약

오늘날 지구가 직면한 기후변화에 대응하고 동시에 경제발전을 지속하기 위해 기존의 화석연료 중심의 경제발전에서 탈피하여 새로운 경제발전 패러다임으로의 전환이 요구된다. 본 연구는 기존의 신재생에너지 산업 중심에서 탈피하여 기후변화산업을 새로이 정의하고 이 산업에 대한 투자가 과연 비(非)기후변화산업에 대한 투자에 비해 더욱 큰 경제적 효과를 볼 수 있는지에 대해 2009년 산업연관표를 통해 분석했다. 외생화 모형에 의한 분석 결과에 따르면 기후변화산업은 비기후변화산업에 비해 생산, 부가가치, 취업유발효과에 있어서 파급효과가 큰 것으로 나타났다. 따라서 기후변화산업에 대한 투자는 비기후변화산업에 대한 투자보다 상대적으로 경제성장에 더 큰 기여를 할 것임을 보여 준다. 또한 기후변화산업은 전방연관효과는 높은 반면 후방연관효과는 상대적으로 낮게 나타났다. 종합하면, 경기침체기의 신성장동력으로서 기후변화산업을 집중 육성하여 기후변화 대응과 경제성장 목표를 동시에 달성할 수 있을 것으로 전망한다.

주요 단어: 기후변화산업, 경제적 파급효과, 산업연관분석, 외생화
경제학문헌목록 주제분류: E6, J6, Q0, Q2

* 본 논문의 개선을 위해서 많은 조언을 하여 주신 익명의 심사위원님들께 감사드립니다.

** 연세대학교 국제학대학원 교수(주저자). tyjung00@yonsei.ac.kr. 본 연구는 국무조정실 “기후변화대응 기본계획 수립방안 연구”(2014)의 자문보고서 내용을 수정·보완했습니다.

*** 고려대학교 경제학과 교수, KU·KIST 그린스쿨대학원 겸임교수(교신저자), sjkang@korea.ac.kr. 이 논문은 2015년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(NRF-2013S1A3A2054749)입니다.

**** 고려대학교 경제학과 박사과정. rubz@korea.ac.kr

I. 서 론

오늘날 기후변화는 국경을 초월하여 전 지구적으로 질병에서 시작하여 국가안보에 이르기까지 심각한 영향을 미치고 있다. 온실가스 배출은 산업혁명 이후 꾸준히 증가하고 있는 추세이며, 이로 인해 지구 온도 상승 및 기후 패턴의 변화를 촉진하고 있다. 전문가들은 지구 온난화의 주요 원인이 되는 화석연료가 100년 안에 고갈 될 것이며 따라서 화석연료 중심의 전통적인 경제 발전 전략으로는 지속가능한 경제성장을 달성할 수 없다고 전망한다. 따라서 기후변화 문제에 효과적으로 대처할 수 있는 동시에 경제발전을 지속할 수 있는 새로운 발전 패러다임으로의 전환이 필요하다(강성진, 2012).

한국도 예외일 수 없는 상황이다. 한국은 2011년 현재, 이산화탄소 배출량이 OECD 국가 가운데 상위 7번째이며, 1990년부터 2011년 현재까지의 배출 증가율이 156.3%로서 OECD 회원국 중 1위를 차지한 바 있다(OECD, 2013). 한반도의 기온은 지난 1981년부터 2010년까지 약 30년간 1.2°C가 상승하였으며, 해수면은 연평균 1.9mm씩 상승하는 것으로 나타났다. 강수량은 동 기간 연평균 78mm 내외로 증가하는 추이를 보인다. 이러한 것은 전 세계가 겪는 기후변화보다 더 빠르게 진행되고 있으며 이러한 한반도의 기후변화 경향은 지속될 것으로 예상된다(기상청, 2012, p.10).

실제로 한국에서는 폭설, 폭염 등 이상기후 및 기후재난의 규모와 빈도가 증가하고 있는데 이는 기업경영활동에 영향을 미치고 따라서 국가적으로 대규모 경제적 손실을 야기할 수 있다. 지난 2003년부터 2012년까지 기후재난에 의한 연평균 인명피해는 43명, 재산피해는 1조 1,556억 원이다. 특히 2012년도에는 호우 11건, 대설 4건, 태풍 3건, 강풍 4건으로 총 22건의 재난이 보고되었고, 인명피해는 16명에 약 1조 800억 원의 재산 피해가 발생한 바 있다(소

방방재청, 2013). Westphal et al.(2013, p.259)의 연구에 따르면 한국은 기후변화에 미대응시 경제적 손실이 2100년에는 GDP 대비 3% 수준에 이를 것으로 전망된다.

정부는 2008년 기후변화에 대한 국가적 차원의 대응으로서 새로운 발전 패러다임으로 녹색성장 정책을 천명하였다. 그리고 2009년에는 2020년까지 배출전망치 대비 30% 수준으로 온실가스를 감축하겠다고 공표한 바 있다. 또한, 온실가스 저감을 위한 다수의 정책들이 도입되었는데 대표적으로 2011년부터 온실가스목표관리제도가 시행중이며, 2012년부터는 신재생에너지공급의무화 제도를 실시하여 신재생에너지 공급비중의 확대를 도모하고 있다. 또한 2015년부터 배출권거래제도가 시행될 계획이다(한국환경정책·평가연구원, 2013, p.8).

기후변화 대응이 반드시 위기로만 인식될 필요는 없다. 지난 2013년 12월 녹색기후기금(GCF) 출범식에서 박근혜 대통령은 기후변화를 신성장동력의 기회로 삼겠다고 공언한 바 있다. 아울러, 기후변화 대응을 창조경제 핵심 분야로 설정하고 에너지 관리 시스템(EMS), 신재생에너지, 탄소 포집·저장(CCS) 등 기후변화 대응을 위한 기술 개발 투자를 확대하고 관련 산업 발전과 시장창출을 가속화하겠다고 공표한 바 있어 향후 기후변화산업에 대한 정부 지원이 기대된다.¹⁾

위와 같이 위기인 동시에 기회로 인식되는 기후변화 문제에 효과적으로 대처하고 동시에 경제발전을 지속하기 위해서는 다수가 공감할 수 있는 객관적이고 설득력 있는 근거를 마련할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 기후변화산업을 새롭게 정의하고 동 산업의 최종수요 발생 시 경제적 파급효과와 비기후변화산업의 경제적 파급효과를 비교·분석함으로써 기후변화산업과 경제성장간의 관계를 분석하였다.

본 연구는 다음 사항들에 있어서 기존의 연구들과 차별성을 지닌다. 첫째,

1) 자세한 사항은 청와대 홈페이지 GCF 사무국 출범식 대통령 축사 참조(검색일: 2014.6.27.)
[http://www1.president.go.kr/news/newsList.php?srh\[view_mode\]=detail&srh\[seq\]=360](http://www1.president.go.kr/news/newsList.php?srh[view_mode]=detail&srh[seq]=360)

기존의 연구들은 기후변화산업에 대한 효과보다는 주로 일반적인 녹색 또는 환경산업에 관한 연구들이거나 신재생에너지산업과 같이 특정 산업만을 기후변화산업으로 분류하고 있다. 반면에 본 연구는 기후변화산업과 밀접하게 관련된 산업들을 포괄적으로 분류하였다. 둘째, 본 연구는 기존의 연구들이 경제적 파급효과를 계측하기 위해 주로 대·중·소분류를 이용한 반면 본 연구에서는 산업연관표 가운데 가장 세분화된 403분류(기본부문)을 이용하여 더욱 상세한 산업간 관계를 분석하였다.²⁾

셋째, 투자 등의 최종 수요 발생에 따른 효과를 보다 명확히 파악하기 위하여 기존의 내생화 모형 대신 외생화 분석을 실시했으며, 생산, 부가가치, 취업 및 고용유발효과 뿐 아니라 전후방 연관효과도 함께 살펴보았다. 외생화 모형으로 분석함으로써 동 연구에서는 해당산업에 대한 최종수요(가령, 투자) 발생 시 다른 산업에 대한 구축효과(crowding-out)가 있음을 감안하여, 해당산업과 해당산업을 제외한 나머지 산업의 경제적 파급효과와 비교 제시하고 있다. 기존의 경제적 파급효과에 관한 연구들은 시행 한 해당 산업이 자기산업을 비롯한 다른 사업에 미치는 직·간접적인 파급효과만을 계측하여 내생성 문제를 극복하지 못하였다.³⁾

본 연구의 주요 결과를 정리하면 다음과 같다. 먼저, 최종수요가 일정하다고 가정할 때, 기후변화산업은 비(非)기후변화산업에 비해 생산, 부가가치 그리고 취업유발효과에 있어서 상대적으로 높게 나타났다. 한편, 산업간 연관효과에 있어서 기후변화산업의 전방연관효과는 높은 반면에 후방연관효과는 비

2) 산업연관분석을 통해 기후변화산업의 경제적 파급효과를 보다 정밀하게 분석하기 위해서는 403개의 개별 산업을 더욱 세분화함으로써 동일 산업에 중첩되어 포함될 여지가 있는 기후변화산업과 비(非)기후변화산업을 완전히 분리시켜야 한다. 그러나 한국은행의 2009년 산업연관표에서는 403개 산업부문까지만 제공하고 있어서 동 연구에서는 제한적이거나 가장 세분화된 403개 부문을 사용하여 분석했다.

3) 산업연관분석에서 내생화 모형을 사용하게 될 경우, 내생변수와 외생변수가 분리되지 않음에 따라 다른 산업부문에 미친 영향이 자기 산업 부문에 미칠 수 있는 영향이 포함되어 있기 때문에 이중 계산의 오류를 범할 수 있다. 이에 동 연구에서는 관심있는 산업을 내생 부문에서 분리시켜 외생변수로 분리시키는 외생화 모형을 사용함으로써, 자기 산업을 제외한 다른 산업에 미치는 순수한 효과를 살펴보았다.

교적 낮은 것으로 나타났다. 따라서 기후변화산업에 대한 투자는 비기후변화 산업에 비해 상대적으로 경제성장 및 일자리창출에 도움이 더 크게 나타날 수 있음을 의미한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제1장 서론에 이어 제2장에서는 기존의 정의들을 살펴본 뒤, 본 연구의 기후변화산업을 새롭게 정의한다. 제3장에서는 산업연관분석 방법을 활용하여 앞장에서 정의한 기후변화산업의 경제적 파급효과를 분석한다. 마지막으로 제4장에서는 이상의 내용을 종합하고 정책적 함의를 제시하고자 한다.

II. 기후변화산업의 정의

본 연구에서 분석하고자 하는 기후변화산업의 경제적 파급 효과를 살펴보기 위해서는 기후변화산업에 대한 정의가 선행되어야 한다. 기존에 기후변화 관련 산업의 범위는 기관이나 연구자에 따라 다양하게 정의되고 있으며, 통일된 기준이 부재한 상황이다. 전통적으로 기후변화산업과 유사한 개념으로는 환경산업(environment industry)과 녹색산업(green industry) 등이 있다.

먼저 환경산업의 대표적 정의는 OECD·Eurostat(1999)이다. 본 연구에서는 환경산업을 3가지 즉 오염관리그룹, 청정기술 및 제품그룹 그리고 자원관리 그룹으로 분류하고 17개 하위 그룹으로 세분화하고 있다.⁴⁾ 다른 유사정의로는 Environmental Business International(EBI)사(社)의 환경산업분류로서 환경서비스, 환경장비, 환경자원 그리고 환경 친화적 소비재의 4가지로 구분한다.

4) 17개 하위 그룹에는 대기오염통제, 폐수관리, 고형폐기물, 토양, 지표수, 지하수 개선 및 정화기기, 소음 및 진동저감, 환경감시 분석 및 측정, 청정기술 및 공정, 청정제품, 실내공기 관리, 물공급, 자원재활용, 신재생 에너지 개발, 에너지 절약 및 회수, 지속가능한 농업 및 어업, 지속가능한 산림, 자연재해 관리, 그리고 지속가능한 관광업이 있다.

국내에서 잘 알려진 환경산업 정의로는 통계청에서 제공하고 있는 환경산업분류가 있다, 이는 관련 산업 품목으로 분류한 뒤 이를 산업분류와 매칭 한 것이다. 동 분류는 “물, 공기, 토양의 환경적 유해요인과 폐기물, 소음, 환경시스템과 관련된 문제를 측정, 예방, 제어 및 최소화하거나 이를 복원하기 위한 재화 및 서비스를 생산하는 활동”을 환경산업으로 규정한다(통계청·환경부, 2014). 이와 같은 정의는 한국표준산업분류(Korean Standard Industrial Classification: KSIC) 9차 개정의 가장 세분화된 분류인 5자리 코드를 기준으로 총 150개 산업을 포함하고 있다.

다음으로 녹색산업 정의와 관련된 해외 연구로는 UNIDO(2011, p.9)가 있다. 동 정의에 따르면 녹색산업은 생산과 소비의 지속가능한 패턴을 촉진하며 이는 자원 및 에너지 효율적이고, 저탄소, 저폐기물, 무공해의 안전한 패턴이며 또한 그들의 생애주기를 통하여 책임 있게 관리된 상품을 생산하는 패턴을 지칭한다.

국내에서는 지난 2008년도에 저탄소 녹색성장(Low Carbon Green Growth) 정책의 근거 법안인 「저탄소 녹색성장기본법」을 마련한 바 있으며, 동 법안의 제2조에서는 녹색산업을 다음과 같이 정의한다. 즉, 녹색산업이란 “경제·금융·건설·교통물류·농림수산·관광 등 경제활동 전반에 걸쳐 에너지와 자원의 효율을 높이고 환경을 개선할 수 있는 재화(財貨)의 생산 및 서비스 제공 등을 통하여 저탄소 녹색성장을 이루기 위한 모든 산업”이다.

Kang(2011, pp.120-121)은 한국의 녹색산업에 대한 통일된 정의가 부재한 상황에서 산업연관표 코드에 의해 녹색산업을 새롭게 분류한 바 있다. 이는 과학기술정책연구원(STEPI)에서 제시하고 있는 IPC-KSIC 연계(Linkage)에 기반 한 녹색산업정의와 한국고용정보원(KEIS) 및 한국환경산업기술원(KEITI)에서 정성적인 전문가들의 의견을 반영한 녹색산업분류를 종합한 것으로, 크게 두 가지 시나리오로 구분하고 있다. 첫 번째 시나리오는 STEPI에서 분류한 정의에서 KEIS와 KEITI간의 중복되는 정의를 합한 것이다. 두 번째 시나리오는 STEPI 분류 가운데 녹색 특허 인용도가 250회 이상인 경우를 녹색산업으로 분류한 것이다.

이상의 국내외 유사 정의 및 연구는 온실가스 배출과 밀접히 연관된 기후 변화산업에 초점을 맞춘 개념에 근거한 분류라기보다는 대부분 환경과 관련된 산업을 포괄적으로 분류하고 있다. 그러나 기후변화산업의 일자리 창출을 비롯한 경제적 파급효과를 살펴보기 위해서는 우선 각 산업 부문의 특징적 요소들을 검토하여 기후변화와 관련된 산업을 중심으로 재분류해야 한다.

기후변화산업과 관련한 기존의 정의 가운데 EBI 사의 기후변화산업(climate change industry) 분류가 있다. 동 분류는 다음의 9개 부문으로 나누어 정의하고 있다. 즉, 저탄소 및 신재생에너지 전력, 저탄소 포집 및 저장(CCS), 에너지 저장(장비 및 시스템), 에너지효율 및 수요 반응, 그린 빌딩, 교통, 탄소 거래소(거래 및 프로젝트), 기후변화적응, 그리고 컨설팅 및 연구이다. 동 분류는 기후변화와 관련된 전반적인 내용들을 포괄하고 있으나 정량 분석에 직접적으로 사용하기에는 다소 추상적이다.

기후변화산업에 대한 국내 연구는 주로 신재생에너지를 중심으로 이루어졌다. 진상현·김성욱(2011)은 정부에서 신성장동력산업으로 포함하고 있는 신재생에너지 산업을 산업연관표 168부문을 가지고 분류한 뒤 경제적 파급효과 분석을 실시하였다. 이는 기존 연구들과 달리 2010년 당시 정부의 발전차액지원을 받는 1,451개 사업자의 데이터를 사용하여, 신재생에너지원별 즉, 태양광, 풍력, 소수력, 연료전지, LFG(Landfill Gas), 바이오가스, 바이오매스, RDF(Refuse Derived Fuel)로 나누어 분석하고 있다. 이들 산업은 구체적으로 산업연관표 168부문상에서 건설용 금속제품(84), 내연기관 및 터빈(88), 산업용 운반기계(90), 공조 및 냉온장비(91), 기타 일반목적용 기계(92), 발전기, 전동기 및 전기변환장치(96), 기타 전기장치(97), 반도체(99), 증기 및 온수공급업(121), 비주택건축(124), 일반토목(127), 기타특수건설(128), 부동산(147), 그리고 건축 및 공학관련서비스(152)를 포함한다.

홍준석 외(2012) 역시 신재생에너지 산업 부문에 국한하여 분석을 실시하였다. 당시 정부에서 신성장동력 산업으로 지정한 세부사업을 산업연관표 403부문에서 선별하여 신재생에너지 산업으로 정의하였다. 즉, 동 연구에서 고려하

고 있는 정부의 세부사업들로는 태양전지, 연료전지, 해양바이오연료, 해양에너지, 청정석탄에너지, 폐기물 바이오매스이며, 산업연관표 403부문 가운데 무연탄(30), 유연탄(31), 연탄(131), 전지(245), 기타발전(301), 전력시설(317) 부문을 포함한다.⁵⁾

위의 국내 문헌에서의 정의는 기후변화산업가운데 신재생에너지 산업과 같이 특정산업에 국한하고 있어서 엄밀한 의미에서 기후변화산업의 효과를 보기에는 그 범위가 협소하다고 할 수 있다. 또한, 기존 연구들은 기후변화 적응(adaptation)과 온실가스 감축(mitigation)을 중심으로 기후변화산업이 정의되어 왔으며, 기후변화 대응(response to climate change)이라 하면 통상 기후변화 문제를 다룸에 있어서 사회적 비용이 유발되는 측면에서 다루어져 왔다. 그러나 본 연구에서는 기후변화 대응과 관련하여 산업측면에서 부가가치를 창출할 수 있다는 측면까지도 포괄적으로 고려하여 기후변화산업을 새롭게 정의하였다.⁶⁾

이 정의를 바탕으로 본 연구에서는 한국은행에서 발행하는 산업연관표(2009년)⁷⁾를 기준으로 기후변화산업을 선별하였다. 기본적으로 기후변화에 민감한 1차 산업과 온실가스 감축과 관련된 2차 산업을 중심으로 분류했다. 동

-
- 5) 동 연구에서는 이렇게 분류한 신재생에너지 산업을 가지고 산업연관분석을 실시하였으며 연구결과에 따르면 1원의 최종수요 발생 시 신재생에너지 산업의 생산유발, 부가가치유발 효과는 각각 1.1644원, 0.3544원인 것으로 나타났다. 취업유발효과(10억 원의 최종수요가 발생할 경우 약 10.065명의 유발효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 본 연구(시나리오1, 2)에서 나타난 생산유발효과(1.259원, 1.342원), 부가가치유발효과(0.433원, 0.480원), 그리고 취업유발효과(11.361명, 13.949명)와 비교할 때 상대적으로 작은 수치로서, 기후변화산업의 범위가 신재생에너지 산업에 국한된 것에 기인한다.
- 6) 동 연구에서는 기후변화 적응 및 감축을 통한 기후변화 대응에 있어서 산업부문의 파급효과를 엄두하고 기후변화와 직접적으로 관련된 1차 산업, 온실가스 감축과 연계된 2차 산업 부문을 포함하여 기후변화산업을 분류하였다. 다만, 정의의 문제는 속성상 연구자에 따라 주관적이며 기후변화산업과 비(非)기후변화산업을 엄밀하게 구분하기 어려울 수 있다. 또한 기후변화 산업을 어떻게 정의하느냐에 따라 분석결과가 달라질 수 있음을 밝힌다.
- 7) 본 연구에서는 경제적 파급효과를 보다 정밀하게 분석하기 위해 가장 세분화된 산업연관표 코드 즉, 403부문(기본부문)을 사용하였다. 그러나 동 403부문의 경우 연구를 진행하는 현 시점에서 2009년도 산업연관표 까지만 제공하고 있어서 본 연구에서는 2009년 산업연관표를 사용하여 분석하였다.

연구에서는 산업연관표의 통합 대, 중, 소, 그리고 기본부문(세세분류) 가운데, 통합 대, 중, 소 부문을 가지고 파급효과를 분석할 경우 발생할 수 있는 과대 추정 오류를 감안하여 가장 세분화된 403부문(기본 부문)을 사용하였다.

본 연구에서는 기후변화산업을 크게 2가지 시나리오 즉, 광의와 협의의 기후변화산업으로 구분한다. 광의와 협의의 기후변화산업의 가장 큰 차이는 기후변화에 대한 적응과 관련된 사회 인프라 관련 산업들의 포함 여부이다. 즉 광의의 기후변화산업은 도로 항만, 공항시설과 같은 산업을 포함하지만 협의의 기후변화산업은 이러한 산업들을 포함하지 않고 있다. 광의와 협의에 의한 구체적인 산업 군들을 정리하면 다음과 같다.

먼저 광의의 기후변화산업은 1차 생산부문 뿐 아니라 2차 생산부문의 저감 부문도 포함되어 있다. 여기에는 농림어업 서비스를 제외한 나머지 농림어업(1~28), 석탄 및 원유(30~33), 기타 비금속광물(41~44), 생수 및 얼음(82), 목재(114~116), 석유 및 석탄 제품(131~141), 기초 화학제품(142~147), 합성수지 및 합성고무(148~149), 화학섬유(150~151), 비료 및 농약(152~154), 제1차 금속제품(188~208), 내연기관 및 터빈(220~222), 산업용 운반기계(223), 공조 및 냉온 장비(224~226), 기타 일반목적용 기계(227~229), 농업 및 건설기계(232~233), 발전기, 전동기 및 전기 변환장치(240~242), 기타 전기장치(243), 수송 장비(274~287), 전력·가스 및 수도(298~304), 토목 및 특수건설(308~320), 육상운송(327~331), 수상 및 항공운송(332~334), 비생명보험(352), 연구기관(국공립)(357) 그리고 공공행정 및 국방(372)이 포함된다.

한편, 협의의 기후변화산업의 경우 1차 생산부문은 광의에서의 정의와 거의 같지만, 2차 생산부문 중에 기후변화와 직접적인 관련성이 없다고 판단되는 저감 부문을 제외하여 정의하였다. 광의에 포함된 산업 중에서 목재(114~116), 석유, 석탄(131~141), 기초 화학제품(142~147), 합성수지 및 합성고무(148~149), 화학섬유(150~151), 비료 및 농약(152~154), 토목 및 특수건설(308~320), 비생명보험(352), 연구기관(국공립)(357), 그리고 공공행정 및 국방(372)은 협의에서 제외되었다.

상기 두 시나리오를 산업연관표 403부문을 기준으로 다음의 6대 부문 즉, 농림어업(1~29), 광업(30~44), 제조업(45~297), 전력·가스·수도 및 건설업(298~320), 서비스업(321~400) 그리고 기타(401~403)로 재분류한 뒤, 기존의 환경 및 녹색산업정의와 비교 제시하면 다음 <표 1>과 같다. 여기서 <시나리오1>과 <시나리오2>는 각각 광의(149개)와 협의(104개)의 정의이다.⁸⁾

<표 1> 녹색, 환경, 기후변화산업 비교

산업구분	전체산업 수	기후변화산업		환경산업	녹색산업	
		시나리오1	시나리오2		시나리오1	시나리오2
농림어업	29	28	28	3	3	0
광업	15	8	8	1	6	5
제조업	253	81	53	80	147	129
전력·가스·수도 및 건설업	23	20	7	10	12	8
서비스	80	12	8	20	27	17
기타	3	0	0	0	0	0
합계	403	149	104	114	195	159

주1: 환경산업은 통계청에서 제공하는 환경산업분류(KSIC 5자리)에 매칭되는 I-O 코드를 가지고 재분류한 것임

주2: 녹색산업은 Kang(2011)의 정의임

8) <시나리오1>에서 비기후변화산업은 광의의 기후변화산업에서 제외된 모든 산업들을 포함하고 있다. 즉, 농림어업 서비스(29), 금속광석(34~37), 건설용골재 및 석재(38~40), 생수 및 얼음(82)을 제외한 음식료품(45~84), 섬유 및 가죽제품(85~113), 목재(114~116)을 제외한 목재 및 종이제품(114~128), 인쇄 및 복제(129~130), 의약품 및 화장품(155~157), 기타 화학제품(158~165), 플라스틱제품(166~168), 고무제품(169~171), 비금속광물제품(172~187), 금속제품(209~219), 일반목적용 기계부품(221~222), 금속가공용기계(230~231), 기타 특수목적용 기계(234~239), 전자기기부분품(248~255), 영상, 음향 및 통신기기(256~261), 컴퓨터 및 사무기기(262), 가정용 전기기기(264~267), 정밀기기(266~273), 기타 제조업 제품(288~297), 건축건설(305~307), 도소매(321~322), 음식점 및 숙박(323~326), 운수관련 서비스(335~340), 통신 및 방송(341~347), 비생명보험(352)를 제외한 금융 및 보험(348~353), 국공립 연구기관(357)을 제외한 부동산 및 사업서비스(354~371), 교육 및 보건(374~383), 사회 및 기타서비스(384~400), 그리고 기타(401~403)으로 구성된다. 한편, <시나리오2>에서 비기후변화산업은 협의의 기후변화산업에 포함되지 않은 모든 산업으로 구성된다. 동분류는 <시나리오1>의 비기후변화산업 가운데, 목재(114~116), 석유, 석탄(131~141), 기초화학제품(142~147), 합성수지 및 합성고무(148~149), 화학섬유(150~151), 비료 및 농약(152~154), 토목 및 특수건설(308~320), 비 생명보험(352), 연구기관(국공립)(357), 그리고 공공행정 및 국방(372), 그리고 공공행정 및 국방(372)을 포함한다.

기존의 환경산업이나 녹색산업과 비교할 때 기후변화산업 정의가 갖는 첫 번째 차이점은 환경산업이나 녹색산업에 비해 농림어업 분야의 대부분을 포함하고 있다는 점이다. 즉, 환경산업이나 녹색산업(<시나리오1>)의 경우 농림어업 가운데 영림, 수산양식, 그리고 농림어업서비스만을 대상으로 하지만 기후변화산업은 농림어업서비스를 제외한 모든 농림어업부문에 속한 산업을 대상으로 하고 있다. 또한 기후변화산업은 환경산업이나 녹색산업에 비해 서비스 부문이 상대적으로 적게 포함되었다. 기후변화산업에서 농림어업서비스업이 상대적으로 많이 제외된 이유는 기후변화산업과의 연관성이 상대적으로 적다고 판단하였기 때문이다. 또한, 기후변화산업이 기존의 환경산업이나 녹색산업에 비해 서비스부문이 적은 이유는 한국에서는 기후변화산업과 직접적으로 관련된 서비스업은 선진국과 비교하여 아직은 덜 발달되었다고 할 수 있다. 예를 들어서, 선진국에서 많이 발전한 기후 금융(climate finance), 기후 보험(climate insurance) 등의 금융서비스업이나 기후정보를 활용한 관련 서비스업은 한국에서는 아직 초기 단계라 할 수 있다. 특히 Kang(2011)에 의한 녹색산업 정의는 녹색기술에 대한 특허를 중심으로 녹색산업을 정의한 것이어서 상대적으로 제조업 부문 산업을 더 많이 포함하고 있다.

또한 기후변화산업에서는 각종 운송관련 산업들과 보험업을 포함하는 반면에 환경 및 녹색산업에서는 이들을 제외하는 대신 도·소매 및 정보통신 등의 서비스업을 포함하고 있다.

Ⅲ. 경제적 파급효과

기후변화산업에 대한 정의를 바탕으로 본 절에서는 기후변화산업의 경제적 파급효과를 분석하고자 한다. 본 연구에서는 앞서 정의된 기후변화산업에 대한 투자와 같은 최종수요가 발생했을 때 기후변화산업을 포함한 전체 산업 부문에 대해서 미치는 직·간접인 경제적 파급효과를 분석하고자 한다. 여기서 직접효과와 간접효과는 각각 자기 산업에 대한 파급효과와 자기 산업을 제외한 다른 연관 산업에 대한 파급효과를 지칭한다.

산업연관분석은 내생화 모형과 외생화 모형(exogenous specification)으로 구분된다. 먼저 내생화 모형은 투자의 대상이 되는 산업이 외생적으로 주어진 것이 아니라 중간 투입 및 배분 구조의 내생 부문에 포함된 모형이다. 그러나 외생화 모형은 이처럼 내생부문에서 포함되어 있는 외생변수로 분리함으로써 해당 부문이 독립적인 위치에서 다른 부문의 내생 부문에 미치는 영향을 살펴볼 수 있는 모형이다.

내생화 모형의 경우 관심 산업부문의 변동 시 자기 산업을 제외한 다른 산업 부문이 받는 영향만 살펴보기에는 한계가 있다. 이는 내생변수와 외생변수가 분리되어 있지 않음으로 인해 다른 산업에 대한 영향이 결국 자기 산업에 내생적으로 영향을 미치는 부분까지 포함하게 되어 이중계산의 오류가 발생할 수 있기 때문이다.

이 문제를 해결하기 위해 내생부문의 해당산업 부문을 외생적으로 취급함으로써 전체 산업에 미치는 파급효과를 보다 정밀하게 분석할 수 있으며 이를 외생화 분석이라고 한다(Miller and Blair, 1985). 동 연구에서는 앞장에서 정의한 <시나리오1>과 <시나리오2>에 의한 산업분류에 따라 기후변화산업 군을 구성하고 이들 산업을 각각 외생화 함으로써 산업연관분석 결과를 비교 제시한다.

산업연관분석 가운데, 수요 유도형 모형⁹⁾을 통해 계측할 수 있는 대표적인 효과들로는 생산유발효과, 부가가치유발효과, 취업 및 고용유발효과가 있다. 본 연구에서는 2009년도 자료를 반영하고 있는 비경쟁수입형 국산 생산유발계수표를 사용하여 파급효과를 산출한다. 그리고 흔히 많이 사용되는 생산유발계수표는 국산과 수입을 구분하지 않는 경쟁수입형 생산자 가격표와 둘을 구분하는 비경쟁수입형 생산자 가격표가 있다. 본 연구에서 비경쟁수입형 생산자 가격표를 사용한 이유는 경쟁수입형 생산자 가격표의 경우 순수하게 국내 생산유발효과만을 계측한다고 보기 어렵기 때문이다(Kang, 2011).

여기서 말하는 생산유발계수는 최종 수요(가령, 투자)가 한 단위 발생했을 때 각 산업에서의 생산에 직·간접적으로 미치는 파급효과이다. 통상 최종수요가 일정하다고 가정했을 때, 산업연관분석에 의해서 파급유발효과(생산, 부가가치, 취업 및 고용)를 도출할 수 있다.¹⁰⁾

<표 2>와 <표 3>은 각각 앞장에서 정의한 <시나리오1>과 <시나리오2>에 의한 기후변화산업의 파급유발계수를 비교한 것이다. 각 표의 계수는 각 산업부분에 속해 있는 기후변화산업 또는 비(非)기후변화산업에서 최종 수요가 한 단위 증가할 경우 자기 산업을 제외한 다른 산업 부문에 대해 파급되는 효과를 뜻한다. 생산유발계수와 부가가치유발계수는 기후변화산업 또는 비

9) 산업연관분석에 있어서 가정에 따라 수요유도형과 공급유도형으로 분류하여 분석해 볼 수 있다. 수요유도형 모형은 최종 수요가 정해지면 투입도 함께 정해진다고 가정하며, 생산, 부가가치, 취업 및 고용유발효과를 계산할 수 있다. 반면, 공급유도형 모형은 투입량이 변화함에 따라 생산도 변화될 수 있다고 가정하며 공급지장효과 등을 계산하는데 사용된다. 본 연구에서는 생산, 부가가치, 취업 및 고용유발효과에 관심이 있으므로 수요유도형 모형에 의한 경제적 파급효과만을 분석한다.

10) 본 연구에서 생산유발효과는 기후변화산업에서 최종수요가 한 단위 발생할 경우 기후변화산업을 비롯한 다른 산업(비기후변화산업) 전반에 미치는 생산 파급효과를 의미한다. 부가가치유발효과는 기후변화산업의 생산물에 대한 최종수요가 한 단위 증가할 때, 자기 산업을 비롯한 비기후변화산업에 미치는 부가가치의 파급효과를 의미한다. 취업 및 고용유발효과는 기후변화산업의 최종수요가 한 단위 발생할 때 기후변화산업과 비기후변화산업 전반에 미치는 취업 및 고용 파급효과를 뜻한다. 산업연관표에서의 각 경제적 효과의 도출과정 및 의미에 대한 자세한 내용은 한국은행(2011b) 참조.

(非)기후변화산업에 1원의 최종수요가 발생할 경우, 자기 산업을 제외한 다른 산업에 유발되는 산출과 부가가치의 크기를 나타낸다.

취업 및 고용유발계수는 10억 원의 최종수요 한 단위가 증가할 경우 해당 산업 및 전체산업에 파급되는 취업 및 고용인원을 나타낸다. 여기서 취업계수와 고용계수의 경우 현재 한국은행에서 통합 소분류 즉 168부문까지만 공개하고 있다. 이에 제한적이지만 2009년도 산업연관표 상의 168부문 취업 및 고용계수 값을 가지고 같은 산업 부문 내에 포함된 403개 산업부문들은 매출액을 기준으로 나누어 추정치를 계산하는 방식을 택한다. 즉, 168부문을 기준으로 동일한 산업에 속해 있는 각 세부 산업들(403개)의 매출액 비중에 따라서 취업 및 고용계수를 배분함으로써 403개 산업부문의 계수 값을 추정하였다.

다양한 유발효과를 앞에서 정의한 기후변화산업의 <시나리오1>과 <시나리오2>에 대하여 분석한 결과는 각각 <표 2>와 <표 3>과 같다.

위 방법을 적용하여 <시나리오1>과 <시나리오2>에 의한 생산유발계수를 비교하면 다음과 같다. <시나리오1>에서는 1원의 최종수요가 발생하면 기후변화산업의 경우 1.259원의 생산이 파급되는 것으로 나타난다. 반면, 비(非)기후변화산업에서는 동일 가정에서 1.179원의 생산이 유발되는 것을 보여준다. 다음으로, <시나리오2>에서는 마찬가지로 1원의 최종수요가 발생하면, 기후변화산업의 경우 1.342원의 생산이 유발되는 것으로 보인다. 반면, 비(非)기후변화산업에서는 1.119원의 생산이 파급되는 것으로 나타난다.

다음으로, <시나리오1>과 <시나리오2>에 의한 부가가치유발계수를 비교하면 다음과 같다. 먼저, <시나리오1>에서는 1원의 최종수요가 발생하면 기후변화산업은 0.433원의 부가가치가 파급되는 것으로 나타난다. 반면, 비(非)기후변화산업에서는 동일 가정에서 0.387원의 부가가치가 유발된다. 다음으로, <시나리오2>에서는 마찬가지로 1원의 최종수요가 발생할 경우 기후변화산업의 경우 0.480원의 부가가치가 유발되는 것으로 나타난다. 반면, 비(非)기후변화산업에서는 0.362원의 부가가치가 파급되는 것으로 나타난다.

한편, 동 연구에서 중점을 두고 있는 취업유발계수를 살펴보면 다음과 같다.

먼저, <시나리오1>에서는 총 10억 원의 최종수요가 발생하면 기후변화산업의 경우 11,361명이 유발되고 반면, 비(非)기후변화산업의 경우 7,898명이 유발된다. 다음으로 <시나리오2>에서는 마찬가지로 총 10억 원의 최종수요가 발생하면 기후변화산업의 경우 13,949명이 유발되는 반면, 비(非)기후변화산업의 경우 7,207명이 유발되는 것으로 나타난다.

다음으로 고용유발계수를 살펴보면 다음과 같다. 먼저, <시나리오1>에서는 총 10억 원의 최종수요가 발생할 때 기후변화산업의 경우, 4,694명이 유발되고 반면, 비(非)기후변화산업의 경우 5,952명이 유발된다. 다음으로 <시나리오2>에서는 마찬가지로 총 10억 원의 최종수요가 발생할 때, 기후변화산업의 경우 각각 4,669명이 유발되는 반면, 비(非)기후변화산업의 경우, 5,554명이 유발되는 것으로 나타난다.

기후변화산업이 비기후변화산업에 비해 상대적으로 높은 생산, 부가가치, 그리고 취업유발효과를 갖는 이유는 다음과 같이 설명할 수 있다. 일반적으로 생산유발효과는 제품 가공도가 높은 제조업 또는 건설업 부문이 높는데(한국은행, 2011b, p.112), 기후변화산업은 제조업 가운데에서도 상대적으로 생산유발효과가 높은 제1차 금속제품, 일반기계, 그리고 수송장비 등의 부문을 대거 포함하고 있는데서 이유를 찾을 수 있다.

한편, 부가가치유발효과는 통상적으로 원시산업인 농림어업 및 광업 부문에서 높게 나타나는데(한국은행, 2011b, pp.115-116), 본 연구의 기후변화산업은 농림어업서비스를 제외하고 모든 농림어업부문을 포함하고 있어서 높은 부가가치유발효과를 갖는 것으로 보인다. 마찬가지로, 취업유발효과도 일반적으로 농림어업부문이 가장 높기 때문에 기후변화산업의 취업유발효과가 높게 나타난다고 볼 수 있다.

한편, 기후변화산업이 다른 산업에 미치는 효과를 산업부문별로 비교하면, <시나리오1>과 <시나리오2> 모두에서 서비스업과 제조업에 대한 취업 및 고용유발효과가 가장 크게 나타났다. 세세 산업별 파급효과는 <부표 1>과 <부표 2>에 있다.

〈표 2〉 경제적 파급유발계수(시나리오1)

(단위: 원, 명/10억 원)

산업부문	효과	생산유발	부가가치유발	취업유발	고용유발
기후변화산업	간접	0.259	0.108	2.048	1.459
	직접	1.000	0.326	9.313	3.235
	합계	1.259	0.433	11.361	4.694
비(非)기후변화산업	간접	0.179	0.044	0.997	0.357
	직접	1.000	0.343	6.901	5.595
	합계	1.179	0.387	7.898	5.952

〈표 3〉 경제적 파급유발계수(시나리오2)

(단위: 원, 명/10억 원)

산업부문	효과	생산유발	부가가치유발	취업유발	고용유발
기후변화산업	간접	0.342	0.126	0.028	2.175
	직접	1.000	0.354	11.774	3.1126
	합계	1.342	0.480	13.949	4.669
비(非)기후변화산업	간접	0.119	0.032	0.800	0.272
	직접	1.000	0.330	6.408	5.283
	합계	1.119	0.362	7.207	5.554

이상의 기후변화산업의 경제적 파급효과를 기존의 환경, 녹색, 그리고 신재생에너지산업의 파급효과와 비교하면 다음과 같다. 먼저 통계청에서 제공하는 환경산업 정의¹¹⁾에 의한 생산유발효과는 1.334원, 부가가치유발효과는 0.432원으로 나타났으며, 이는 기후변화산업(시나리오1, 시나리오2)의 생산유발효과

11) 통계청에서 제공하는 환경산업의 경우, KSIC 5자리 코드를 정의하고 있으며, 동 연구의 결과와 비교를 위해 KSIC-IO 간 코드매칭을 통해 I-O 코드에 의한 환경산업을 재분류하였다. 동 분류를 바탕으로 동 연구에서 기후변화산업을 대상으로 한 산업연관분석과 동일한 방법으로 경제적 파급효과를 추정했다.

(1.259원, 1,342원), 부가가치유발효과(0.433원, 0.480원)과 비교할 때 유사한 수준이다. 환경산업의 취업유발 및 고용유발효과는 최종수요 한 단위(10억 원) 증가 시 각각 7.265명과 5.246명이 유발되는 것으로 나타났고, 이는 기후변화산업(시나리오1, 시나리오 2)의 취업유발효과(11.361명, 13.949명) 보다는 낮고, 고용유발효과(4.694명, 4.669명)보다는 높은 수치이다.

다음으로 Kang(2011)에서 정의한 녹색산업(시나리오1, 시나리오2)의 경우, 생산유발효과는 각각 1.151원과 1.183원, 그리고 부가가치유발효과는 각각 0.369원과 0.321원으로 분석했다. 이는 기후변화산업(시나리오1, 시나리오2)의 생산유발효과(1.259원, 1,342원), 부가가치유발효과(0.433원, 0.480원)와 비교할 때 상대적으로 낮다. 한편, 녹색산업(시나리오1, 시나리오2)의 취업유발효과(6.711명, 4.864명)와 고용유발효과(5.044명, 3.962명) 기후변화산업(시나리오1, 시나리오2)의 취업유발효과(11.361명, 13.949명) 보다는 낮고, 고용유발효과(4.694명, 4.669명)와는 유사한 수준이다.

마지막으로 진상현·김성욱(2011)에 의한 신재생에너지산업의 경제적 파급효과(1.259원, 1,342원)의 경우, 생산유발효과가 2.179원으로 나타났다. 이는 기후변화산업과 비교할 때, 기후변화산업(시나리오1, 시나리오2)의 생산유발효과(1.259원, 1,342원) 보다 높은 수치이다. 한편, 홍준석 외(2012)의 신재생에너지 산업의 생산유발효과는 1.164원으로서 기후변화산업(시나리오1, 시나리오2)의 생산유발효과(1.259원, 1,342원)보다 상대적으로 낮다. 이처럼 상이한 결과가 나타나는 것은 신재생에너지 산업의 분류 및 분석방법상의 차이에서 기인한 것으로 판단된다.

즉, 상기 두 연구 모두 산업연관분석을 실시하고 있으나, 진상현·김성욱(2011)의 경우 내생화 모형을 사용하고 있는 반면, 홍준석 외(2012)는 외생화 모형에 의해 추정결과를 제시하고 있다. 또한, 진상현·김성욱(2011)은 168부문을 기준으로 신재생에너지산업을 분류하고 있지만, 홍준석 외(2012)에서는 가장 세분화된 403부문을 기준으로 분류하고 있다. 이상의 차이가 진상현·김성욱(2011)에서 제시하고 있는 파급효과의 수치가 상대적으로 높은 데 기여한 것으로 보인다.

5. 산업간 연관효과

산업연관분석에서 중요한 의미를 부여하는 것은 산업 간의 상호 파급효과를 분석할 수 있다는 점이다. 예를 들어 어느 한 산업에 대한 투자가 다른 산업 즉, 전방 혹은 후방산업과 어떻게 상호 연관되어 효과를 미칠 수 있는지에 대한 효과를 보여 준다. 산업연관분석에서 산업 간의 연관 효과는 크게 전방 연관효과와 후방연관 효과로 나누어 볼 수 있는데 이들은 산업 간 상호의존성의 정도를 나타낸다.¹²⁾

먼저 감응도 계수라고도 불리우는 전방연관효과(forward linkage effect)는 전 산업의 최종수요가 한 단위씩 증가할 경우, 중간재로 투입되는 산업이 받는 영향을 의미한다. 이는 전 산업부문의 최종수요를 모두 한 단위씩 증가시키기 위해 i 부문 산업이 다른 산업의 중간재로 얼마나 판매되었는가를 보여 준다. i 산업의 전방연관효과는 산업별 생산유발계수의 i 번째 행 합계를 전체 n 개 산업의 평균값으로 나뉘줌으로써 계산되며 다음 식(1)과 같다. 여기서 α_{ij} 는 생산유발계수 행렬의 i, j 번째 구성요소이고 n 은 산업 부문의 수이다. 전방연관효과는 일반적으로 산업별 중간재로 빈번하게 사용되는 산업일수록 높게 나타난다(한국은행, 2011b, pp.66-67).

$$i \text{ 산업의 전방연관효과} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}} = \frac{n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}} \quad (1)$$

다음으로 영향력 계수라고도 불리우는 후방연관효과(backward linkage

12) 산업간 연관효과의 도출과정 및 설명 대한 내용은 한국은행(2011b, pp.66-67) 또는 Miller and Blair(1985, pp.555-558)을 참고할 것

effect)는 특정 산업의 생산물에 대해 최종수요 한 단위 발생 시 산업 전반에 미치는 영향을 의미한다. 이는 특정 j 부문 산업이 다른 산업의 생산물을 중간재로 얼마나 구입하는 지를 보여준다. j 산업의 후방연관효과는 산업별 생산유발계수의 j 번째 열 합계를 전체 n 개 산업의 평균 생산유발계수로 나눠줌으로써 계산되며 다음 식(2)과 같다. 후방연관효과와 마찬가지로 여기에서도 α_{ij} 는 생산유발계수 행렬의 i, j 번째 구성요소이고, n 은 산업 부문의 수이다. 후방연관효과는 일반적으로 생산유발효과가 큰 산업일수록 높게 나타난다(한국은행, 2011b, p.66-67).

$$j\text{산업의 후방연관효과} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}} = \frac{n \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}} \quad (2)$$

전후방연관효과를 <시나리오1>과 <시나리오2>에 대하여 분석한 결과는 다음 <표 4>와 같다.

〈표 4〉 전후방연관효과

산업구분	시나리오 1				시나리오 2				
	전방 (감응도계수)	순위	후방 (영향력계수)	순위	전방 (감응도계수)	순위	후방 (영향력계수)	순위	
1	농림수산물	0.503	24	1.073	6	0.514	26	1.064	10
2	광산품	0.527	23	0.954	17	0.537	24	0.948	19
3	음식료품	0.979	9	1.077	5	1.016	10	1.118	5
4	섬유 및 가죽제품	0.765	13	1.033	11	0.780	14	1.058	11
5	목재 및 종이제품	0.987	7	1.040	9	1.073	7	1.039	14
6	인쇄 및 복제	0.640	17	1.053	7	0.653	18	1.071	7
7	석유 및 석탄제품	0.000	25	0.000	25	1.174	6	0.598	26
8	화학제품	1.128	4	1.015	13	1.809	2	1.047	12
9	비금속광물제품	0.731	14	1.007	14	0.718	17	1.010	15
10	제1차 금속제품	0.000	25	0.000	26	0.000	27	0.000	27
11	금속제품	0.975	10	1.157	2	0.969	11	1.201	2
12	일반기계	0.706	16	1.131	3	0.725	16	1.170	3
13	전기 및 전자기기	0.786	12	0.928	19	0.806	13	0.951	18
14	정밀기기	0.578	21	1.039	10	0.593	22	1.068	8
15	수송장비	0.000	25	0.000	27	0.000	27	0.000	27
16	기타 제조업제품	0.613	19	1.105	4	0.627	21	1.138	4
17	전력, 가스 및 수도	0.000	25	0.000	28	0.000	27	0.000	27
18	건설	0.569	22	1.019	12	0.584	23	1.068	9
19	도소매	1.217	3	0.856	20	1.260	4	0.872	21
20	음식점 및 숙박	1.027	6	1.047	8	1.055	8	1.074	6
21	운수 및 보관	0.608	20	0.762	24	0.628	20	0.770	25
22	통신 및 방송	0.879	11	0.939	18	0.902	12	0.960	17
23	금융 및 보험	1.061	5	0.846	21	1.188	5	0.889	20
24	부동산 및 사업서비스	1.682	2	0.782	23	1.738	3	0.800	23
25	공공행정 및 국방	0.000	25	0.000	29	0.519	25	0.799	24
26	교육 및 보건	0.624	18	0.802	22	0.639	19	0.817	22
27	사회 및 기타서비스	0.718	15	0.955	16	0.736	15	0.975	16
28	기타	0.987	8	1.422	1	1.020	9	1.456	1
29	기후변화산업	4.710	1	0.959	15	3.738	1	1.043	13

<표 4>에서는 <시나리오1>과 <시나리오2>에 의한 기후변화산업의 전방연관효과(감응도계수) 및 후방연관효과(영향력계수) 결과를 보여준다. 일반적으로 전방연관효과는 해당 산업부문의 생산물이 다른 산업부문의 생산과정에서 중간재로 사용되는 경우가 많을수록 높게 나타난다. 반면, 후방연관효과는 해당 산업 부문의 생산과정에서 국산 중간재의 투입이 많을수록 높게 나타난다.

먼저 기후변화산업의 전방연관효과는 <시나리오1>과 <시나리오2>에서 각각 4.710과 3.738로서 1위를 기록하였다. <시나리오1>에서는 '부동산 및 사업서비스'와 도소매가 기후변화산업에 이어 2위와 3위를 차지했다. <시나리오2>에서는 '화학제품'과 '부동산 및 사업서비스'가 마찬가지로 기후변화산업에 이어 각각 2위와 3위를 기록했다. 반면, 후방연관효과는 <시나리오1>과 <시나리오2>에서 각각 0.959와 1.043으로서 15위와 13위를 차지하였다. 또한 두 시나리오에서 공통적으로 '기타', '금속제품' 그리고 '일반기계'가 각각 1위, 2위 그리고 3위를 기록했다. 이를 종합하면 기후변화산업은 비기후변화산업에 비하여 상대적으로 전방연관효과가 크게 나타남을 보여 주고 있는데 이는 해당 산업 부문의 생산물이 다른 산업부문의 생산과정에서 중간재로 사용되는 경우가 많은 산업물이라고 할 수 있다.

IV. 결 론

한국 경제는 지난 금융위기 이후 지속되는 경기 침체와 저조한 고용율을 보이고 있으며 동시에 기후변화로 인한 경제적 손실이 발생하고 있고 따라서 기후변화 관련 산업에 대한 수요가 증대되고 있다. 이에, 기후변화산업의 중요성이 증가하고 있어 이 산업에 대한 투자를 포함한 최종수요 발생 시 부가가치와 취업 등에 대한 경제적 파급효과를 살펴보는 것은 매우 의미있는 연구라고 할 수 있다.

기존의 국내외 연구들을 살펴보면 기후변화산업에 근거한 분류라기보다, 환경 또는 녹색산업 등의 일반적 개념에 기초한 분류이거나, 온실가스 배출과 밀접하게 관련된 기후변화산업 가운데 신재생에너지산업과 같이 특정 산업부문을 포함하고 있다. 기후변화산업의 범위에 단순히 신재생에너지 부문만 포함하는 것은 매우 좁은 의미의 정의라고 볼 수 있다. 왜냐하면 단순히 신재생에너지 부문만 기후변화산업으로 정의한다면 추후 관련 정책을 실시함에 있어서 이들 산업만 포함하는 정책을 사용하게 되고 따라서 정부정책이 신재생에너지 부문만 고려하는 좁은 범위의 기후변화 대책이 되기 쉽다.

이러한 배경 하에서 본 연구에서는 기존의 연구들을 살펴보고 새롭게 기후변화산업을 정의(<시나리오1>, <시나리오2>)한 뒤 기후변화산업의 일자리 창출 및 경제적 파급효과를 정량적으로 분석하기 위해서 전통적으로 많이 사용되고 있는 산업연관분석을 실시하였다.

본 연구에서는 자기 산업을 제외한 다른 산업에 대한 효과를 더욱 정밀하게 분석하기 위해 내생부분에 속해 있는 기후변화산업을 외생부분으로 분리하여 외생화 분석을 실시한다. 이는 관심 산업인 기후변화산업을 내생부분으로부터 분리하여 외생부분으로 추출함으로써 자기 산업을 제외한 내생부분의 다른 산업부분에 미친 효과를 보다 정밀하게 분석한 것이다.

<시나리오1>과 <시나리오2>에 의한 분석 결과에 따르면 두 경우 모두에서 기후변화산업이 비(非)기후변화산업에 비해 생산유발, 부가가치 유발 그리고 취업유발효과가 큰 것으로 나타났다. 반면, 고용유발효과의 경우에는 <시나리오1>과 <시나리오2> 모두에서 기후변화산업이 상대적으로 작게 나타났다.

한편, 기후변화산업의 산업간 연관효과에 있어서는 <시나리오1>과 <시나리오2> 모두에서 전방연관효과는 높게 나타났다. 이는 기후변화산업의 생산물이 타 산업의 생산과정에서 중간재로 빈번하게 사용되는 것으로 해석할 수 있다. 반면, 상대적으로 후방연관효과는 낮게 나타났는데 이는 기후변화산업의 생산 과정에 국산 중간재의 투입이 타 산업에 비해 상대적으로 적은 것으로 볼 수 있다.

본 연구결과를 환경, 녹색, 신재생에너지산업 등 기존 연구결과 비교하면 다음과 같다. 먼저, 환경산업(통계청, 2014)과 비교할 때 생산 및 부가가치유발효과에 있어서 유사하나, 취업유발효과는 높고, 고용유발효과는 낮다. 다음으로 녹색산업(Kang, 2011)과 비교하면, 생산, 부가가치, 취업유발효과는 높은 반면, 고용유발효과는 유사한 수준이다. 마지막으로 신재생에너지산업의 경우 진상현·김성욱(2011)의 생산유발효과는 높고, 홍준석 외(2012)의 생산유발효과보다는 낮게 나타났다. 이상의 차이는 각 연구의 산업 분류와 분석방법상의 차이에 기인한다.

이상의 결과가 보여주는 바와 같이, 한국의 기후변화산업은 거시 경제적 측면에서 비(非)기후변화산업과 비교해서 상대적으로 큰 파급효과를 가져온다. 이는 오늘날 한국이 직면하고 있는 기후변화 문제에 효과적으로 대응하고 장기화하는 경기침체를 극복하기 위해 기후변화산업을 선정하고 새로운 성장동력 산업으로 집중 육성할 필요가 있음을 시사한다. 이를 통해 글로벌 기후변화산업 시장을 선점하고 R&D와 기술 개발을 기반으로 하여 다른 산업들과 융합이 가능한 기후변화산업의 활성화를 통해 창조 경제 실현에 기여할 수 있다. 특히 기후변화산업 육성을 통해 일자리 창출과 경제적 파급효과를 기대할 수 있을 것이다.

다만, 결과해석상에 있어서 동 분석 방법이 가지는 특징과 한계점을 이해할 필요가 있다. 먼저, Kang(2011)에서와 같이 본 연구에서 보여주고 있는 일자리 창출 및 경제적 파급효과는 투자 증분에 의한 순수한 효과라고 보기 어렵다. 가령, 기후변화산업에 대한 투자 등의 최종수요가 발생할 경우 동일한 정부 재정 하에서 비(非)기후변화산업에 대한 투자를 구축하는 효과를 야기할 수 있지만 동 분석에서는 암묵적으로 이러한 구축효과를 고려하지 않았다. 따라서 이는 보 연구에서 도출된 결과가 상대적으로 과대 추정되었을 수도 있음을 의미한다.

그러나 동 연구에서 사용하고 있는 산업연관분석이 본질적으로 정태적 분석 방법이기 때문에 결과에서 제시하고 있는 일자리 창출을 비롯한 각종 경제적

과급효과가 과소 추정되었을 가능성도 있다(Kang, 2011, p.149). 즉, 기후변화 산업에 대한 지출증가는 시간의 경과에 따라 각종 과급유발 계수 값의 변화를 유발할 수 있음에도 불구하고, 향후 발생 가능한 요인에 의한 파라미터의 변화는 반영되지 못하므로 해석상의 주의가 요구된다.

또한, 동 연구에서는 기후변화산업에 투자를 비롯한 최종수요가 발생할 경우 거시 경제적 과급효과가 얼마나 되는지는 보여주지만, 환경 개선의 효과는 고려하지 않았다. 즉, 기후변화산업에 대한 투자가 향후 가져올 수 있는 온실 가스 감축 및 저감 등의 경제적 가치는 반영하지 못하고 있다. 환경 개선 등에 관한 효과를 반영할 수 연구는 동 연구의 주제를 벗어난 것이므로 향후 추가적인 연구과제로 남겨둔다.

접수일(2014년 12월 30일), 게재확정일(2015년 3월 5일)

◎ 참 고 문 헌 ◎

- 강성진. 2012. “거대한 기후변혁의 시기 - 더 이상 환경문제에서 자유로울 수 없다”, 『미래한국의 선택 글로벌 상생』, 동아일보사.
- 기상청. 2012. 『한반도 기후변화 전망보고서』, 기상청.
- 박근혜. 2013. “녹색기후기금(GCF) 사무국 출범식 축하” (검색일: 2014.6.27.)
[http://www1.president.go.kr/news/newsList.php?srh\[view_mode\]=detail&srh\[seq\]=360](http://www1.president.go.kr/news/newsList.php?srh[view_mode]=detail&srh[seq]=360).
- 소방방재청. 2013. 『재해연보』, 자연재난 발생현황, e나라지표.
- 저탄소 녹색성장 기본법(법률 제10599호), [시행 2012.4.15] [타법개정 2011.4.14.]
- 진상현·김성욱. 2011. “신재생에너지 보급사업의 에너지원별 산업파급효과에 관한 연구”, 『자원환경경제연구』, 제20권, 제2호, pp309~333.
- 통계청·환경부. 2014. “환경산업 특수분류 v.2” (검색일: 2014.7.28.)
http://kssc.kostat.go.kr/ksscNew_web/index.jsp#.
- 한국은행. 2011a. 『2009년 산업연관표』 .
_____. 2011b. 『2009년 산업연관표해설』 .
- 한국환경정책·평가연구원. 2013. 『기후변화 대응 및 에너지 정책패러다임 전환을 위한 미래 사회 비전 마련 연구』, 온실가스종합정보센터.
- 홍준석·박성환·박중구. 2012. “한국 기후산업의 경제적 파급효과에 관한 연구 - 신재생 에너지산업을 중심으로”, 『에너지공학』, 제21권 제1호, pp109~117.
- Climate Change Business Journal[CCBJ]. 2014. “Climate Change Industry,” Environmental Business International Inc.[EBI], retrieved from
<http://www.climatechangebusiness.com/industry_segments> on July 30th, 2014.
- Environmental Business International Inc.[EBI]. 2014. “Environmental Industry,” retrieved from
<<http://ebionline.org/environmental-industry-segments>> on July 30th, 2014.
- Kang, Sung Jin. 2011. “Economic Spillover Effects of Green Industry,” “Hypothetical

Approach to Green Growth Policy's Spillover Effects,” in Green Growth: Green Industry and Green Job, NRCS and Daonad.

Miller, Ronald E., and Peter D. Blair. 1985. Input-output Analysis: Foundations and Extensions, New Jersey: Prentice-Hall.

The Organisation for Economic Co-operation and Development[OECD]. 2013. “CO₂ Emissions from Fuel Combustion,” Environment: Key Tables from OECD, No.1. doi: 10.1787/co2-table-2013-1-en.

The Organisation for Economic Co-operation and Development[OECD] and Eurostat. 1999. The Environmental Goods and Services Industry: Manual for Data Collection and Analysis, OECD Publishing. doi: 10.1787/9789264173651-en.

United Nations Industrial Development Organization[UNIDO]. 2011. UNIDO Green Industry: Policies for Supporting Green Industry, Vienna: UNIDO.

Westphal, Michael, Gordon Hughes and Jörn Brömmelhörster(Eds). 2013. Economics of Climate Change in East Asia, Manilla: Asian Development Bank.

〈부록〉 외생화 과정¹³⁾

동 연구에서는 내생부문에 포함되어 있는 기후변화산업을 외생화 함으로써 내생부문에 미치는 경제적 파급효과를 추정하였다. 이는 기후변화산업에 최종 수요 발생 시 자기산업에 미칠 수 있는 영향을 배제함으로써 다른 산업 부문에 미치는 순수한 효과를 추정하기 위함이다(Miller and Blair, 1985, pp.437-444). 이를 위해 우리가 관심 있는 기후변화산업의 열과 행을 외생부문으로 포함시켜야 한다. 논의를 단순화하기 위해 3개 부문의 경제 만 존재하고 각 부문의 수입액이 없다고 가정할 때 외생화 과정을 수식으로 전개하면 다음 식(1') ~ (3')과 같다.

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + Y_1 = X_1 \quad (1')$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + Y_2 = X_2 \quad (2')$$

$$a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 + Y_3 = X_3 \quad (3')$$

$a_{i,j}$: j 재 한 단위를 생산하기 위한 i 재 투입단위(투입계수)

X_i : i 부문의 산출액

Y_i : i 부문의 최종수요액

위 식을 이항 정리하면, 다음 3×1 형태의 식 (4'), (5')를 도출할 수 있다.

13) 외생화 과정과 관련하여 자세한 설명은 한국은행(2011b, pp.133-135) 또는 Miller and Blair(1985, pp.437-444)를 참조

$$\begin{bmatrix} (1-a_{11}) & -a_{12} & 0 \\ -a_{21} & (1-a_{22}) & 0 \\ -a_{31} & -a_{32} & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ Y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & a_{13} \\ 0 & 1 & a_{23} \\ 0 & 0 & -(1-a_{33}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ X_3 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ Y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 \\ a_{12} & a_{22} & 0 \\ \beta_1 & \beta_2 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & a_{13} \\ 0 & 1 & a_{23} \\ 0 & 0 & -(1-a_{33}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ X_3 \end{bmatrix} \quad (5)$$

여기서 외생화하기 위해서는 위 식(3')을 제거하는 과정이 필요하며, 식(5')의 X_1 과 X_2 를 Y_1, Y_2 , 그리고 X_3 로 표현하면 다음 2×1 형태의 식 (6') 및 (7')과 같다.

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{12} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & a_{13} \\ 0 & 1 & a_{23} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ X_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{12} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1 + a_{13}X_3 \\ Y_2 + a_{23}X_3 \end{bmatrix} \quad (6')$$

$$X^e = (I - A^e)^{-1} (Y^e + A_3^e X_3) \quad (7')$$

X^e : 특정 산업부문을 제외한 나머지 부문의 산출량

$(I - A^e)^{-1}$: 특정 산업부문의 열과 행을 제외한 레온티에프 역행렬

Y^e : 특정 산업부문을 제외한 나머지 부문의 최종수요액

A_3^e : 특정 산업부문을 제외한 나머지 투입계수행렬

X_3 : 특정 산업부문의 산출액

다른 산업부문의 최종수요가 일정하다고 가정하면, 위 (7')식의 산출량 변화율은 다음 식(8')과 같이 나타낼 수 있다.

$$\Delta X_e = (I - A^e)^{-1} (A_3^e \Delta X_3) \quad (8')$$

위 식(8')은 특정산업 부문에 투자(최종수요)가 한 단위 증가했을 때, 자기 산업을 제외한 나머지 산업에 대한 간접 파급효과만을 포함하고 있다. 본 연

구에서는 특정산업 부문이 자기산업에 미치는 생산유발효과를 1로 가정하고, 위 식(8')에 단위행렬을 포함하여 다음 식(9')를 도출하였다.

$$\Delta X = [(I - A^e)^{-1} A_3^e + 1] \Delta X_3 \quad (9')$$

X : 특정산업 및 다른 산업의 산출량

〈부표1〉 경제적 파급유발계수(시나리오1)

(단위: 원, 명/10억원)

산업부문		생산유발	부가가치유발	취업유발	고용유발	
기후 변화 산업	다 른 산 업 부 문	1 농림수산물	0.001	0.000	0.034	0.032
		2 광산물	0.001	0.000	0.003	0.003
		3 음식료품	0.013	0.003	0.039	0.029
		4 섬유및가죽제품	0.003	0.001	0.021	0.018
		5 목재및종이제품	0.005	0.001	0.020	0.017
		6 인쇄및복제	0.002	0.001	0.018	0.013
		7 석유및석탄제품	0.000	0.000	0.000	0.000
		8 화학제품	0.024	0.007	0.083	0.079
		9 비금속광물제품	0.013	0.004	0.041	0.038
		10 제1차금속제품	0.000	0.000	0.000	0.000
		11 금속제품	0.026	0.007	0.131	0.112
		12 일반기계	0.011	0.003	0.053	0.049
		13 전기및전자기기	0.006	0.001	0.012	0.011
		14 정밀기기	0.003	0.001	0.015	0.014
		15 수송장비	0.000	0.000	0.000	0.000
		16 기타제조업제품	0.004	0.001	0.026	0.020
		17 전력가스및수도	0.000	0.000	0.000	0.000
		18 건설	0.004	0.002	0.040	0.039
		19 도소매	0.029	0.017	0.677	0.318
		20 음식점및숙박	0.009	0.003	0.189	0.093
		21 운수및보관	0.006	0.004	0.044	0.039
		22 통신및방송	0.008	0.004	0.022	0.022
		23 금융및보험	0.021	0.012	0.104	0.103
		24 부동산및사업서비스	0.042	0.029	0.329	0.301
		25 공공행정및국방	0.000	0.000	0.000	0.000
		26 교육및보건	0.004	0.003	0.062	0.057
		27 사회및기타서비스	0.005	0.003	0.083	0.051
		28 기타	0.017	0.000	0.000	0.000
간접유발(i)		0.259	0.108	2.048	1.459	
직접유발(ii)		1.000	0.326	9.313	3.235	
합계(i+ii)		1.259	0.433	11.361	4.694	
비(非)기후변화산업	간접	0.179	0.044	0.997	0.357	
	직접	1.000	0.343	6.901	5.595	
	합계	1.179	0.387	7.898	5.952	

〈부표2〉 경제적 파급유발계수(시나리오2)

(단위: 원, 명/10억원)

산업부문		생산유발	부가가치유발	취업유발	고용유발	
기후변화산업	다른 산업부문	1 농림수산물	0.002	0.001	0.000	0.048
		2 광산품	0.000	0.000	0.000	0.001
		3 음식료품	0.018	0.005	0.002	0.053
		4 섬유및가죽제품	0.003	0.001	0.000	0.024
		5 목재및종이제품	0.007	0.002	0.001	0.028
		6 인쇄및복제	0.001	0.001	0.000	0.013
		7 석유및석탄제품	0.048	0.010	0.005	0.008
		8 화학제품	0.058	0.012	0.009	0.114
		9 비금속광물제품	0.006	0.002	0.001	0.020
		10 제1차금속제품	0.000	0.000	0.000	0.000
		11 금속제품	0.022	0.006	0.000	0.112
		12 일반기계	0.011	0.003	0.001	0.055
		13 전기및전자기기	0.007	0.001	0.002	0.014
		14 정밀기기	0.003	0.001	0.000	0.018
		15 수송장비	0.000	0.000	0.000	0.000
		16 기타제조업제품	0.006	0.002	0.000	0.036
		17 전력가스및수도	0.000	0.000	0.000	0.000
		18 건설	0.002	0.001	0.000	0.020
		19 도소매	0.033	0.019	0.001	0.776
		20 음식점및숙박	0.007	0.003	0.001	0.144
		21 운수및보관	0.009	0.006	0.000	0.059
		22 통신및방송	0.008	0.003	0.000	0.021
		23 금융및보험	0.023	0.013	0.000	0.118
		24 부동산및사업서비스	0.044	0.030	0.003	0.357
		25 공공행정및국방	0.001	0.001	0.000	0.010
		26 교육및보건	0.004	0.003	0.000	0.057
		27 사회및기타서비스	0.004	0.002	0.000	0.069
		28 기타	0.013	0.000	0.000	0.000
간접유발(i)		0.342	0.126	0.028	2.175	
직접유발(ii)		1.000	0.354	11.774	3.1126	
합계(i+ii)		1.342	0.480	13.949	4.669	
비(非)기후변화산업	간접	0.119	0.032	0.800	0.272	
	직접	1.000	0.330	6.408	5.283	
	합계	1.119	0.362	7.207	5.554	

ABSTRACT

Economic Spillover Effects of Climate Change Industry

Tae Yong Jung*, Sung Jin Kang**, Yong Woon Chung***

Countries have recognized the need to shift towards a new paradigm that helps both address climate change and sustain economic development. This paper newly defines the climate change industry which is different from the current definition of renewable energy industries, and compares the economic effect of investment of the climate change industry with the non-climate change industry using the 2009 Input-Output Table. The findings of the model under exogenous specification suggest that production, value-added, and worker inducing effects for the climate change industry are greater than others. Meanwhile, the forward linkage effect of the climate change industry is greater, but the backward linkage effect is smaller than that of others. Therefore, it is expected that developing the climate change industry as a new growth engine will help respond to climate change and achieve growth targets during recession.

Key Words: Climate Change Industry; Economic Spillover Effects;
Input-Output Analysis; Exogenous Specification

JEL: E6; J6; Q0; Q2

* Professor, Graduate School of International Studies, Yonsei University(main author).
tyjung00@yonsei.ac.kr

** Professor, Department of Economics, Korea University. Adjunct Professor, Green
School, KU·KIST(corresponding author). sjkang@korea.ac.kr

*** Ph.D. Student, Department of Economics, Korea University. rubz@korea.ac.kr