

폐기물처분부담금 부과가 산업별 생산과 고용에 미치는 일반균형효과: ORANI CGE모형을 통한 시나리오 분석*

A Scenario Analysis of the General Equilibrium Effect of Waste Final Disposal Charge on Production and Employment by Industries Using ORANI CGE Model

이효창** · 김금수***

Hyochang Lee · Geumsoo Kim

요약: 현행 처분부담금 부과 목표는 높은 재활용율을 포함하는 사회적으로 바람직한 매립체계를 달성하는 것이다. 부담금부과는 사회적으로 이득이지만 기업에는 재무적 부담이 된다. 본 연구는 ORANI CGE(Computable General Equilibrium) 모형을 이용하여 처분부담금이 산업별 생산 및 고용에 미치는 일반균형효과를 분석한다. 시나리오 분석을 통해 1차금속 산업, 용수 및 폐수처리 산업 및 재활용 산업이 부담금에 의해 가장 크게 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다. 그러나 경제전체의 전반적인 효과는 재활용 산업이 생산 및 고용에 미치는 긍정적인 효과 때문에 제한적이라는 것을 알 수 있었다.

핵심주제어: 폐기물처분부담금, CGE, 일반균형, 조세귀착, 시뮬레이션

Abstract: The objective of the present practice of charging for final waste disposal is to attain a socio-economically desirable landfill system that incorporates a high recycling rate. Imposing the charge brings forth environmental benefits to society, but at the same time it entails a financial cost to firms. This research analyses the general equilibrium effect of the final waste disposal charge on the production and employment by industries using the ORANI CGE (Computable General Equilibrium) model. A scenario analysis showed that the primary metal industry, the service industries for water and waste-water, recycled goods are most influenced by the charge, but that the economy-wide overall effect is minimal because of positive effects on the recycling industry in terms of production and employment.

Key Words: Final Disposal Charge, CGE, General Equilibrium, Tax Incidence, Simulation

* 이 논문은 2016년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2016S1A5B5A07918197).

** 제1저자, 한국외국어대학교 외래교수

*** 교신저자, 호서대학교 글로벌통상학과 교수

I. 서론

2016년 「자원순환기본법」이 국회심의를 통과하고 2018년 시행되기에 이르렀다. 「자원순환기본법」은 기존의 「폐기물관리법」, 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」을 발전적으로 통합한 것이라고 볼 수 있는데, 순환자원인정제 (동법 제9조), 자원순환목표관리제 (동법 제14조), 폐기물 처분부담금 (동법 제21조)을 주요 제도로 담고 있다. 이 중 폐기물처분부담금은 “순환이용할 수 있음에도 불구하고 소각 또는 매립의 방법으로 폐기물을 처분하는 경우” 최종처분되는 폐기물에 대해 처분량에 비례해 부과함으로써 재활용 등 순환이용을 촉진하고 처녀자원의 사용량을 억제하고자 하는 경제적 유인제도이다. 기존의 폐기물관련 경제적 유인제도인 폐기물부담금은 일부품목을 대상으로 생산단계에서 부과되는 반면 폐기물처분부담금은 최종처분되는 모든 폐기물에 부과된다는 점에서 폐기물 부담금과 확연한 차이를 갖는다. 재화생산에 투입된 모든 물질은 결국 소각 또는 매립을 통해 최종처분될 수밖에 없으므로 그 영향의 범위가 광범위하다는 점에 주목할 필요가 있다.

재화의 생산과 소비과정에서 발생하는 폐기물은 중간처리를 거쳐 일부 재활용되고 나머지는 최종처분된다. 폐기물처리 서비스 시장에서 일반기업은 수요자이다. 폐기물처분단계에서 부과되는 폐기물처분부담금은 국가에 따라 수요자에게 부과될 수도 있고 공급자에게 부과될 수도 있다(대체로 일본은 수요자에게 부과되는 반면 유럽 여러 나라는 공급자에게 부과되고 있다). 그러나 이론적인 관점에서 수요자, 공급자 중 어느 쪽에 부과되든 종국적인 부담 (일종의 조세귀착)은 동일하다. 폐기물의 최종처분 단계에서 부과된 폐기물처분부담금은 최종·중간처리 서비스시장을 거쳐 결국 관련 재화의 가격변화를 통해 그 재화의 소비자에게까지, 나아가 산업간 전후방 연관관계를 통해 경제전체에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 과정을 통해 처녀자원의 사용량 억제, 소각, 매립 등의 최종처분량 감소를 통하여 환경적 편익을 만들어낸다. 그러나 동시에 재화생산비용을 증가시켜

산업전체적으로 생산 및 고용이 감소할 수도 있다.¹⁾ 본고는 폐기물처분부담금의 부과가 우리 경제의 각 산업에 미치는 일반균형적 효과, 즉 각 산업의 생산, 고용 및 가격에 미치는 효과를 분석하는데 목적이 있다. 다만 처분부담금 요율과 재활용수요에 대한 일련의 가정을 바탕으로 진행되는 시뮬레이션 분석이라는 한계를 가지고 있다.

폐기물처분부담금(혹은 매립세)의 일반균형효과에 대한 국내외의 연구는 매우 드물다. 백민지 등(2015)은 산업연관표를 이용하여 폐기물 처리 및 자원재활용서비스 부문의 외생적 변화가 경제전체에 미치는 영향을 분석하였다. 구체적으로 폐기물 처리 및 자원재활용서비스 부문에서 생산 혹은 투자가 1원 외생적으로 증가하면 경제전체적으로 생산이 1.9324원(부가가치는 0.7217원) 증가하는 것으로 분석하였다. 또 폐기물 처리 및 자원재활용서비스 부문에서 가격이 10% 외생적으로 증가하면 경제전체적으로 물가가 0.0699% 증가하는 것으로 분석하였다. 그러나 이 같은 가격변화가 여타 부문의 생산 및 고용에 미치는 영향을 분석하지는 않았다. 이것은 산업연관분석에서 투입-산출계수가 고정되어 있는 이른바 레온티에프 생산기술을 가정하고 있고, 경제주체의 합리적 반응과 시장을 통한 조정과정 등이 결여되어 있기 때문에 받아들일 수밖에 없는 결과이다. 환경부(2015)는 전문가대상 설문조사를 바탕으로 최종처분부담금 부과에 따른 매립-재활용 탄력도를 계산한 후 부담금부과의 사회적 편익과 세수를 계산하였다. 또, 산업연관표를 활용해 최종처분부담금 부과가 각 산업의 생산 및 고용에 미치는 효과도 계산하였으나 앞서 지적한 백민지 등(2015) 연구와 동일한 연구의 한계를 가지고 있다고 할 수 있겠다. Okushima and Yamashita(2005)는 CGE 모형을 통해 일본의 산업폐기물세(매립세에 해당됨)가 각 산업의 생산, 폐기물배출량 및 재활용량에 미치는 효과를 분석했다. 구체적으로 14개 부문의 원산업(primary industry)과 4개 부문의 에너지산업이 9개의 재활용가능한 폐기물²⁾을 배출하며, 원산

1) 이때 기업이 부담하는 부담금납부액 자체는 사회적 관점에서 비용은 아니다. 진정한 의미의 비용은 오히려 재화생산 비용증가로 인한 생산 및 고용감소라고 할 수 있다.

2) 구체적으로, 섬유폐기물; 슬래그; 플라이애쉬(fly ash); 유리조각; 동식물 잔류물;

업 중 7개 부문³⁾에서 재활용산업(secondary industry)이 존재하여 원산업과 경쟁하는 것으로 가정하였다. 최종처분단계에서 부과되는 산업폐기물세는 원산업제품의 가격을 상승시키며 이는 가격대체효과를 통해 재활용제품의 수요를 증가시키는 것으로 보았다. 이 같은 효과를 통해 종이·펄프, 비철금속, 세라믹 산업의 경우는 산업폐기물세의 부과가 오히려 생산을 증가시킨다는 결과를 얻었다. 그러나 이들의 분석은 분석대상 폐기물을 9종류에 한정된 것과 최종처분전 중간처리과정의 분석을 생략하는 등의 한계를 가지고 있다.

본 연구는 기존의 산업연관표에서 가정하고 있는 30개 산업부문에서 폐기물처리업과 자원재활용처리업을 분리하여 32개의 산업을 갖는 것으로 가정하였으며, 호주에서 개발한 ORANI CGE 모형(Dixon et al., 1982)을 우리의 데이터 실정에 맞게 변환한 응용 ORANI CGE 모형(강동관 등, 2013)을 적용하여 분석하였다. 선진사례 및 선행연구를 참조하여, 폐기물 톤당 10,000원에서 100,000원의 폐기물처분부담금이 일차적으로 폐기물처리업에 부과되며, 이는 동시에 자원재활용처리업의 수요를 1,000억원에서 9,000억원 늘리는 상황을 상정하였다. 이것의 일반균형적 효과는 대부분의 산업부문에서 생산과 고용을 줄이는 것으로 분석되었으나 그 크기는 미미하였다. 노동집약적인 산업부문의 어떤 경우는 부담금부과가 생산과 고용을 오히려 늘리는 것으로 분석되었는데, 이는 자원재활용처리업의 수요가 증가한 때문인 것으로 파악된다.

논문의 진행순서를 소개하면 다음과 같다. 제2절에서는 최종처분부담금제에 대한 개괄적 소개와 더불어 그것의 일반균형적 효과를 이론적으로 고찰해본다. 제3절은 최종처분부담금의 크기와 자원재활용산업의 수요증가액에 대한 시나리오를 설정한 후 CGE 모형을 통해 폐기물처분부담금의 일반균형적 효과를 계산해본다. 마지막으로 제4절은 논의내용을 간략히 요약한 후 분석의 한계와 향후과제를 정리한다.

폐지; 유리병; 고철; 비철 조각을 말한다.

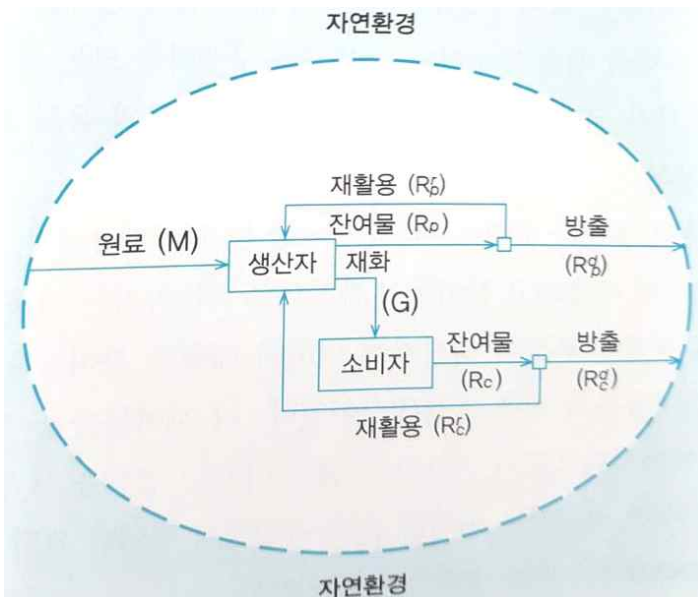
- 3) 구체적으로, 폐섬유, 폐광물, 동식물잔여물, 폐지, 유리병, 철슬래그, 비철슬래그 재활용 산업을 말한다.

II. 폐기물처분부담금의 귀착(incidence)⁴⁾

1. 폐기물처분부담금제도의 소개

재화생산을 위해 자연계에서 경제계로 유입된 자연자원은 생산과 소비 과정에서 폐기물을 발생시키며 그 일부는 재활용되나 결국 자연계로 최종 처분되는 과정을 밟는다. 자연계에 유입된 폐기물은 물리화학적 과정을 거쳐 다시 경제계로 유입될 수 있는 상태가 된다. 본고의 분석대상인 최종 처분부담금은 경제계에서 이루어지는 폐기물의 최종처분단계에서 부과된다. 반면 폐기물부담금은 생산단계에서 부과된다(아래 <그림 1> 참조).

<그림 1> 물질의 순환적 흐름



자료출처: Field and Field, 2013, 『환경경제학』, (한택환·김금수·임동순·홍인기 공역), p.27에서 인용

폐기물처분부담금(혹은 매립세, 소각세라고 불리기도 함)이 폐기물의 최종처분단계에서 부과된다고 하였으나, 구체적인 납부자는 그 폐기물을 배

4) 조세(tax) 등의 부담이 관련 주체에게 최종적으로 지워지는 과정을 일컫는다.

출한 주체일 수도 있고, 폐기물을 최종처분시설에 반입하는 주체일 수도 있으며, 폐기물을 최종처분하는 주체일 수도 있는 등 각 나라의 제도에 따라 다양하다. 일본의 경우 대체로 폐기물을 최종처분시설에 반입하는 주체가 납부하는 반면 유럽 대부분의 경우는 폐기물을 최종처분하는 주체가 납부한다. 징수주체 또한 상이하여 일본의 경우 최종처분시설의 운영주체가 반입주체에게 부과하여 지자체에게 납부하는 반면 유럽 대부분의 국가의 경우는 중앙정부가 최종처분시설의 운영주체에게 징수하고 있다. 이와 같이 다양한 제도가 존재하지만, 이상적으로 작동되는 시장을 가정한다면 중간 및 최종처리 서비스 시장의 연쇄적 가격변화를 통해 모든 제도가 관련 주체에게 동일한 결과를 만들어낸다(Browning and Zupan, 1996).

2. 최종처분부담금의 귀착

재화의 생산 및 소비과정에서 배출된 폐기물은 그 일부가 재활용되고 나머지는 자연계에 최종처분된다. 또 그 재활용된 물질도 시간이 걸리지만 결국은 자연계에 최종처분된다. 따라서 최종처분단계에서 부과되는 최종처분부담금은 결국 모든 생산자(일반기업)에게 관련 시장의 가격변화를 통해 그 부담금의 일부가 전가(transfer)⁵⁾된다. 여기서 관련 시장이란 중간처리 및 최종처리 서비스 시장을 말한다. 생산과정에서 발생된 폐기물은 배출기업이 직접 최종처리시설(소각 또는 매립시설)에 반입할 수도 있지만, 일반적으로는 중간처리를 거쳐 일부 재활용된 후 그 나머지가 최종처리시설에 반입된다. 이렇듯 폐기물처리 서비스 시장은 중간처리시장과 최종처분시장으로 구분되는데, 중간처리시장에서의 서비스수요자는 배출기업인 반면 최종처분시장에서의 서비스수요자는 중간처리기업(또는 제도에 따라 배출기업)이 된다. 이 같은 맥락에서 중간처리기업은 한편으로 서비스공급자이면서 다른 한편으로 서비스수요자이기도 하다. 이미 설명한 대로 최종처분부담금이 부과되는 방식은 나라마다 다른데, 우리는 편

5) 조세 등의 귀착이 이루어지는 과정에서 한 주체에서 다른 주체에게 부담의 일부가 옮겨가는 것을 말한다.

의상 최종처분시설에 폐기물을 반입하는 주체(즉 최종처리 서비스의 수요자)에게 부과되는 것을 상정하여 분석을 진행한다.

최종처분시장에서 수요자에게 부과된 최종처분부담금은 수요 및 공급 탄력도의 상대적 크기에 따라 양자에게 분담된다. 중간처리업자가 지게 되는 부담액은 다음의 수식으로 표현할 수 있다(Browning and Zupan, 1996).

$$\frac{t\epsilon_s^f}{(\epsilon_s^f + \epsilon_d^f)}$$

위 식에서 t 는 톤당 부과되는 최종처분부담금 요율을 나타내고 ϵ 은 탄력도를 d, s 는 각각 수요와 공급을 나타낸다. 또, f 는 최종처분시장을 나타낸다. 최종처분시장에서 부담을 일부 떠안은 중간처리업자는 이를 중간처리시장에서 수요자(즉 배출사업자 혹은 일반기업)에게 일부를 다시 전가시킨다. 이리하여 최종처분시장에서 부과된 최종처분부담금으로 말미암아 배출기업에게 최종적으로 부담지우는 세액은 다음 식으로 표현할 수 있다.

$$\frac{t\epsilon_s^f}{(\epsilon_s^f + \epsilon_d^f)} \cdot \frac{\epsilon_s^i}{(\epsilon_s^i + \epsilon_d^i)}$$

위 식에서 i 는 중간처리시장을 나타낸다. 가령 모든 탄력도가 0.5 일 때 10,000원의 최종처분부담금이 부과되면 이는 최종적으로 배출사업자(일반기업)에게 폐기물 톤당 2,500원을 부담시킨다는 것을 의미한다. 요컨대 최종처분단계에서 부과된 부담금은 그 일부가 배출기업과 중간처리업자에게 전가되며 폐기물배출량과 최종처분량(소각 및 매립)을 줄이고 재활용량은 늘이는 효과를 갖는다(金子林太郎, 2009).

최종처분부담금 부과의 효과는 폐기물처리시장에만 머무르는 것은 아

니다. 부담금의 일부를 부담하게 된 배출기업은 이를 다시 소비재시장에 일부 전가할 수 있다. 이는 소비자들의 선택에 영향을 미치게 되며 결국 다른 산업의 수요에 영향을 미칠 수도 있다. 생산과 소비과정에서 최종폐기되는 폐기물을 발생시키지 않는 생산기술은 아직 없다. 다시 말하면 최종부담금 부과의 영향에서 벗어나 있는 기업은 없는 셈이다. 또 배출된 폐기물은 결국 최종처분되어 자연계에 폐기되므로 폐기물배출은 환경의 사용을 대리한다고 볼 수 있다. 이런 관점에서 폐기물을 하나의 생산요소로 파악하기도 한다(Sigman, 1996). 폐기물을 하나의 생산요소로 해석한다면 최종처분부담금은 일종의 요소세(factor tax)에 해당한다고 볼 수 있다. 이 같이 폐기물을 하나의 생산요소로 파악한다면 최종처분부담금의 부과는 거의 모든 기업의 요소결합을 변화시킬 수 있으며 이는 산업간에 연결된 복잡한 산업연관관계를 통해 다시 모든 산업에 파급될 수 있다. 이러한 과정은 새로운 일반균형이 달성될 때까지 반복되는 것으로 이해할 수 있다.

III. CGE 모형을 이용한 시뮬레이션

CGE 모형은 산업연관분석과 달리 소비와 생산주체의 합리적 선택(즉, 효용극대화와 비용최소화)과 시장을 통한 연쇄적 조정과정을 포괄하고 있다. 가령, 외부충격에 의해 특정부문에 일시적인 불균형이 발생하면 일단 동부문의 가격이 변화하여 불균형을 해소하고자 한다. 그러나 이는 다시 소비 및 생산주체의 합리적 선택을 변화시켜 새로운 불균형을 낳는다. 이 같은 조정과정은 각 산업부문이 동시에 새로운 균형에 이를 때까지 계속된다.

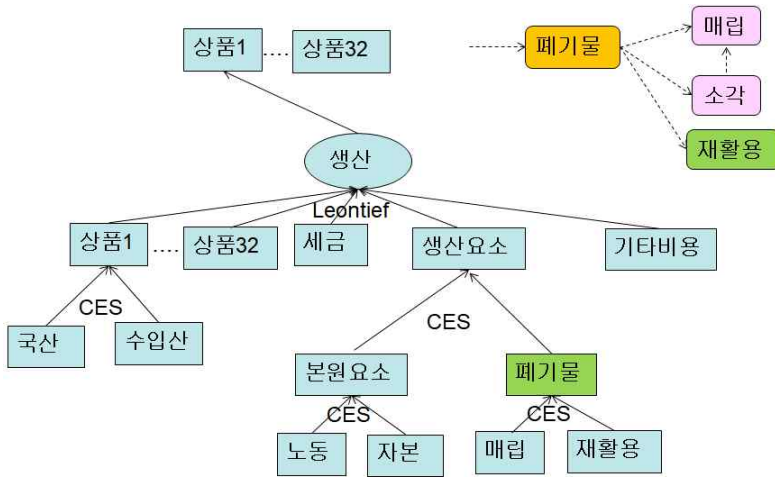
1. ORANI CGE 모형의 소개

우리가 사용하게 될 ORANI CGE 모형은 구체적으로, 가계소비에 있어서

는 Kline-Rubin 효용함수를, 생산함수에 있어서는 CES(Constant Elasticity of Substitution)함수를 사용하고 있는데, 조정과정에서 요소결합 (즉 노동과 자본 고용비율)이 변화된다는 사실은 산업연관분석에서 찾아볼 수 없는 가장 흥미로운 측면이다. 특히 장기적으로 자본의 축적과 기술의 진보로 경제가 성장하고, 이에 따라 노동생산성이 향상되어 실질임금이 증대되는 방향으로 일반균형이 조정된다는 점이 매력적이다.

폐기물 처분부담금은 노동비용, 자본비용과 함께 생산과정에서 발생하는 환경비용이며 시장에서 측정되지 않는 주관적인 사회적 외부비용이 아니라 현재 경제계에서 구매되고 판매되어 투입-산출표에 계상되는 환경비용을 의미한다. 노동-자본과 마찬가지로 생산자는 생산과정에서 부산물인 오염물질을 환경계에 배출하게 되는데 이는 환경이라고 하는 생산요소를 사용한다고 볼 수 있으며, 이에 대한 사용비용을 생산자는 총생산비용으로 인식하게 된다. 폐기물처리비용을 자본비용에서 분리하여 환경비용으로 본원요소의 부가가치를 구성하면 <그림 2>와 같은 생산구조를 갖게 된다. ORANI CGE 모형에서 생산은 중간재, 본원요소, 세금, 기타비용이 레온티에프 생산함수로 구성되어 있다. 폐기물은 생산과정의 부산물로 발생하여 매립·소각되거나 재활용된다. 하지만 Sigman(1996)의 주장처럼 환경이라는 생산요소를 사용하는 것으로 간주한다면, <그림 2>에서 나타난 바와 같이 노동 및 자본의 본원요소와 폐기물을 CES 생산함수로 복합재를 구성할 수 있다. 또는 폐기물 발생에 따른 처분부담금을 외부에서 계산하여 세금의 형태로 충격을 줄 수도 있다.

〈그림 2〉 ORANI CGE 모형의 구조



본 연구에서 사용하게 될 ORANI CGE 모형은 호주 멜버른에 위치한 Center of Policy Studies에서 개발된 ORANIGNM 모형에서 교역재-비교역재의 구분을 없애고, 4가지로 분류된 노동을 하나로 병합하는 등 우리나라의 데이터 실정에 맞게 변형한 응용 CGE 모형이다(강동관 등, 2013). 또 ORANIGNM 모형은 각 산업의 상품별 화물운임과 도소매마진 등의 유통마진을 별도로 계산하지 않고 산업분류 상에 도소매업과 운송업의 직접 흐름(direct flow)으로 처리함으로써 ORANIG 모형을 수정한 것이다. 따라서 ORANIGNM 모형의 총수요액은 기초가격 기준 총공급액과 일치하며 순생산물세는 별도의 행렬에 포함되어 있다. 부가가치에 있어서도 산출물에 대한 순생산세 중 순생산물세를 제외한 기타순생산세만 포함하고 있어 구매자가격 및 생산자가격 기준의 부가가치보다 순생산물세만큼 작다. 즉 기초가격 기준의 부가가치에는 피용자보수, 영업잉여, 고정자본소모, 기타생산세(보조금공제) 만이 포함되며 순생산물세(생산세에서 보조금차감)는 제외된다. GEMPACK은 ORANI CGE 모형을 컴퓨터가 연산할 수 있도록 해주는 소프트웨어인데 GAMS와 함께 CGE 모형을 계산하는 양대산맥이다(Harrison and Pearson, 1996). GEMPACK은 노르웨이 Johansen(1960) 방

식을 따르는데 비선형 CGE모형을 전미분하여 선형모형으로 변환한 후 매트릭스를 조작하는 방법으로 해를 계산한다. 본 연구에서도 ORANI CGE 모형을 GEMPACK 소프트웨어를 통해 컴퓨터를 사용하여 변수의 증가율의 형태로 정책충격을 계산하여 그 효과를 구한다(Horridge, 2000).

2. 데이터 구성

본 연구에 사용된 데이터는 크게 두 종류로 나눌 수 있다. 하나는 2014년 한국은행에서 발표한 2010년 산업연관표의 투입-산출 기초가격 거래표이다. 부속표의 순생산물세표, 고정자본형성표 등은 5년마다 한 번씩 실측표로만 제공되기 때문에 현재로서는 2014년에 발표한 2010 산업연관표가 최신데이터라고 할 수 있다.⁶⁾ 본 연구에서는 폐기물처리, 재활용서비스를 별도로 분리하여 독립된 부문으로 추가함으로써 기존의 30개 부문 KORANIGNM 모형을 32개 부문으로 재조정하였다(손양훈·신동천, 1997; 신동천, 2000). 이를 위해 산업연관표의 161개 소분류를 상향식(bottom-up approach)으로 통합(aggregation)하거나 부문별 분류가 되어 있지 않은 고정자본형성표나 조세표의 경우는 하향식(top-down approach)으로 분해(disaggregation)하였다(〈부표 1〉 및 〈부표 2〉 참조)(Schneider et al., 1990).

다른 하나는 탄력성 등 각종 파라미터의 값이다. 그러나 이러한 파라미터 값을 새로 구하는 것은 어려울 뿐만 아니라 본고의 초점도 아니다. 따라서 우리는 우리나라의 현실경제를 크게 왜곡하지 않는 것으로 판단한 선행연구의 CGE 모형(강동관 등, 2013; 권오상 등, 2012; Horridge, 2013)의 파라미터, 구체적으로 수입재-국산재 Armington탄력성, 변환탄력성, 지출탄력성, Frisch 등을 그대로 사용하였다. 다만, 0.5로 일률적으로 주어진 자본-노동간 대체탄력성(SIGMA1PRIM)은 김성태 등(2011)의 것을 원용하기로 하였다. 호주 ORANIGNM 모형의 각종 탄력성은 물론 호주 경제를 반영한 것이지만 이것을 그대로 우리 경제의 모형에 사용

6) 2015년 산업연관표 실측표는 2019년에 발표할 예정으로 되어있다.

다고 해서 그렇게 불합리한 것은 아니라고 본다. 예를 들어 Armington 대체탄력성은 중간재 수요 및 수출품에 있어서 국산 대 수입산의 대체탄력성을 말하는데 국내산과 수입산의 상대가격이 크게 변한다고 해서 국내시장에서 어느 한쪽이 완전히 사라지거나 대체가 불가능하지는 않기 때문에 불완전 대체를 반영하는 CES함수를 적용하여 0과 1 사이의 값을 갖는 것으로 가정하였다. 또한 Top Nest 생산함수에서는 중간재와 본원요소(노동, 자본) 간에 대체가 없거나 있다 해도 아주 작기 때문에 이들 사이에 상대가격이 크게 변하여도 대체는 거의 이루어지지 않는다. 따라서 대체가 불가능한 레온티에프 함수를 적용하였다. 시뮬레이션 충격의 효과가 어떠한 파라미터의 값의 변동에 민감한지에 대한 분석은 CGE 연구자나 정책담당자들에게 흥미로운 주제이기는 하지만 이에 대한 연구는 일단 향후의 연구과제로 남겨둔다(〈부표 3〉에 사용된 파라미터 값의 범위를 정리하였다).

3. 시뮬레이션

1) 시나리오의 설정

첫째, 최종처분부담금 요율의 설정이다. 일본의 경우, 산업폐기물세를 일률적으로 톤당 1,000엔 부과하고 있다. 또, 유럽연합의 매립세 실시 국가의 경우 10유로~200유로 범위 내에서 매립세를 부과하고 있는 것으로 조사되었다(European Environment Agency, 2012). 우리나라의 경우 폐기물종류에 따라 톤당 10,000원~30,000원의 최종처분부담금을 부과하고 있다.⁷⁾ 한편, 환경부(2015)는 20,000~60,000원의 매립부담금 요율을 상정하여 그 효과를 분석한 바 있다. 위의 예들을 참조하여 우리는 최종처분부담금이 톤당 10,000원에서 100,000원까지 부과되는 여러 경우를 상정

7) 자원순환기본법 시행령 별표 6은 부담금요율을 다음과 같이 규정하고 있다. 생활폐기물의 경우 톤당 15,000원, 가연성 사업장폐기물의 경우 톤당 10,000원, 불연성 사업장폐기물의 경우 톤당 25,000원, 건설폐기물의 경우 톤당 30,000원이 부과된다.

하고자 한다. 다음으로 고민해야 할 문제는 ORANI CGE 모형에서 최종처분부담금의 부과를 어떻게 반영하느냐이다. 왜냐하면 ORANI CGE 모형에서는 정확히 최종처분부담금이라는 항목이 존재하지 않기 때문이다. ORANI CGE 모형이 포함하고 있는 생산세에는 부가가치세, 기타생산물세, 기타생산세의 세 가지가 있다. 앞의 두 항목은 기업의 생산물에 비례하여 부과되는 반면 기타생산세는 생산활동에 사용된 자산에 부과되는 일종의 자산세에 해당된다. 최종처분부담금이 부가가치세는 아니나 폐기물처리업의 생산물(처리서비스)에 비례하여 부과되는 측면이 있으므로 기타생산물세에 해당된다고 보았다. 결론적으로 우리는 최종처분부담금의 부과를 폐기물처리업의 기타생산물세가 2010년의 매립량 기준으로 톤당 10,000원에서 100,000원 부과된 것으로 처리하여 분석을 진행했다.

둘째, 소각 및 매립량이 감소하는 대신 재활용처리량이 어느 정도 늘어날 것인가에 대한 시나리오의 설정이다. 이는 정확히 배출자 및 중간처리업자의 이른바 매립(또는 소각)-재활용 교차탄력도가 어느 정도인가에 달려 있다. 그러나 이에 대한 실증연구는 현재로서는 찾아보기 힘든 실정이다. 다만, 일본 및 유럽에서의 최종처분부담금 부과 효과에 대한 연구(Sasao, 2014; European Environment Agency, 2012)에 의하면 배출량 저감효과는 미미한 반면 최종처분량(매립 및 소각량) 저감효과는 현저한 것으로 분석되었다. 이것은 최종처분부담금 부과로 인해 재활용처리량이 크게 증가된 때문인 것으로 해석된다. 환경부(2015)는 폐기물관련 전문가를 대상으로 한 설문조사결과를 바탕으로 매립-재활용 교차탄력도를 추정하고 이를 근거로 매립부담금이 톤당 20,000원~60,000원 부과되었을 때 재활용처리업에 대한 수요가 2,000억원에서 1조원 증가하는 것으로 분석하였다. 우리는 이상의 연구를 참조하여 아래의 <표 1>과 같이 모두 9가지의 시나리오를 설정하고자 한다. 매립처분부담금요율이 동일하더라도 매립-재활용 교차탄력도가 클수록 부담금납부액은 더 작고 재활용산업에 대한 수요증가액은 더 커지므로 보다 세부적인 시나리오의 설정이 가능하겠으나, 본 연구는 아래와 같이 단순화했음을 지적해둔다.

〈표 1〉 9가지 시나리오

시나리오	폐기물처분 부담금(원/톤)	폐기물처리업 부담금 납부액(억원)	재활용산업 수요증가액(억원)
1	10,000	1,252.169	1,000
2	20,000	2,504.338	2,000
3	30,000	3,756.507	3,000
4	40,000	5,008.676	4,000
5	50,000	6,260.845	5,000
6	60,000	7,513.014	6,000
7	70,000	8,765.183	7,000
8	80,000	10,017.350	8,000
9	90,000	11,269.520	9,000

주: 폐기물처리업의 부담금 납부액은 2010년 매립량(34,306톤/일)을 기준으로 계산한 것이다

2) 결과와 해석

9개의 시나리오 각각에 대해 최종처분부담금 부과가 32개 산업부문의 생산, 고용 및 가격에 미치는 일반균형효과를 계산하였다.⁸⁾ 최종처분부담금 부과로 인한 가격효과가 가장 큰 산업은 직접적인 영향을 받는 31(폐기물처리업)과 32(자원재활용서비스업)인 것으로 파악되었다. 한편, 생산 및 고용효과가 가장 큰 산업은 9(1차금속)과 17(수도 및 폐수처리업)인 것으로 파악되었다. 그러나 대부분의 산업에서 최종처분부담금 납부액이 전체비용에서 차지하는 비중이 크지 않기 때문에 최종처분부담금 부과에 대해 생산량을 감축함으로써 대응하지는 않는 것으로 해석된다.

최종처분부담금 부과에 대응해 기업은 되도록 폐기물배출량을 줄이려고 할 것이나, 단기적으로는 새로운 설비투자를 통해 폐기물배출량을 저감하는 방식 대신 노동집약적인 방식을 채택할 것으로 사료된다. 그러나 최종처분부담금요율이 중장기적으로 점차 상승함에 따라 기계와 설비를 통한 자본집약적인 방식으로 이에 대응하게 될 것으로 보인다. 이렇듯 최종처분부담금의 부과는 중장기적으로 생산량, 요소결합방식을 변경시킬 수 있으며, 이것은 산업간 복잡한 연관관계를 통해 경제전체에 광범위한

8) 지면관계상 구체적인 결과는 실지 않았으며 아래 〈표 2〉에 요약하였음. 자료는 독자의 요청에 의하여 제공될 수 있음.

파급효과를 가질 수 있다. 그러나 단기적으로는 그 영향이 미미한 것으로 파악된다. 한편 재활용산업이 활성화됨에 따라 동 산업에 투입물을 제공하는 산업, 구체적으로, 1차금속, 화학 등의 생산 및 고용은 증가하는 것으로 분석되었다. 그러나 중장기적으로 최종처분부담금 요율이 상승하더라도 재활용량이 증가하는 속도는 점차 낮아질 것이므로 (혹은 한계재활용비용이 상승하므로) 이로 인한 영향은 점차 감소할 것으로 사료된다. 종합적으로 최종처분부담금 요율이 낮은 경우 재활용산업으로 인한 긍정적 효과가 우세하나 요율이 높은 경우 부담금부과로 인한 부정적 효과가 점차 우세해질 것으로 보인다. 정책당국이 최종처분부담금을 부과할 뿐만 아니라 부담금수입의 일부를 재활용처리시설의 확충, 재활용처리기술의 개발에 쓴다면 이 같은 부정적 효과를 극소화할 수 있을 것이다. 아래의 <표 2>는 폐기물처분부담금 부과 효과의 일목요연하게 보이기 위해 각 영역의 변화방향을 +, - 부호로 정리한 것이다.

<표 2> 최종처분부담금 부과로 인한 산업별 가격, 생산, 고용의 변화

산업	가격	생산	고용
1. 농림수산	+	-	+(-)
2. 광산	+	+	+
3. 식음료, 담배	-	+	+
4. 섬유, 가죽	-	-	+(-)
5. 목재, 종이, 인쇄	-	+	+
6. 석탄, 석유	-	-	+(-)
7. 화학	-	+	+
8. 비금속광물	-	+(-)	-
9. 1차 금속	-	+	+
10. 금속	-	+	+
11. 기계, 장비	-	-	-
12. 전기, 전자기기	-	-	-
13. 정밀기기	-	-	-
14. 운송장비	-	+	+
15. 기타제조업, 임가공	-	+	+
16. 전력, 가스, 중기	-	-	-
17. 수도, 폐수	-	-	-
18. 건설	-	-	-

19. 도소매서비스	+	-	-
20. 운송서비스	-	-	-
21. 음식점, 숙박서비스	+	-	-
22. 정보통신, 방송서비스	-	-	-
23. 금융, 보험서비스	-	-	-
24. 부동산, 임대	+	-	-
25. 전문, 과학, 기술서비스	+	-	-
26. 사업지원서비스	-	-	-
27. 공공행정, 국방	+	-	-
28. 교육서비스	+	-	-
29. 보건, 사회복지서비스	+	-	-
30. 문화, 기타서비스	+	-	-
31. 폐기물처리서비스	+	-	-
32. 자원재활용서비스	-	+	+

주: 1. 괄호안에 표시된 부호는 부담금요율이 점차 강화되면서 변화된 결과를 나타낸다

2. 음영으로 표시된 것은 변화폭이 큰 경우를 나타낸다

최종처분부담금 부과에 영향을 직접 받는 산업이라고 할 수 있는 31(폐기물처리업)의 가격상승폭과 32(자원재활용서비스업)의 가격하락폭이 가장 두드러짐을 <부표 3>에서 확인할 수 있다. 31(폐기물처리업)의 경우 가격상승과 더불어 생산(고용)의 감소를 수반하고 있는데, 이는 폐기물 최종 처분부담금 부과로 인해 폐기물처리서비스의 비용상승, 이에 따른 공급의 감소 때문인 것으로 해석된다. CGE모형의 특성을 고려할 때 공급의 감소는 가격의 하락으로 수요의 증가는 가격 상승으로 다시 균형을 회복하려는 힘이 작용하기 때문이다. 수요 증가에 의하여 생산이 증가하는 산업의 경우 특히 자본집약적인 산업은 자본의 증가로 노동생산성이 증가하게 되고 이에 따라 고용이 증가하게 된다. 장기적으로는 고용은 자연실업을 고용에 고정되겠지만 자본의 축적 및 기술의 진보로 인하여 생산이 증대하게 되고 이에 따라 노동생산성의 증대로 실질임금이 상승하게 된다. 한편 32(자원재활용서비스업)은 수요증가로 인해 이루어진 더 큰 공급증가로 가격하락과 생산(고용)의 증가를 수반한 것으로 해석된다. 다음으로는 5(목재 및 종이인쇄업), 9(차금속업), 8(비금속광물업)의 순으로 가격하락폭이 컸다. 생산효과가 가장 큰 산업은 9(차금속업), 17(수도 및 폐수처리

업), 21(도소매 서비스업), 31(폐기물처리업), 32(자원재활용서비스업)의 순인 것으로 파악되며, 고용효과의 경우 9(1차금속업), 17(수도 및 폐수처리업), 26(사업지원서비스업), 32(자원재활용서비스업)의 순인 것으로 파악된다. 이중 9(1차금속업)은 최종처분부담금 부과로 인해 생산 및 고용효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 1차금속제품에는 철강1차제품, 철강가공제품, 비철금속1차제품 등이 포함되는데 고철, 구리스크랩, 알루미늄스크랩, 아연스크랩, 기타비철금속스크랩 등이 폐기·처분되거나 재활용되고 있다. 이른바 중후장대산업으로서 폐기물발생량이 제조업 업종 중에서 가장 많기 때문에 최종처분부담금의 전가가 가장 클 것으로 기대되나, 동시에 재활용되는 비율이 높아지면서 재활용산업의 활성화에 크게 기여할 것으로 기대된다. 이로 인해 기초산업이라고 할 수 있는 1차금속제품에 대한 수요를 높이는 것으로 해석된다. 한편 17(수도 및 폐수처리업)은 최종처분부담금 부과로 인해 생산과 고용이 모두 하락한 것으로 나타났는데, 수요감소로 인한 더 큰 공급감소 때문에 가격상승과 함께 진행된 것으로 해석된다. 8(비금속광물업)에는 폐유리, 폐석회류가 포함되는데, 최종처분부담금 부과로 인해 가격이 하락하며 동시에 생산 및 고용이 하락한 것은 수요측면의 감소가 큰 때문인 것으로 해석된다. 이는 최종처분부담금의 부과로 최종처분보다는 재활용자원으로 활용되는 부분이 늘어나고, 본 제품에 대한 수요의 감소로 이어지는 것 때문일 수 있다. 이는 일본의 사례에서 확인할 수 있는 사실이다(Okushima and Yamashita, 2005).

IV. 결론 및 연구의 한계

본 논문은 응용 연산일반균형(AGE or CGE) 모형의 하나인 호주 ORANI 모형을 연구목적에 맞게 변형하여 폐기물 최종처분부담금 부과로 인한 산업적 영향의 일반균형 효과를 분석하였다. 폐기물처리업에 톤당 10,000원에서 90,000원까지 부과되는 것으로, 또 이로 인해 재활용처리서

비스업의 중간수요가 각각 1,000억원에서 9,000억원까지 증가하는 식으로 모두 9개의 시나리오를 설정하였다. 분석결과 폐기물처리업(산업코드 31)과 재활용처리서비스업(산업코드 32)는 가격효과가 가장 큰 반면 1차 금속업(산업코드 9), 수도 및 폐수처리업(산업코드 17)은 생산 및 고용효과가 가장 큰 것으로 분석되었다. 그러나 전체적으로는 그 영향이 미미할 것으로 파악되었다. 그것은 최종처분부담금 납부액이 전체비용에서 차지하는 비중이 아직 작기 때문인 것으로 보인다. 그러나 향후 최종처분부담금 요율이 상승하거나 기타 폐기물관련 규제가 강화될 경우 경제에 미치는 부정적 영향이 커질 수밖에 없다. 이 같은 부정적 영향을 극소화하기 위해서는 정책당국이 부담금수입의 일부를 재활용처리시설의 확충, 재활용처리기술의 개발에 사용할 필요가 있다고 본다.

본 연구의 한계로서 다음의 몇 가지를 지적할 수 있으며, 이의 개선은 향후의 과제로 남긴다. 첫째, 최종처분부담금요율과 재활용산업의 수요증가분이 경험치가 아니라 임의적인 시나리오라는 점이다. 2018년부터 최종처분부담금이 부과되고 있지만 축적된 데이터는 아직 없는 실정이다. 향후 최종처분부담금제도의 시행경험을 통해 분석한다면 보다 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이다. 둘째, 폐기물처리업에 대한 최종처분부담금부과와 재활용처리서비스업의 수요증가 사이에 모형내 연결고리가 없다는 점이다. 양부분의 성과가 내생적으로 결정되는 CGE 모형이 향후 개발될 필요가 있다. 나아가 폐기물처리업도 중간처리, 최종처분(매립 및 소각)으로 세분되어 최종처분부담금 부과로 인한 최종처분량 감소와 재활용처리량의 증가가 내생적으로 결정되는 CGE 모형이 개발될 필요가 있다.⁹⁾ 셋째, 부담금수입은 결국 정부지출의 증가로 이어진다. 우리나라의 경우 부담금수입은 자원순환특별회계에 편입하도록 되어 있으며, 그 용도가 주로 폐기물의 순환이용관련 사업에 사용되도록 특정하고 있다(각각 자원순환기본법 23조, 22조에 규정). 정부지출은 정부소비지출과 정부고정자본

9) 이 같은 작업은 많은 시간과 자금이 요구되나, 최종처분부담금과 같은 환경세제의 효과를 온전히 분석하기 위해 반드시 필요하다.

형성으로 나누어 볼 수 있는데, 산업연관표에는 민간고정자본형성과 정부 고정자본형성이 투자항목으로 합산되어 ORANI모형에 산업별로 들어가고 있다. 부담금수입이 모형내 정부지출증가로 이어지게 하고 싶다면 정부고정자본형성의 증가로 책정해야 하나 이 경우 과연 산업별로 어떻게 배분해야 하는 문제가 남는다. 넷째, 본고의 분석은 최종처분부담금의 부과가 각 산업의 생산 및 고용에 미치는 영향에 한정되어 있다. 그러나 최종처분부담금 부과로 인한 환경적 편익이 동시에 고려될 때 비로소 최종처분부담금 부과로 인한 효과를 온전하게 평가할 수 있을 것이다.¹⁰⁾ 마지막으로, 본 논문은 일종의 비교정태분석이라는 점을 지적해야 한다. 즉 부담금부과 전후의 효과를 비교하는데 그치고 있다. 이를 넘어서 부담금부과로 인한 생산과 고용의 연도별 효과를 분석하면 더욱 유용할 것이다. 이 같은 동태모형에서는 투자 결정과 관련된 중요한 정보들이 감안되어 보다 가치 있는 정보를 끌어 낼 수 있을 것이다(Dixon and Rimmer, 2002).

■ 참고문헌 ■

- 강동관·문석웅·이해춘, 2013, “CGE 모형에 의한 숙련, 비숙련 외국인력 도입의 경제적 효과 분석,” 『재정정책논집』, 15(2), pp.123-151.
- 권오상·이한빈·노재선, 2012, “주요 곡물 수출국의 작황부진이 국내 경제에 미치는 영향,” 『농촌경제』, 35(5), pp.1-26.
- 김성태·이상돈·조경엽·임병인, 2011, “한국의 산업별 생산의 대체탄력성 추정,” 『응용경제』, 13(3), pp.99-122.
- 백민지·김호영·유승훈, 2015, “폐기물처리 및 자원재활용서비스 부문의 경제적 파급효과 분석,” 『한국폐기물자원순환학회지』, 32(3), pp.247-259, DOI:10.9786/kswm.2015.32.3.247.
- 손양훈·신동천, 1997, “환율변동이 에너지산업에 미치는 영향,” 『경제학연구』, 45(1), pp.123-139.
- 신동천, 2000, 『CGE모형 구축을 위한 사회회계행렬(SAM) 작성방법 연구』, 서울: 한국은행 통계국.
- 한국은행, 2014, 『2010 산업연관표』, 서울: 한국은행.

10) 편익측면에 대한 분석은 환경부(2015)를 참조할 것.

- 환경부, 2015, 『자원순환사회 전환을 위한 부담금 운영방안 마련연구 I』, 세종: 환경부.
- 金子林太郎, 2009, 『産業廃棄物税の制度設計』, Tokyo: 白桃書房.
- Browning, E. and M. Zupan, 1996, *Microeconomics: Theory and applications*, N.Y.: Wiley.
- Dixon, P. and M. Rimmer, 2002, *Dynamic general equilibrium modelling for forecasting and policy, A practical guide and documentation of monash*, Contributions to Economic Analysis 256 edited by D. W. Jorgenson and J. Tinbergen, Amsterdam: Elsevier.
- Dixon, P., B. Parmenter, J. Sutton, and D. Vincent, 1982, *ORANI: A multisectoral model of the Australian economy*, Contributions to Economic Analysis 142 edited by J. Tinbergen and D. W. Jorgenson, New York: North-Holland Publishing Company.
- European Environment Agency, 2012, *Overview of the use of landfill taxes in Europe*, EU.
- Field, B. and M. Field, 2013, *Environmental Economics: An Introduction*, (한택환·김금수·임동순·홍인기 공역), McGraw-Hill.
- Harrison, W. and K. Pearson, 1996, "Computing solutions for large general equilibrium models using GEMPACK," *Computational Economics*, 9, pp.83-127.
- Horridge, M., 2000, ORANI-G: A General equilibrium model of the Australian economy, *CoPS/IMPACT Working Paper*, (Number OP-93), Centre of Policy Studies, Victoria University.
- _____, 2013, *ORANI-G: A generic single-country computable general equilibrium model*, Center of Policy Studies and Impact Project, Victoria University, Australia.
- Johansen, L., 1960, *A multi-sectoral study of economic growth*, Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Okushima, S. and H. Yamashita, 2005, "A general equilibrium analysis of waste management policy in Japan," *Hitotsubashi Journal of Economics*, 46(1), pp.111-134.
- Sasao, T., 2014, "Does industrial taxation contribute to reduction of landfill?," *Waste Management*, 34(11), pp.2239-2250, DOI:10.1016/j.wasman.2014.07.014.
- Schneider, M. H. and S. Zenios, 1990, "A Comparative Study of a Algorithms for Matrix Balancing," *Operations Research*, 38(3), pp.439-455.
- Sigman, H., 1996, "The effects of hazardous waste taxes on waste generation and disposal," *Journal of Environmental Economics and Management*, 30(2), pp.199-217, DOI:10.1006/jeem.1996.0014.

〈부표 1〉 본 연구를 위한 산업분류

번호	상품명	TABLO 코드	산업연관표 소분류
001	농림수산물	AgricForFis	1~8
002	광산물	CoalOilGas	9~12
003	음식료품	FoodBevToba	13~23
004	섬유 및 가죽제품	TCF	24~29
005	목재 및 종이, 인쇄	WdPaperPrint	30~35
006	석탄 및 석유제품	PetroCoal	36~37
007	화학제품	ChemicalPro	38~50
008	비금속광물제품	NmetlMinPrd	51~55
009	1차 금속제품	PrimMetalPr	56~62
010	금속제품	MetalPrd	63~66
011	기계 및 장비	MachineryEq	67~77
012	전기 및 전자기기	EletroElec	78~89
013	정밀기기	PrecisionEq	90~91
014	운송장비	TranspEquip	92~98
015	기타 제조업 제품 및 임가공	FurnOthManu	99~100
016	전력, 가스 및 증기	ElecGasWater	101~103
017	수도, 폐수처리	WaterSewage	104~105
018	건설	Construction	108~114
019	도소매서비스	Trade	115
020	운송서비스	TransportSv	116~124
021	음식점 및 숙박서비스	RestrntHote	125~126
022	정보통신 및 방송 서비스	CommuniBroa	127~135
023	금융 및 보험 서비스	Financelnsu	136~139
024	부동산 및 임대	Realestate	140~143
025	전문, 과학 및 기술 서비스	ScienTecServ	144~148
026	사업지원서비스	BusiService	149~151
027	공공행정 및 국방	PublicAdmin	152
028	교육서비스	Education	153
029	보건 및 사회복지서비스	HealMedSocia	154~156
030	문화 및 기타 서비스	SociaOtrSvc	157~161
031	폐기물처리	Waste	106
032	자원재활용서비스	Recycle	107

주: 본 연구에서 제품을 어떻게 분류하고 있는가를 제시하고 있다. 이러한 분류는 산업연관표의 161개 소분류를 연구의 목적에 부합하게 재조정된 것으로 〈부표 1〉에는 본 연구의 32개 부문이 161개 소분류의 어떤 부분들로 구성되어 있는가를 보여주고 있다. 30개 부분으로 되어있는 기존의 KORANIG-NM 모형에 폐기물처리, 재활용서비스를 추가하여 32개 부문으로 재구성하여 새로이 모형을 확장하여 설정하였다

〈부표 2〉 본 연구를 위한 투자표(2BAS) 분류

번호	상품명	고정자본형성표 분류
001	농림수산물	010 화훼작물, 014 낙농, 018 기타축산, 019 영림
002	광산물	-
003	음식료품	-
004	섬유 및 가죽제품	070 직물제품, 071 끈, 로프 및 어망
005	목재 및 종이, 인쇄	-
006	석탄 및 석유제품	-
007	화학제품	-
008	비금속광물제품	-
009	1차 금속제품	
010	금속제품	179 구조물용 금속제품, 180 금속제 탱크 및 압력용기, 181 산업용 보일러 및 증기발생기, 191 기타 금속제품
011	기계 및 장비	192 내연기관 및 터빈, 193 펌프 및 압축기, 196 산업용 운반 기계, 197 공기조절 장치 및 냉장 냉동 장비, 198 공기 및 액체 여과기, 199 사무용 기기, 200 기타 일반목적용 기계, 201 농업용 기계, 202 건설 및 광산용 기계, 203 금속절삭기계, 204 금속성형기계, 206 반도체 제조용 기계, 207 디스플레이 제조용 기계, 208 음식료품 가공기계, 209 섬유 및 의복 가공 기계, 210 산업용 로봇, 211 제지 및 인쇄기계, 212 고무 및 플라스틱 성형기계, 213 기타 특수목적용 기계
012	전기 및 전자기기	214 발전기 및 전동기, 215 변압기, 216 전기변환장치, 217 전기회로 개폐 및 접속장치, 218 배전반 및 전기자동제어반, 222 조명장치, 223 기타 전기장비, 231 컴퓨터, 232 컴퓨터 기억장치, 233 컴퓨터 주변기기, 234 유선통신기기, 235 이동 전화기, 236 기타 무선통신장비 및 방송장비, 237 TV, 238 영상기기, 239 오디오 및 음향기기, 240 가정용 냉장고 및 냉동고, 241 주방용 및 난방용 전기기기, 242 기타 가정용 전기기기
013	정밀기기	243 의료용 기기, 244 측정 및 분석기, 245 자동조정 및 제어 기기, 246 사진기 및 영상기, 247 안경 및 기타광학기기, 248 시계
014	운송장비	249 승용차, 250 버스, 251 트럭, 252 특장차, 253 트레일러 및 컨테이너, 256 강철제 선박, 257 기타 선박, 259 철도차량, 260 항공기, 261 모터사이클, 262 기타 운수장비
015	기타 제조업 제품 및 임가공	263 목재 가구, 264 금속 가구, 265 기타 가구, 266 장난감 및 오락용품, 267 운동 및 경기용품, 268 악기, 271 모형 및 장식 용품
016	전력, 가스 및 증기	-
017	수도, 폐기물 및 재활용서비스	-
018	건설	287 주거용 건물, 288 비주거용 건물, 290 도로시설, 291 철도시설, 292 항만시설, 293 하천사방, 294 상하수도시설, 295 농림수산토목, 296 도시토목, 297 환경정화시설, 298 통신시설, 299 전력시설, 300 산업플랜트, 301 기타 건설

019	도소매서비스	-
020	운송서비스	-
021	음식점 및 숙박서비스	-
022	정보통신 및 방송 서비스	329 소프트웨어 개발 공급, 333 영상·오디오물 제작 및 배급
023	금융 및 보험 서비스	-
024	부동산 및 임대	343 부동산 개발 및 공급, 344 부동산관련 서비스
025	전문, 과학 및 기술 서비스	346 연구개발(국공립), 347 연구개발(비영리), 348 연구개발(산업), 349 기업내연구개발, 355 과학기술서비스
026	사업지원서비스	-
027	공공행정 및 국방	-
028	교육서비스	-
029	보건 및 사회복지서비스	-
030	문화 및 기타 서비스	372 연극, 음악 및 기타예술
031	폐기물처리	-
032	재활용서비스	-

주: 2010 산업연관표 부속표 고정자본형성표를 본 연구에 맞게 재분류한 것을 나타내 보이고 있다. 고정자본형성표에서 017수도, 폐기물 및 재활용서비스는 제품으로서 다른 부분에 투자되지는 않았으나, 산업으로서 다른 부분으로부터 투자를 받아 고정자본이 형성된 부분이 2BAS의 열에 계산되었다. 고정자본형성표 중분류에서 050폐기물 및 자원재활용업이 다른 산업으로부터 투자를 받은 부분으로 되어있는바 이것을 031폐기물처리업과 032재활용서비스업으로 분해(disaggregation)하였다. 이는 기본부문으로 분해된 산업별 고정자본형성표가 부재한 가운데 Gempack모형의 2BAS를 위한 산업별 투자표를 만들기 위해서는 현실적으로 합리적인 가정이라고 사료된다. 또한 2BAS의 국내 및 수입 투자표를 만들기 위해서 〈표 1〉에서 구한 국내 및 수입거래표의 구성 부문별 상대적 비중을 구하여 총 고정자본형성표로부터 곱하여 국내 및 투자표의 각 항목을 계산하여 구성하였다

〈부표 3〉 파라미터 값의 범위 정리

파라미터 이름	내용	범위	출처
SIGMA1PRIM	본원요소(노동-자본-토지) 대체탄력성 노동-자본 대체탄력성	0.5 0.386~0.554	Horridge(2013) 김성태 등(2011)
SIGMA1	Armington탄력성(중간재)	1.9~4.5	권오상 등(2012)
SIGMA2	Armington탄력성(투자재)		
SIGMA3	Armington탄력성(소비재)		
Frisch	LES: = -(총지출/사치재지출)	-1.15	Horridge(2013)
EPS	소득에 대한 가계지출탄력성, Engel Aggregation(평균지출탄력성의 합이 1이 되어야함.)	>1, 수송, 주거, 가구, 교육, 보건 등 < 1 그 이외	Horridge(2013)
SIGMA1OUT	SCET, 산출물 전환탄력성	0, 상품 간 대체 불가	Horridge(2013)
SIGMA1LAB	노동분류 간 대체탄력성	0, 노동분류 없음	Horridge(2013)
IsIndivExp	ITEX, 개별수출상품	> 0.5, 1	Horridge(2013)
EXP_ELAST	P018, 수출수요탄력성	-5.0	Horridge(2013)

이효창: 현재 한국외국어대학교 외래교수이며, University of Utah에서 경제학 박사학위를 받았다. 관심분야는 환경정책, CGE Modelling 등이다(hyolee14@naver.com).

김금수: 현재 호서대학교 글로벌통상학과 교수로 재직중이며, Texas A&M University에서 경제학 박사학위를 받았다. 관심분야는 폐기물관리, 국제환경협약, 자율규제 등이다. 『자원환경경제연구』, 『환경정책』, *Environmental Economics and Policy Studies*, *Korean Economic Review* 등 국내외에 다수의 논문을 발표하였다(gsgim@hoseo.edu).

투 고 일: 2018년 8월 23일
심 사 일: 2018년 9월 01일
게재확정일: 2018년 9월 06일