

재활용기업의 처리공정에 따른 경제성 분석 : 폐합성수지 산업을 중심으로

이윤숙* · 이남경** · †신호정**

Process Choice and Firm Performance in the Recycling Industry :
An Empirical Investigation of Plastic Recycling Firms in Korea

Younsuk Lee* · Namkyung Lee** · †Hojung Shin**

■ Abstract ■

As the scarcity of natural resources has become apparent, the recycling industry has emerged as a promising one for its growth potential. Yet, the recycling industry still remains undeveloped and inefficient for various reasons. In this study, we focus on firms' recycling processes to understand the current status of recycling firms' value creation activities. With respect to the adopted recycling processes, we empirically investigate the differences in firm characteristics and firm performance. We use the data from Keco (Korea Environment Cooperation) which annually conducts a survey of recycling firms in Korea. We exclusively consider the whole group of plastic recycling industry in order to control for a possible bias in firm performance, stemming from the heterogeneity in processing and recycling of materials other than plastics. We review the descriptive statistics from the sample firms and conduct a series of hierarchical regression analyses. The results show that most of the firms in this industry adopt physical transformation processes with a low-level technology. These firms with physical transformation processes are smaller in size and produce entry level items which do not secure higher margins. The results indicate that the recycling industry largely comprises low value added firms which lack economies of scale and resources for R&D. For the stable growth of the industry, recycling firms must create sustainable values through implementation of technology-driven processes and improvement in product quality. In addition, the government should help build a reliable reverse logistic network, lower the entry barriers, and provide necessary funding for the SMEs in the recycling industry.

Keywords : Recycling Industry, Recycling Process, Firm Performance, Plastics, Hierarchical Regression

논문접수일 : 2013년 09월 17일 논문게재확정일 : 2013년 12월 04일

논문수정일 : 2013년 11월 01일

* 서강대학교 기술경영전문대학원

** 고려대학교 경영학과

† 교신저자, hojung_shin@korea.ac.kr

1. 서 론

재활용산업이 변화하고 있다. 미국의 베트라조(Vetrazzo)사는 깨진 유리병을 사용해 튼튼하고 강도가 높은 싱크대 상판을 만들고, 스위스의 프라이탁형제는 버려진 트럭 방수포로 가방을 만들어 전 세계에 판매해 연매출 500억 원을 달성했다. 또한 미국의 모토아트사는 폐비행기를 원재료로 사용하여 3000만 원이 넘는 명품 책상을 만들고 있다.¹⁾ 재활용기업들도 발상의 전환과 이를 뒷받침할 수 있는 기술력을 바탕으로 부가가치가 높은 제품을 생산하는 것이 가능하다는 것을 보여주는 사례들이 나타나고 있다.

전 세계적으로 재활용은 산업화로 인한 자원고갈과 환경문제의 대안으로서 주목을 받아왔다. 폐기되어 사용이 어려운 자원을 재활용하는 것은 자원순환의 관점에서 환경문제의 해결뿐 아니라 지속가능한 성장을 가능하게 하는 요인이 되기 때문이다. 이에 정부에서는 정책적으로 재활용산업을 육성하여 폐기물을 최대한 줄이고 자원의 재활용을 촉진시켜 폐기물 제로에 도전하는 자원 순환형 사회로 나아가려는 노력을 기울이고 있다. 재활용산업 육성을 위한 기반이 정책적으로 마련되면서 재활용률이 지속적으로 늘어나고 재활용기업의 수도 꾸준히 증가하고 있다. 이러한 흐름에 따라 2011년 기준으로 전체 폐기물 처리방법 중 재활용이 약 83.7%를 차지하고 있으며,²⁾ 국내 자원재활용산업의 시장규모는 약 30조 원, 기업체의 수는 약 2만 여개에 달하는 것으로 추산되고 있다.³⁾

정부의 재활용 육성정책의 양적목표가 달성되어 재활용률과 재활용기업의 수가 증가했음에도 불구하고 질적인 성장은 초기단계에 머무르고 있으며, 심지어 표준산업분류 코드에 재활용산업이라는 분류자체도 존재하지 않고 있다. 재활용산업에 속한

기업들은 대부분 규모가 영세할 뿐만 아니라 기술수준이 낮은 단순한 처리공정을 기반으로 하기 때문에, 결과적으로 생산하는 재생품의 품질이 떨어지고 수익성이 낮은 경우가 많다.⁴⁾ 이는 재활용산업이 폐기물을 단순 소각 혹은 매립하는 폐기물처리 단계를 벗어나, 환경오염 및 사회적 비용을 줄이는 긍정적인 방향으로 진화하고 있음에도 불구하고, 일반기업의 입장에서는 재생원료의 사용이 천연자원의 사용과 비교해 비용이 높고 품질마저 떨어져 매력적인 투자대상이 아니기 때문이다.

하지만 환경의 변화는 재활용산업에 대한 인식의 변화를 가져오고 있다. 천연자원이 고갈되어가면서 원자재 가격이 인상되어 재활용을 통한 재생자원의 사용이 채산성을 갖게 되었고, 순도 높은 재생원료를 추출할 수 있는 기술들이 개발되는 등, 재활용업체들이 고부가가치를 창출할 수 있는 사회적/기술적 여건들이 조성되고 있다. 이러한 움직임은 재활용산업이 사회공공재의 관점에서 정부지원이 필요한 낙후산업이라는 편견을 벗어나 기업경영활동을 통한 고수익을 창출할 수 있는 산업으로 진화될 가능성이 존재함을 시사한다.

재활용산업에 대한 국가적 관심은 어느 때보다 높아지고 있지만 재활용산업이나 기업들을 다룬 연구는 찾아보기 힘들다. 경영학 분야에서는 재제조(remanufacturing) 혹은 환경부분에 관한 투자와 기업성과의 관계를 다룬 연구들[18, 26-28]이 있지만 이는 기존의 제조기업이나 기업들을 대상으로 한 환경경영활동에 주안점을 두고 있어, 재활용을 주업으로 하는 기업들이 연구대상은 아니었다. 재활용산업 및 기업에 관한 연구는 행정정책 혹은 환경공학 등에서 활발하게 이루어졌는데, 정책 및 행정분야에서는 재활용산업의 현황 제시와 활성화 방안 혹은 정책시행의 효과 등을 주로 논의하고 있고 [6, 8, 11, 12], 환경과학 분야에서는 재활용 처리기술에 관한 연구[5, 22]에 초점을 맞추고 있다. 재활

1) 세계일보 2013년 7월 1일 보도에서 인용.

2) 아시아 뉴스통신, 2013년 5월 15일 보도에서 인용.

3) 파이낸셜뉴스 2013년 4월 7일 보도에서 인용.

4) 대한민국 공감 코리아, 2013년 7월 4일 보도에서 인용.

용기업들의 경제성을 평가한 연구들도 일부 있었으나 대부분 비용/편익 분석을 활용한 사례연구에 한정되고 있다[9, 16, 19].

본 연구에서는 일반기업이 아닌 재활용 전문기업들을 대상으로 하여 이들의 관점에서 기업구조 및 운영상의 특징과 경제성과의 관계를 살펴보고자 한다. 사회적 공익을 근간으로 한 행정정책 분야에서의 연구와는 달리, 본 연구는 재활용기업의 기술, 처리공정 및 경제성에 대한 직접적인 연구로서, 재활용기업들의 실태 및 현황 파악이 어렵다는 점을 고려한다면 재활용기업들의 행태에 관한 이해의 폭을 넓히고 있다는 점에서 기존연구들과 차별된다.

본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다. 첫째, 재활용기업의 주요 처리공정들(절단/파쇄, 용융/성형, 연료화, 반응/여과)의 기술적 통계 및 분포를 알아보고 이러한 공정 선택과 관련이 있는 기업특징들을 살펴보고자 한다. 처리공정이 기업의 부가가치를 결정하는 중요한 선택이라는 점을 고려한다면 어떠한 특성을 가진 기업이 특정 공정을 선호하는지를 분석하는 것은 재활용기업이 직면한 환경적 요인 및 운영상의 특징을 파악하는데 도움을 줄 것이다. 이를 위하여 우리는 한국환경공단에서 매년 수집하는 폐기물 중간처리(재활용전문) 허가업체 및 재활용 신고업체 현황의 2009년 자료를 사용하여 재활용기업들의 구조, 자원, 공정선택, 제품(가치) 등에 관하여 고찰하였다. 둘째, 본 연구에서는 재활용기업의 구조와 처리공정이 기업성과에 미치는 영향을 파악하고자 한다. 처리공정은 투입물을 산출물로 변환하는데 있어 작용하는 일련의 과정으로서, 특히 폐기물을 투입물로 사용하는 재활용기업들에게는 처리공정의 선택은 기업의 가치 창출 과정에 영향을 주는 주된 요인이다. 이러한 분석을 통하여 재활용기업들의 처리공정별 경제성 현황과 수익성 제고 방안에 관하여 논의해보고자 한다.

이하의 본 논문은 문헌연구, 분석방법, 분석결과, 결론 및 시사점의 순서로 구성된다. 먼저 문헌연구에서 재활용산업 특성과 재활용기업의 경제성에 영

향을 주는 요인들에 관하여 살펴보고, 분석방법과 분석결과에서는 표본의 특징 및 사용한 변수의 정의와 분석방법, 기술통계 수치와 분석결과를 제시하였다. 결론에서는 본 연구를 통하여 도출된 통계적 분석의 결과와 그 시사점을 논의하고자 한다.

2. 연구 배경

2.1 재활용산업의 특징

재활용산업은 다른 산업과 달리 고유의 특이성이 존재한다. 첫째, 재활용산업은 동맥산업이 아닌 정맥산업으로 분류할 수 있다[24]. 동맥산업이란 우리가 일반적으로 산업으로 생각하는 자동차산업, 금속산업, 식료품산업처럼 천연자원 물질을 사용하여 물건을 생산하는 산업으로, 천연자원을 조달하여 소재 및 부품을 가공하고 제품을 완성하여 시장에 공급하는 일련의 단계를 거치는 일반적인 산업을 의미한다. 반면에 정맥산업이란 이러한 동맥산업의 활동의 결과로 배출된 폐기물을 처리하는 산업이다. 즉, 폐자원을 회수하여 재생원료 및 부품을 생산하고 재활용품을 제조하여 판매하는 산업, 혹은 폐기물을 소각처리 또는 매립하는 산업을 포함한다. 따라서 정맥산업에 속하는 재활용산업의 경우에는 시장의 영역과 폐기물을 처리하는 정부의 공적인 서비스 영역이 혼재하는 특성이 있다[24].

둘째, 재활용산업에서는 주된 투입물인 폐기물의 수탁량이 기업성과와 깊은 관련이 있다. 폐기물의 발생은 일반적으로 동맥산업들의 경제적 상황과 밀접한 관련이 있어서, 경기가 좋으면 폐기물 발생량이 증가하고 경기가 나빠지면 감소하는 경향이 있다. 폐기물 발생량의 변동성은 안정적인 투입물의 공급을 어렵게 하며, 이는 재활용산업이 아직까지도 최종산출물의 생산을 통한 부가가치의 창출보다는 폐기물 처리능력을 중심으로 편성될 수밖에 없는 근본적인 원인이 되고 있다.

셋째, 부가가치가 높은 제품의 생산과 판매의 어려움이다. 폐기물을 원자재로 하여 생산된 재생자원

이나 재생품은 신규원료에 비하여 순도 및 품질이 낮아서, 폐기물원료만으로는 다양한 제품개발이 사실상 어렵다. 순도나 품질이 높은 재생품을 만드는 기술력이 뒷받침되더라도 제조과정에서 고비용이 발생하는 채산성의 문제가 존재한다. 이러한 기술과 비용의 한계점들은 부가가치가 낮은 원료 및 중간재 위주로 폐기물이 재생되는 원인이 되었다. 또한 시장에서의 재생품들에 대한 인식이 미비하거나 부정적이어서, 기술의 진보와 사회적 여건의 변화로 질 좋은 제품을 생산한다 하더라도 제품이 가치를 인정받기가 쉽지 않은 것이 현실이다. 이러한 환경적 특성을 고려할 때 재활용기업들이 일반적으로 직면하는 어려움은 다음과 같다.

- (1) 공급 측면 : 재활용기업들에 대한 투입물은 폐기물이다. 폐기물은 전국의 사업장 및 일반가정에서 배출이 되며 이러한 폐기물들은 동맥산업의 경기에 영향을 받음과 동시에 발생 장소도 전국적으로 산재되어 있으므로 이를 수집하여 운반하는 작업이 필요하다. 이에 원료로 사용되는 폐기물들을 안정적이고 낮은 비용으로 공급받을 수 있는 네트워크를 갖추는 것이 기업 운영에 있어서 중요한 경쟁력이다[8, 21, 23].
- (2) 수요 측면 : 재생품의 경우 유통시장이 활성화되어 있지 않고[8], 재생품의 품질에 대한 신뢰 및 인식이 낮아 고부가가치 창출이 힘들다. 따라서 재활용기업들에게는 생산단계에서부터 처리공정 및 기술개발을 통하여 재생원료의 순도를 높이고, 양질의 재화를 생산하려는 노력이 일차적으로 필요하며, 이를 바탕으로 유통 및 다양한 판매경로를 확보하는 것이 필요하다.
- (3) 기술 및 운영 측면 : 재활용기업은 폐기물을 처리하여 새로운 중간원료나 재생품을 만드는 공정을 통하여 부가가치를 창출하는 업체들로서, 이들에게는 공정선택 및 공정관련 기술이 중요하다. 예를 들어 폐합성수지의 경우, 단순히 파쇄/절단을 통하여 생산원료로 제공될 수도 있지만, 용융/성형의 물리적 변환을 거쳐 신제품을 생산할 수도 있

다. 또한, 폐합성수지는 석유로부터 추출되기 때문에 화학처리를 통하여 석유 및 경유 등의 원료를 가공해낼 수 있다. 이렇게 처리공정의 선택에 따라 다양한 제품의 생산이 가능하며, 기술개발이나 효율적인 공정을 통하여 품질과 순도를 높임으로써 고부가가치를 창출할 수 있는 여지가 있다. 하지만 재활용 관련 기술은 걸음마 단계이고, 재활용기업들은 규모의 경제를 이루지 못하여 기술개발에 대한 투자여력이 없는 상태로서, 아직까지는 해당산업의 낙후성이 많이 발견되고 있다[10, 22].

2.2 재활용기업의 처리공정

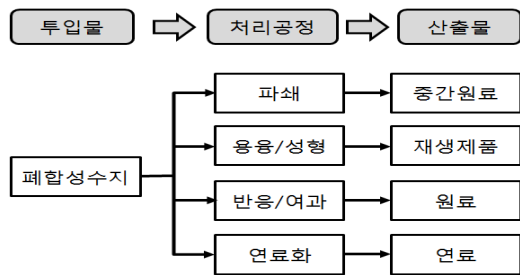
일반적으로 기업 활동의 부가가치는 프로세스를 통하여 창출된다. 프로세스란 고객에게 특정한 결과물(output)을 제공하기 위하여 투입물들을 변환하는 과정과 관련된 행위(activity) 혹은 행위들의 집합체로, 이 과정을 통하여 산출물의 가치가 부여된다[25]. 광의의 개념으로서 프로세스가 공급사슬 관리, 신제품 개발, 품질관리 등 다양한 활동분야에서 쓰이는 일반적인 용어라면 생산방법을 결정하는 처리공정은 프로세스의 협의의 개념이다. 처리공정은 생산하고자 하는 제품의 특성 및 시장수요를 기반으로 하여 선택하게 되므로, 제품과 처리공정은 매우 밀접한 관계를 가진다[4].

재활용기업 활동의 핵심적인 가치창출은 처리공정에 있다. 유엔의 국제표준 산업분류(ISIC)에 따르면 재활용이란 폐기물과 스크랩 및 산업과정에서 직접사용이 곤란한 물질들을 기계적 또는 화학적 작업에 의하여 중간재적 가치가 있는 이차적 원료물질로 변환하는 일련의 과정이다[6]. 즉, 가치가 적다고 판단되는 물질을 기업이 보유한 공정을 통하여 처리한 후 가치가 있는 물질로 전환하는 과정이 재활용의 핵심활동이다.

산출물을 중심으로 표준 산업분류 기준에 의해 특징지어지는 기존산업들과는 달리, 재활용산업은 투입물이 폐기물이라는 것에 공통점이 있으며, 각종 폐기물을 활용하여 다양한 제품을 재생하는 구조를

가진 산업이다. 예를 들어 폐합성수지의 경우 이를 처리하는 업체들은 폐합성수지를 투입물로 하여 중간원료, 재생품, 원료, 연료 등의 제품을 생산하며, 이러한 산출물의 특성에 의거하여 기업마다 상이한 처리공정을 보유하게 된다. <그림 1>⁵⁾은 폐합성수지를 재활용하는 기업들이 채택한 네 가지의 주요 재생공정들과 그 결과물인 제품군을 예시하고 있다.

폐합성수지의 처리에는 일반적으로 매립, 소각, 재활용의 세 가지 방법이 활용된다. 폐합성수지를 소각하면 열에너지를 얻을 수 있으나 유해가스가 발생하며, 매립하면 차지하는 부피가 크고 썩지 않아서 환경에 악영향을 미친다[2]. 또한 폐합성수지는 다른 폐기물에 비하여 발생량이 상당히 많아서 재활용이 불가피한 실정이다. 폐합성수지 재활용은 기본적으로 수집, 선별, 세척의 과정을 거치게 된다. 이후 절단/파쇄의 물리적 처리를 거쳐 등급이 낮은 재생 플라스틱에 소요되는 중간원료를 생산하거나, 용융/성형을 통한 재생품을 생산하게 된다. 한 단계 나아가 촉매를 이용한 화학반응 및 여과를 통하여 합성수지의 원료인 화학물질(monomer)을 회수하기도 하고, 연료화 작업을 거쳐 디젤 등의 연료유나 고품연료(Refuse Derived Fuel : RDF)를 생산하게 된다.



<그림 1> 폐합성수지 재활용방법

재활용기업의 처리공정도 일반기업들과 마찬가지로 제품력, 기술력, 자본력 등 유무형의 자원과 시

장상황, 공급상황 등 다양한 요인들에 의하여 결정된다. 재활용 처리공정은 채택하고 있는 기술과 관련이 깊다. 이희선[17]의 연구에서는 폐기물처리기술을 저급 자원화기술과 고급 자원화기술로 구분하여 저급 자원화기술은 목적물이 아닌 전단계의 물질을 얻기 위한 기술로 정의하고 고급자원화 기술은 폐기물로부터 특정 이차 물질을 회수하는 것으로 정의하였다. 구체적인 저급 자원화기술로는 분쇄와 사분기술을 들었고 고급 자원화기술은 용매 추출, 분별 증류, 플라즈마 분리 등을 제시하였다. 즉, 재활용산업에서는 폐기물을 자원화하는 기술의 종류에 의하여 처리공정 및 산출물이 달라진다. 종합해보면 저급화 기술은 대부분 물리적 변환을 통하여 천연원료를 바탕으로 생산된 제품들보다 저급한 상태의 원료물질을 얻는 기술이며 고급화 기술은 화학적 변화를 통한 원료물질을 얻는 과정으로 이해할 수 있다.

이러한 처리공정의 차이는 기술의 종류나 목적의 차이 외에 기업특성이나 경제성의 차이와도 관련이 있다. 예를 들어 기업의 규모가 작고 가용한 자원이 적으며 기술력이 떨어질수록 단순한 처리방법을 선호하여 부가가치가 낮은 제품을 생산할 가능성이 높고, 반대로 기업규모가 크고 자원이 풍부할수록 고급기술을 통한 고부가가치의 제품을 생산하는 경향이 나타날 수 있다. 민달기 등[9]은 폐컴퓨터를 재활용하는 업체들의 처리방법별 경제성을 분석하였는데, 단순히 파쇄 및 해체하는 경우보다는 유가금속을 정련하여 재생자원을 뽑아내는 공정이 두 배 정도 높은 수익성을 나타냈다. 또한 폐기물의 처리방법별 성과를 평가하는 연구에서 김규연[3]은 소각과 매립의 처리에 더하여 다양한 재활용 방법별로 환경성지표와 경제성을 비교하여, 처리공정별로 성과의 차이가 있음을 밝혔다.

재활용기업의 처리공정에 관한 대부분의 기존연구들을 살펴보면 상이한 처리공정을 가진 소수의 재활용기업들을 선택하여 이들의 처리공정별 경제성을 비용 대비 이익을 통해 살펴보고 있다. 이러한 연구들은 재활용기업들이 선택한 처리공정별로

5) 2008년 환경부 정부용역 보고서, <폐기물 재활용 개선연구>에 실린 그림을 수정하였음.

경제성 차이가 존재하고 있음을 시사하고 있으나, 소수 특정기업의 비용 및 수익 구조에 초점을 두고 있어서 재활용기업들의 보편적 특징으로 일반화하기에는 무리가 있다. 본 연구는 광범위한 데이터를 활용하여 일반적으로 재활용기업들이 택하는 처리공정이 어떤 분포를 보이고 왜 그러한 현상이 나타나게 되었는지를 고찰하는 동시에, 기업특성 변수(기업규모, 신고유무 등)등의 통제 하에 처리공정이 기업의 경제성에 미치는 영향을 구체적으로 실증하였다. 본 연구에서 사용된 데이터는 특정 처리공정에 편향된 구조를 가지고 있기 때문에, 구체적인 가설을 설정하지는 않았고, 기술통계와 위계적 회귀분석 방식을 사용하여 통계분석을 실시하였다.

3. 분석 방법

3.1 자료

본 연구에서는 한국환경공단이 정기적으로 조사하는 폐기물 중간처리업(재활용전문) 허가 및 재활용 신고업체 현황의 2009년 자료를 사용하였다. 이 자료는 우리나라 재활용 실태를 파악하기 위하여 정부에서 수집하는 것으로서, 주된 조사 항목으로는 지역, 폐기물 구분, 허가/신고 여부, 업종, 수탁량/처리량, 처리공정, 판매량과 판매금액, 단가 등이다. 민감할 수 있는 업체정보의 유출을 고려하여 해당업체들의 상호 및 주소 등의 정보는 제공되지 않지만, 본 자료에는 기업의 기본 재무정보인 판매금액, 판매량, 판매 단가의 정보가 포함되어 있기 때문에, 기업들의 수익성을 분석하는데 있어서 이들을 종속변수로 활용할 수 있었다. 기업의 수익성은 판매단가에서 차지하는 비용과 판매량에 의거하여 정확히 계산할 수 있는데, 본 자료에서는 비용에 관한 정보는 포함되어 있지 않아서, 기업의 마진과 비용이 동시에 들어가 있는 판매단가를 이용하여 기업들의 수익성을 간접적으로 파악하고자 하였다. 또한, 이러한 자료의 한계를 보완하고자 전체 6000개 업체 중에 가장 많은 수를 차지하는

폐합성수지를 처리하는 업체들로 제한하여 분석을 실시하였다. 폐합성수지를 처리하는 업체는 약 1000개 업체였으며, 이들 분석대상 기업들 중에서 무상제공 및 자가 사용으로 인하여 판매량, 매출액 그리고 판매단가의 통계가 존재하지 않는 업체들은 분석에서 제외하였다. 분석에 사용된 최종 표본은 754개 업체이다.

본 연구에서는 재활용에 사용하는 폐기물을 폐합성수지로 제한하여 표본을 통제하였는데 이러한 통제를 통한 이점은 다음과 같다. 첫째, 모든 종류의 폐기물을 연구 대상에 포함시킬 경우, 산업별로 또는 품목별로 처리방법에 구조적인 차이가 존재하여, 순수한 공정차이에 의해 발생하는 채산성의 차이를 객관적으로 비교하는 것이 현실적으로 불가능하다. 동일한 폐기물로 분석을 한정하는 것은 투입물을 통제하는 효과가 있으며, 생산된 산출물의 객관적인 비교도 용이하다. 둘째, 폐합성수지는 전체 폐기물 중에서 발생량이 가장 많고, 업체의 수도 가장 많아 분석대상으로서 적절하다고 사료되었고 특히, 다른 폐기물에 비해 절단/파쇄, 용융/성형, 반응/여과 및 연료화의 다양한 처리기술이 개발/이용 되고 있어서, 처리공정 차이에 의한 부가가치를 비교하는 본 연구의 취지에 부합한다고 판단하였다.

3.2 변수의 사용

3.2.1 종속변수

경제성을 평가할 수 있는 판매량, 매출액, 판매단가가 종속변수로 사용되었다. 이들은 정부에서 각 재활용기업의 현황 및 경영성과를 조사할 때 사용하는 지표로서 본 연구에서도 이 세 가지 지표들을 직접 활용하였다. 판매량은 재활용기업에서 폐기물을 수탁 받아서 처리과정을 거친 후 해당년도에 판매한 총량을 의미하며, 매출액은 연간 재생한 제품의 총 판매액을 뜻한다. 단가는 매출액을 판매량으로 나눈 수치로, 재활용 제품 단위당 가격을 나타낸다. 비용에 관한 다른 요소들이 통제되었다면,

판매량이 많을수록 매출액과 판매 단가가 높을수록 기업성과가 좋은 것으로 판단할 수 있다. 판매량이 기업의 성장 및 규모와 관련이 깊은 지표라면 판매 단가는 기업의 수익성과 관련이 있는 지표이고, 매출액은 성장과 수익성을 동시에 반영하고 있는 지표라고 볼 수 있다. 본 연구에서는 종속변수들을 로그변환을 하여 사용하였는데, 이는 종속변수들의 원 데이터에 편향성이 심각하게 존재하여 로그변환을 통해 데이터의 정규성을 확보하는 동시에 신뢰할 수 있는 분석결과를 얻기 위함이다.

3.2.2 기업특성 변수

기업규모는 각 업체에 종사하고 있는 종업원 수의 자연 로그값을 사용하였다. 본 연구에서 분석한 표본기업들은 규모의 편차가 심하고 편향되어 있어, 표본의 이상값을 최소화하기 위하여 로그변환을 하여 사용하였다[14]. 일반적으로 이차 데이터의 기업규모는 공정선택 및 기업성과에 직간접적으로 영향을 줄 수 있다. 큰 기업은 대형투자를 바탕으로 자본집약적인 공정을 선택할 가능성이 높으며, 규모의 경제를 이루어 상대적으로 높은 수익성을 얻을 수 있다. 반대로 영세한 기업은 노동집약적인 단순한 공정을 선호할 수 있다. 이에 기업 규모를 통제변수로 사용하였다.

우리나라의 재활용기업은 시도지사나 지방 환경관리과에 신고를 하거나 허가를 득해야 한다. 허가업체는 법으로 정해진 공장설비 및 기술 등에 관한 요건을 갖춘 후 관리부서에서 폐기물 중간처리업체로 허가를 받은 업체들을 말한다. 신고업체의 경우 1, 허가업체의 경우 0으로 코딩하여 사용하였다. 산업변수와 관련하여 재활용기업의 일부는 폐기물 처리업으로 대부분은 제조업으로 분류된다. 제조업체가 폐기물을 사용하여 재생용품을 생산/판매하는 것을 목적으로 하는 반면에, 폐기물처리업은 폐기물을 최종 매립 및 소각하기 전 중간처리를 맡고 있는 업체들이다. 본 연구에서는 기업이 제조업에 속하는 경우에 1의 값을, 폐기물처리업에 속하는 경우 0의 값을 사용하여 변수를 구성하였다. 수탁

량은 해당 년도에 재활용기업이 수탁한 폐기물의 총량을 의미하며, 이는 재활용기업의 투입물로서 기업의 경제적 성과 및 기업의 효율성을 가능할 수 있는 주요한 변수이다.

3.2.3 독립 변수

재활용하는 대상이 되는 폐기물의 품목에 따라 업체들은 다양한 재생공정을 사용하고 있다. 또한 같은 폐기물이라도 여러 방법을 사용하여 재활용품을 생산할 수 있다. 처리공정 선택에 영향을 주는 요소는 기업이 보유한 기술, 규모, 최종 생산 제품의 종류 등에 따라 상이할 것이다. 고창웅[1]은 폐합성수지 처리공정에 따라 분리, 파쇄, 용융을 주요방법으로 분류했고 한국 플라스틱자원 순환협회는 최종 산출물의 특성에 따라 물리적 재활용, 화학적 재활용, 에너지 재활용으로 구분하였다. 처리공정방식과 최종 산출물의 형태는 서로 관련이 있는데, 파쇄공정은 물질의 크기 형태와 같은 물리적 성질을 변화시키는 과정이며, 화학적 재활용은 폐합성수지의 화학적 처리를 통하여 석유와 같은 액상원료를 추출하는 방법이다. 화학적 재활용에는 반응/여과 등의 방법이 활용될 수 있다. RDF와 같은 고형연료를 생산하는 것은 에너지 재활용으로 분류된다. 본 연구에서는 폐합성수지의 처리공정을 고창웅[1]의 분류에 따라 절단/파쇄, 용융/성형, 연료화, 반응/여과 등의 네 가지로 구분하여 각각을 독립변수로 사용하였다. 처리공정은 범주형 변수이기 때문에 더미변수를 사용하여 회귀분석에서 활용하였다.

3.3 분석 방법 및 모형 안정성(Robustness) 평가

분석을 위해 기술통계, 회귀분석, 두 집단 평균 비교(t-test) 방법이 사용되었다. 연료화와 반응/여과를 처리공정으로 채택한 기업은 표본의 수가 충분치 않아서 분산분석(ANOVA)은 실시할 수 없었다. 분석의 첫 단계로서 처리공정의 차이에 기인하는 기업특성을 파악하기 위하여 상관관계 및 기술

통계를 제시하였다. 두 번째 단계에서는 통제변수나 처리공정변수의 차이가 기업성장에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 앞에서 언급한 판매량, 매출액, 판매단가의 세 가지 종속변수를 채택하여 계층적 회귀분석을 실시하였다. 마지막으로 회귀분석의 결과, 통계적으로 유의한 차이가 없었던 절단/파쇄와 용융/성형 처리공정에 대한 사후분석(post hoc analysis)을 t-test를 이용하여 실시하였다.

회귀분석 모델의 안정성(robustness) 확보를 위하여, 설명변수들 간의 다중공선성 존재여부를 분산확대인자(VIF)값을 통하여 확인하였고, 회귀분석 결과의 신뢰성을 확보하기 위하여 오차들의 정규성을 조사하였다. 조사결과 모든 변수들의 VIF값은 5.0 미만으로서 기준치(10.0)보다 작은 것으로 나타나 다중공선성의 문제는 심각하지 않은 것으로 판단하였고, 오차의 히스토그램을 통해 오차의 분포가 정규분포와 유사한 형태로 분포하는 것을 확인하였다. 마지막으로 변수들 간의 이분산성을 통제하기 위하여 STATA로 회귀분석을 실시할 때 robust 옵션을 사용하였다. 각 변수별로 종속변수에 미치는 상대적 영향력을 파악하기 용이하도록 모든 변수를 표준화 한 후 회귀분석을 실시하여 표준화된 베타 계수 값을 도출하였다.

4. 분석 결과

4.1 기술통계 및 상관관계

<표 1>은 변수 간 상관관계를 보여준다. 흥미로운 부분은 판매량과 매출액 그리고 판매단가 간 상관관계의 차이이다. 판매량과 매출액($r = 0.77$) 그리고 매출액과 판매 단가($r = 0.82$) 사이에 높은 상관관계를 보이고 있으나 판매량과 판매 단가($r = 0.28$) 사이의 상관계수는 비교적 낮은 것을 볼 수 있다. 판매량과 판매단가 간의 상관계수($r = 0.28$)가 비교적 낮은 이유는 판매량이 기업의 규모나 재활용 산업의 성장성을 측정하는 변수인 반면에 판매단가는 기업의 수익성을 측정하는 이질적인 성과

항목이기 때문이다.

4.2 처리공정별 기업특징

<표 2>에서는 처리공정별 변수들의 기술통계를 정리하였다. 전체 표본의 약 65%를 차지하는 대부분의 기업이 절단/파쇄 공정을 사용하는 것으로 나타났다. 용융/성형 공정은 전체 표본의 약 32%의 기업이 사용하는 것으로 나타났다. 반면 연료화와 반응/여과 공정을 사용하는 업체의 비율은 각 1% 정도로 극히 미미하였다. 약 60여 개의 기업들이 폐합성수지를 연료화한다고 신고하였지만, 이들 중 대부분은 무상공급 및 자가 사용을 하는 기업들이어서 판매기록이 전무하였다. 경영성과 측정이 불가능한 이들 기업을 제외한 8개의 기업들이 최종 분석에 사용되었다.

처리공정별 업체들의 분포를 고려해 볼 때, 현재 우리나라에서 폐합성수지를 재활용하는 가장 보편적인 방법은 절단/파쇄 혹은 용융/성형 방법임을 알 수 있다. Keco의 설문 조사가 지자체나 정부기관에서 파악이 되지 않는 일부 영세기업들을 제외한 전국의 모든 재활용 허가 및 신고업체들을 대상으로 진행된 것을 고려할 때, 폐합성수지 재활용업체들의 대부분은 비교적 간단하고 용이한 물리적 처리공정을 통하여 제품을 생산하고 있음을 알 수 있다. 이는 재활용산업의 질적 향상이 아직 초보단계라고 보고하고 있는 여러 문헌들[10, 22]을 뒷받침하는 증거로 볼 수 있다.

종업원 수는 연료화를 하는 업체들이 평균 62명으로 가장 큰 규모를 보였고, 반응/여과 공정을 사용하는 기업이 11명으로 절단/파쇄 혹은 용융/성형 공정을 쓰는 업체의 약 8~9명보다 조금 큰 것을 알 수 있다. 재활용의 투입물로 사용하는 폐합성수지의 수탁량은 연료화 기업이 가장 컸고, 그 다음은 반응/여과, 용융/성형, 절단/파쇄의 순으로 이어졌다. 처리공정별 수탁량의 차이는 기업규모와 관련이 있으며, 규모의 경제 및 생산원가에도 영향을 미친다. 연료화 공정을 수행하기 위해서는 대규모

의 설비를 필요로 하며, 이를 통하여 상당량의 폐기물을 처리하고 있음을 알 수 있다.

신고여부와 산업구분을 살펴보면 절단/파쇄, 용융/성형 그리고 반응/여과의 공정에 있어서는 신고업체와 제조업에 속하는 기업의 수가 모두 80%를 넘지만 연료화 공정의 경우 신고업체가 38%, 제조업에 속한 기업이 63%로 다른 처리공정에 비하여 그 비율이 낮았다. 이러한 통계치는 폐기물의 연료화가 대형설비를 갖춘 허가업체를 중심으로 이루어지고 있으며, 조사대상인 8개 기업 중에서 3개가 제조업이 아닌 폐기물 처리업으로 업태가 분류되었음을 의미한다.

처리량과 판매량을 보면 수탁량과 유사한 패턴을 보이고 있으나, 한 가지 차이점은 반응/여과 공정을 사용하는 기업들의 판매량이 처리량 대비 매우 작다는 것이다. 절단/파쇄, 용융/성형, 연료화는 약 93~94%의 처리량대비 판매율을 보이거나 반응/여과 공정의 경우에는 처리량 대비 판매율이 약 50%에 불과하다. 물리적 혹은 기계적 변화를 통해 재생된 제품의 경우에는 처리량 대비 판매량이 유사하지만 반응/여과의 방법은 폐기물의 화학적 처리를 통하여 원료를 뽑아내는 공정이므로, 투입물의 화학적 조성의 변화를 통한 물질의 추출로 인해 최종재의 전체 용적이 작아지고 있음을 시사하고 있다. 궁극적으로는 첨단 기술개발을 통해 이 비율을 높이는 것이 연료화 산업의 상업적 성공여부에 관련이 될 것이다.

매출액은 전체 판매량에 의해 발생한 금액으로 측정되었다. 매출액은 절단/파쇄 공정이 다른 처리공정에 비하여 낮았고, 가장 높은 매출액을 보인 것은 용융/성형 공정이다. 판매단가는 매출액을 제품 판매량으로 나누어 얻은 금액이다. 이를 보면 연료화 공정이 가장 단가가 낮았고, 반응/여과 공정의 판매단가가 다른 처리공정에 비하여 월등히 높은 것으로 나타나, 반응/여과를 통한 원료의 추출이 낮은 수율(50%)에도 불구하고 상대적으로 부가가치가 높은 영역임을 짐작할 수 있다. 그러나 본 결과표는 기술통계를 바탕으로 각 처리공정을 선택한 집단 별 평균의 값을 의미하는 것으로, 단가에 영향을 주는 다른 요소들이 통제되지 않았으므로 신중한 해석이 필요하다.

업체수를 보면 절단/파쇄 처리공정을 사용하는 기업이 비교적 많은데, 이는 절단/파쇄 공정이 상대적으로 설비투자가 저렴하기 때문이다. 또한 절단/파쇄처리를 거친 폐합성수지는 최종재로서 도로포장에 쓰이거나 용융/성형, 연료화, 반응/여과 업체에 원자재로 공급되는 등 다양한 시장접근이 가능하기 때문이다.

평균적으로 절단/파쇄처리 업체에 비해 반응/여과 업체의 판매량은 낮지만 매출액은 비슷하다. 판매단가로 비교하자면 반응/여과 업체의 단가가 절단/파쇄 업체에 비해 높고, 연료화의 경우는 절단/파쇄 업체에 비해 판매량은 많으나 매출액이 비슷하여 판매단가가 낮게 나타난다. 이는 기술적으로

〈표 1〉 주요변수의 상관관계

변수	평균	S.D.	1	2	3	4	5	6	7
1. ln(판매량)	5.92	1.66	1.00						
2. ln(매출액)	18.90	2.80	0.77**	1.00					
3. ln(판매단가)	12.98	1.78	0.28**	0.82**	1.00				
4. ln(규모)	1.57	0.94	0.39**	0.25**	0.02	1.00			
5. 신고유무(신고 = 1/허가 = 0)	0.94	0.23	-0.06	0.04	0.12**	-0.10**	1.00		
6. 산업(제조 = 1/폐기물처리 = 0)	0.94	0.95	0.05	0.07*	0.06*	-0.02	0.16**	1.00	
7. ln(수탁량)	5.99	1.67	0.95**	0.72**	0.24*	0.38**	0.39**	-0.08*	1.00

주) ** p < 0.01, * p < 0.05, + p < 0.10.

〈표 2〉 폐합성수지 재활용 처리공정별 변수들의 기술통계

	절단/파쇄	용융/성형	연료화	반응/여과
표본 수	490	245	8	11
종업원 수	8.99	8.31	61.88	11.09
신고업체 수	456(93%)	242(96%)	3(38%)	9(81%)
제조업체 수	464(95%)	234(96%)	5(63%)	10(90%)
수탁량(ton)	954.39	1125.10	7558.27	1291.66
처리량	954.10	1099.20	7497.29	1240.81
판매량(ton)	882.59	1041.99	6988.25	623.04
처리량대비 판매량(%)	93%	94%	93%	50%
매출액(1,000원)	482,000	715,000	502,000	487,000
단가(1,000원)	625.00	731.00	118.00	1,000.00

도 폐합성수지의 처리공정별로 기업성과의 차이가 존재함을 시사한다.

4.3 처리공정과 기업성과와의 관계

〈표 3〉에서는 판매량과 매출액 그리고 판매단가를 각각 종속변수로 하여 처리공정별로 종속변수에 미치는 영향의 차이가 있는지를 살펴보았다. 먼저 종속변수로 판매량을 사용하여 통제변수(기업 크기, 신고여부, 산업, 수탁량)와 종속변수와의 관계를 분석한 모형 1의 결과를 살펴보면, 통계적으로 유의한 유일한 변수는 양(+)의 효과를 미치는 수탁량으로서, 수탁량이 많은 기업들이 판매량도 많음을 의미한다($\beta = 0.746, p < 0.01$). 회귀분석 모형 2에서는 독립변수로서 네 개의 처리공정 변수를 추가하여 각 변수들이 판매량에 미치는 영향력을 살펴보았다. 각각의 처리공정은 범주형 변수이므로, 가장 많은 업체수가 속한 절단/파쇄기업들을 기준으로 다른 처리공정이 종속변수에 미치는 영향을 비교 가능하도록 더미변수를 사용하여 모형을 설정하였다. 모형 2에서 보면, 반응/여과 공정만이 판매량에 음(-)의 방향으로 유의한 것으로 나타났으며($\beta = -0.079, p < 0.05$), 이러한 결과는 기업이 반응/여과의 공정을 채택하였을 경우 절단/파쇄를 사용함에 비해 판매량이 작아질 수 있음을 의미하는데 이는 앞서 기술통계에서 제시한 수탁량 대비 판매

량의 수율이 다른 처리방식은 모두 90%가 넘지만 반응/여과 방법에서는 50% 정도에 불과하다는 것을 고려해 볼 때 일관성 있는 결과이다. 그러나 모형 2의 설명력(R^2)은 모형 1과 비교하여 약 1%의 미미한 증가를 보여, 처리공정이 기업의 판매량을 설명하는 주요한 변수라고 결론짓기는 어렵다.

모형 3과 모형 4에서는 매출액을 종속변수로 채택하여 통제변수와 독립변수의 영향력을 살펴보았다. 모형 3에서는 통제변수들과 매출액과의 관계를 보여주는데, 허가업체보다 신고업체의 매출액이 높은 것을 알 수 있고($\beta = 0.236, p < 0.01$), 안정적으로 수탁량을 공급받는 기업이 매출액도 많았다($\beta = 0.437, p < 0.01$). 하지만, 수탁량과 매출액의 관계는 판매량과 수탁량과의 관계($\beta = 0.746$)보다는 강하지 않게 나타나는데, 이는 수탁량과 판매량이 수량을 직접 측정하는 물리적인 변수들이 반면에 매출액은 부가가치를 포함하는 재무적 변수라는 차이에에서 발생하는 결과로 여겨진다.

모형 4에서는 통제변수와 처리공정을 동시에 독립변수로 설정하여 처리공정의 차이와 종속변수인 매출액과의 관계를 살펴보았다. 처리공정의 추가로 인해 설명력이 약 3% 증가하였으며, 부분적으로 처리공정의 차이가 매출액에 유의한 영향력을 미치는 것으로 나타났다. 모형 2의 분석과 비교했을 때, 처리공정의 차이가 판매량보다는 매출액에 더 작용하고 있음을 나타낸다. 특히 통제변수의 영향력

〈표 3〉 회귀분석 결과

변수	종속변수(판매량)		종속변수(매출액)		종속변수(단가)	
	모형 1	모형 2	모형 3	모형 4	모형 5	모형 6
기업규모	0.004	0.008	-0.022	-0.014	-0.039 ⁺	-0.030
신고/허가(신고 = 1)	0.086	0.051	0.236 [*]	0.146 [*]	0.280 [*]	0.176 [*]
산업(제조업 = 1)	-0.053	-0.071	0.003	-0.041	0.040	-0.012
수탁량	0.746 ^{**}	0.748 ^{**}	0.437 ^{**}	0.443 ^{**}	0.149 ^{**}	0.157 ^{**}
처리공정						
용융/성형		0.001		0.032		0.040
연료화		-0.341		-0.883 [*]		-1.030 ^{**}
반응/여과		-0.079 [*]		0.090 ⁺		0.172 [*]
샘플수	754.00	754.00	754.00	754.00	754.00	754.00
모형 p값	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R ²	0.91	0.92	0.53	0.56	0.08	0.13

주) ** p < 0.01, * p < 0.05, + p < 0.10.

을 고려할 경우, 연료화 공정은 매출액에 대하여 음(-)의 영향력($\beta = -0.883$, $p < 0.05$)을, 반응/여과 공정은 양(+)의 영향력($\beta = 0.090$, $p < 0.10$)을 보이고 있다. 이는 통제가능한 모든 조건들이 동일하다고 가정할 경우 연료화 공정은 높은 판매량에도 불구하고 절단/파쇄 공정에 비해서 시장성이 떨어지는 것으로 보인다.

모형 5와 모형 6에서는 판매 단가를 종속변수로 채택하여 각각의 통제변수 및 독립변수와의 관계를 분석하였다. 모형 5의 결과를 살펴보면 기업규모, 신고유무, 수탁량이 제품단가에 유의한 영향력을 보이고 있었다. 이전 모형들에서는 기업규모가 판매량과 매출액에 영향을 주는 유의한 변수가 아니었지만, 모형 5에서는 기업규모가 커질수록 판매단가가 낮아지는 것으로 나타났다($\beta = -0.039$, $p < 0.05$). 반면에 모형 6에서는 기업규모의 판매단가에 대한 영향력이 유의하지 않은 것으로 나타났는데, 이 결과는 공정의 차이에 의한 판매단가의 차이가 기업규모가 판매단가에 미치는 영향을 상쇄시키기 때문이다. 특히 연료화 공정을 채택하고 동시에 규모가 큰 기업들이 생산하는 연료의 단가가 매우 저렴하기 때문에 이러한 결과가 나온 것으로 추측된다.

또한 앞선 모형 3, 모형 4의 결과와 마찬가지로 모형 5에서도 허가업체보다 신고업체들이 판매 단가가 높은 것을 볼 수 있으며($\beta = 0.280$, $p < 0.05$), 수탁량이 많은 업체일수록 판매단가가 높다는 것을 보여주고 있다($\beta = 0.149$, $p < 0.01$).

모형 6에서는 통제변수 외에 처리공정을 독립변수로 하여 처리공정별로 제품 판매 단가에 미치는 영향을 살펴보았다. 회귀분석 결과를 살펴보면 연료화의 경우 절단/파쇄 공정보다 낮은 판매단가를 형성하고 있고($\beta = -1.030$, $p < 0.01$) 반응/여과 공정의 경우 절단/파쇄 공정보다 높은 판매단가를 보여주고 있다($\beta = 0.172$, $p < 0.05$). 또한 앞서 판매량과 매출액을 종속변수로 채택한 모형들과 비교하여, 판매 단가를 종속변수로 채택할 경우 처리공정 변수들의 설명력이 가장 높아짐을 볼 수 있다. 판매량의 경우 모형 1을 모형 2로 변환한 경우에 R²의 값이 1% 상승하였고, 매출액의 경우 모형 3과 비교하여 모형 4에서 R²값이 3% 증가하였다. 반면에 판매단가를 종속변수로 사용한 모형 6에서는 모형 5에 비해 R²값이 약 5% 상승하였다. 이는 폐기물 처리공정 간의 차이가 판매량 및 매출액보다는 재생산제품의 부가가치를 나타내는 판매 단가

에 더 큰 영향을 미치고 있음을 시사한다.

회귀분석 결과 반응/여과 공정은 연료화나 절단/파쇄의 공정보다 판매단가가 높은 산출물을 재생해 낸다는 사실을 통계적으로 지지하였지만 용융/성형 공정은 절단/파쇄 공정과 유의한 차이를 보이지 않았다. 이에 파쇄/절단과 용융/성형 두 공정만을 가지고 t-test를 사용하여 두 집단 간에 종속변수 및 다른 변수들의 평균값이 차이를 보이고 있는지를 살펴보았다. <표 4>에 정리된 결과를 살펴보면, 두 처리공정 간에 기업규모, 수탁량, 처리량, 판매량에 있어서는 유의한 차이를 보이지 않았지만, 매출액과 판매단가에 있어 유의한 차이가 있음을 보여주고 있다. 즉, 절단/파쇄의 공정을 사용하는 기업들이 용융/성형의 공정을 사용하는 기업들에 비해 매출액과 판매단가가 낮다는 것을 볼 수 있다. 이는 앞서 회귀분석 결과에서는 두 집단 간의 차이가 유의하게 나타나지 않았지만 두 공정간에 실질적인 경제성의 차이가 있음을 보여주는 결과이다.

위와 같은 결과를 해석함에 있어서 주의해야 할 점은 폐합성수지를 절단/파쇄 후 다시 용융/성형하여 단열재, 고무대야 혹은 팔레트 같은 다양한 제품을 제조하여 판매하는 경우도 있다는 사실이다. 즉 용융/성형 및 절단/파쇄의 공정을 병행하는 기업들이 존재하고, 이들은 가치창출의 프로세스를 추가하여 보다 큰 수익을 내고 있었지만, 회귀분석에서는 이러한 효과를 구체적으로 밝힐 수는 없었다.

<표 4> 폐합성수지 절단/파쇄와 용융/성형 간 평균 비교

변수	절단/파쇄 (n = 490)	용융/성형 (n = 245)	p값
종업원 수	8.99	8.31	0.747
수탁량	972.39	1125.09	0.210
처리량	954.10	1099.20	0.138
판매량	882.59	1041.99	0.130
매출액	482,000,000	715,000,000	0.001
단가	625,228	731,014	0.002

5. 결론 및 시사점

본 연구에서는 재활용산업이 활성화되기 위해서는 일반산업과 같이 경제성을 제고하는 것이 중요하다는 전제 하에 재활용기업의 처리공정 현황을 제시하고 처리공정과 관련이 있는 기업특징 요인들을 살펴본 후, 처리공정과 경제성과의 관계를 실증하였다. 본 연구의 결과와 그 시사점들을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 처리공정의 선택은 기업규모와 밀접한 관련이 있다. 일반적으로 재활용산업은 영세한 업체들이 주로 분포하는 산업으로 알려져 있다. 2009년 김태희 등[7]의 연구에 의하면 폐합성수지를 재활용하는 업체들 가운데 80% 이상이 10인 미만의 소규모 기업이다. 본 연구에서는 약 90% 이상의 기업이 10인 이하의 사업장인 것으로 나타났다. 처리공정별 종업원 수의 차이를 비교해 보면 절단/파쇄 혹은 용융/성형과 같이 물리적 공정을 사용하는 업체들의 규모가 연료화와 반응/여과 공정을 가진 업체에 비하여 작은 것을 확인할 수 있었다. 특히, 연료화 기업들의 규모가 상대적으로 큰 이유는 소각 또는 매립할 폐합성수지를 기본 에너지로 전환하는 공정이 대규모 시설을 필요로 하기 때문이다. 연료화를 채택한 재활용기업의 경우 제조업이 아닌 폐기물 중간처리업으로 허가된 기업이 많은데, 이는 연료화에 필요한 시설들이 규모의 경제를 필요로 하는 동시에 제품의 생산 및 판매보다는 폐기물처리에 주목적을 두고 있기 때문이다.

둘째, 신고업체가 허가업체보다 판매량, 매출액, 판매 단가가 높은 것으로 나타났다. 이는 신고업체들은 대부분 제조업종에 속하여 재생물질의 생산과 판매에 주력을 두고 있고, 허가업체들은 주로 재생산 공급사슬의 초기단계에서 판매단가가 낮은 폐기물 처리에 주력하고 있어서 발생하는 구조적인 문제이다. 또한 허가업체들은 신고업체보다 비교적 기업규모가 큰 것으로 나타났다(신고업체의 평균 종업원 수 : 9명/허가업체의 평균 종업원 수 : 11명). 폐합성수지의 경우 대부분 업체들이 신고업체이지

만 연료화를 담당하는 업체들은 대부분 허가업체임을 고려할 때 허가/신고 여부가 처리형태와 일정 부분 관련이 있어 기업규모도 함께 영향을 받는 것으로 사료된다.

셋째, 처리공정의 구조적인 차이는 판매량, 매출액, 판매단가의 모든 종속변수에 영향을 주지만, 특히 판매단가에 가장 큰 영향력을 미치는 것으로 판명되었다(약 5%의 R^2 증가). 이러한 결과는 동일한 폐기물이라 할지라도 재활용기업의 처리공정의 선택에 따라서 재생품의 시장성 및 수익성에 차이가 있음을 객관적으로 입증하고 있다. 유사한 결과가 기존연구들을 통해서도 직간접으로 제시된 바 있다. 폐컴퓨터를 처리하는 재활용기업들의 경제성을 비교분석한 민달기 등[9]의 연구에서는 단순과쇄보다 화학적 처리를 통하여 유가금속을 제련하는 것이 경제성이 큰 것으로 조사되었다. 따라서 재활용산업의 지속가능성을 위해서는 신기술을 바탕으로 한 처리공정의 도입과 개발이 꾸준히 이루어져야 하며, 고부가가치를 창출할 수 있는 잠재력 있는 미래형 처리공정 기술에 대한 정부의 정책적인 지원이 필요할 것으로 사료된다.

넷째, 이러한 기술력 중심의 수익구조에도 불구하고 대부분의 신고업체들은 화학적 기술보다는 투자비용이 적게 들고 물리적으로 폐기물을 처리하는 공정기술인 절단/과쇄에 의존하고 있다. 이희선[17]의 연구에서 627개 재활용기업을 대상으로 설문조사한 결과를 보면 조사기업의 6.4%에 불과한 36개의 기업만이 특화된 산업폐기물 자원화기술을 보유하고 있는 것으로 나타났다. 기업들의 보유기술은 대부분이 수거나 선별, 또는 열회수와 같은 단순처리기술이 대부분을 차지하여 경제적 가치가 매우 낮았다. 또한 고부가가치의 특정한 원자재를 회수하기 위한 기술을 가진 업체의 비율은 30%도 되지 않는 것으로 나타났다.

다섯째, 재생품을 안정적으로 생산하기 위해서는 적절한 수탁량의 확보가 중요하며, 폐기물 수집을 위한 공급망 구축의 문제도 종합적으로 고려해야 한다. 본 연구에서도 수탁량은 모든 성과변수에 영

향을 미치는 주요한 독립변수로 판명되었다. 일반 기업들이 재활용산업의 성장성에는 동의하지만 실질적으로 재활용산업에 진입하지 못하는 이유는 폐기물 공급의 불안정성에 원인이 있다[13, 15]. 폐기물 원자재 수급을 안정화하는 것은 민간의 단독노력으로 불가능한 사안이므로, 폐기물 수거를 위한 사회적 기반을 확충하기 위하여 정부예산의 확보와 지원이 절실히 요구된다. 이러한 노력들은 시장진입의 벽을 낮추어 폐기물 재생산업의 활성화를 이루는 동시에 산업전체의 경제성 확보에도 긍정적인 역할을 할 것이다.

기존의 연구들이 주로 사례를 통한 비용편익 분석을 중심으로 이루어진 반면에, 본 연구에서는 공정선택 및 기업성과에 관한 이차 데이터를 이용하여 계량경제학적인 분석을 실시하였다. 즉 대규모 표본을 바탕으로 처리공정과 판매량, 매출액, 판매단가와 관계 분석하여 재활용기업들의 공정처리가 경제성에 미치는 영향력을 구조적으로 살펴 보았다.

처리공정은 기업의 모든 역량이 집중되는 중요한 가치창출의 과정이지만 현실적으로 기업들의 공정에 관한 구체적인 자료를 구하기가 어렵다. 처리공정과 기업의 수익성과의 관계를 연구한 논문들이 환경공학 등의 분야에서 출판되었지만, 그 표본의 수가 많지 않았고, 성과비교에 연구목적을 두어 재활용산업의 경제성에 영향을 미치는 원인변수들을 심도 있게 밝히지는 못했다. 본 연구에서는 상대적으로 많은 표본을 이용하여 재활용기업의 구조적인 변수들과 처리공정이 기업성과에 미치는 영향을 분석하고, 보다 신뢰성 있으며 일반화할 수 있는 결과를 도출하고자 하였다.

자원순환에 관한 연구는 사회적 중요성에 비해, 체계적인 방법론과 이론이 정립되지 않고 있다. 연구의 수적 질적 부재로 인하여 재활용기업들의 특성과 행태에 관한 일반적인 이해가 부족한 것이 현실이다. 이에 재활용기업 활동의 특수성과 운영상의 특징을 파악하고자 한 본 연구는 이 산업에 대한 이해를 넓히고 향후 재활용기업들이 경제성을

높이는 데 필요한 전략적 방향에 대하여 시사점을 제공하고 있다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 폐기물의 차이에서 오는 구조적인 결과의 상이성을 통제하기 위하여, 우리는 폐합성수지를 재활용하는 업체만을 대상으로 연구를 실시하였다. 따라서 본 연구의 결과를 다른 종류의 폐기물 재활용 산업에 연결하여 해석하는 것은 주의를 필요로 한다. 둘째, 이차 데이터의 수집의 한계로 인하여 생산비용에 관한 부분을 고려하지 못한 상태에서 판매단가를 중심으로 기업의 수익성을 분석하였다. 비용 혹은 원가에 대한 정보를 안다면 우리가 일반적으로 사용하는 재무제표상의 영업이익을 계산할 수 있기 때문에 매출액이익율 및 영업이익이익율 등의 수익성지표를 추가적으로 사용할 수 있으나 본 연구에서는 이차데이터의 한계로 이를 사용할 수는 없었다. 따라서 같은 처리공정을 채택한 재활용기업들의 생산비용이 크게 격차가 날 수 있는 가능성을 고려하여, 본연구의 결과를 보수적으로 해석할 필요가 있다. 셋째, 본 연구는 폐합성수지를 재활용하는 업체들의 2009년 실적을 바탕으로 진행된 횡단연구로서 산업 환경의 변화에 따른 동태적 측면을 고려하지 못하였다. 넷째, 각 공정별 샘플의 수가 비례적으로 충분하지 않아서 모수적 통계 분석을 실시하기가 어려웠다. 그러나 본 연구에서 사용된 자료는 국가에 재활용기업으로 신고 또는 허가된 모든 업체들을 포함한 데이터로서, 사실상 폐플라스틱을 재활용하는 거의 모든 업체들의 정보를 담고 있다고 볼 수 있다. 추후 연구에서 위에 예시한 한계점들이 보완된다면, 재활용기업의 공정처리 선택의 이유, 경제성, 이들의 장기적 추세와 동태성을 보다 깊이 이해할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 고창웅, “지역 폐플라스틱 처리공정에 관한 연구”, 『생산과학기술연구논문집』, 제2권(1997), pp.41-47.
- [2] 김건국, 자용철, 이소라, 이승욱, 정미정, 전태완, 신성경, “폐합성수지 재활용 시설에서의 물질 흐름분석을 통한 실질 재활용률 산정”, 『한국폐기물자원순환학회지』, 제30권, 제2호(2013), pp.136-143.
- [3] 김규연, “유기성폐기물 처리방법별 환경성 및 경제성 평가”, 『유기성자원학회지』, 제14권, 제1호(2006), pp.50-61.
- [4] 김길선, 김재환, 김희탁, 서창적, 어운양, 유시정, 유한주, 황복주, 『디지털 시대의 생산시스템과 SCM』, 법문사, (2004), pp.301-302.
- [5] 김정대, 김대근, 남상철, “폐합성수지 연료화에 따른 시멘트 소성로의 대기 오염물질 배출 특성”, 『한국폐기물자원순환학회지』, 제28권, 제8호(2011), pp.825-830.
- [6] 김정훈, “재활용산업 육성을 위한 세제 및 금융 지원 정책”, 한국정책과학회 2007년 춘계학술대회, 2007.
- [7] 김태희, 공성호, 이희선, “재활용 특화단지 조성을 위한 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률의 개정 방향”, 『한국폐기물자원순환학회지』, 제26권, 제5호(2009), pp.467-472.
- [8] 김학윤, 배현균, “자원재활용의 현황과 개선점”, 『환경과학논집』, 제16권, 제1호(2012), pp.241-248.
- [9] 민달기, 이희선, 김태희, “경인지방 폐컴퓨터 재활용업체의 경제성 평가에 관한 연구”, 『환경관리학회지』, 제10권, 제4호(2004), pp.273-279.
- [10] 박영원, “재활용정책의 현황과 개선방안 : 지방자치단체 산하 재활용센터의 실태조사를 중심으로”, 『한국공공관리학보』, 제22권, 제3호(2004), pp.103-131.
- [11] 박찬혁, 정재춘, 이재웅, 김영준, 최석순, “폐가전제품의 재이용 및 재활용 활성화 방안에 대한 연구”, 『폐기물자원화』, 제11권, 제2호(2003), pp.74-85.
- [12] 사득환, “폐기물 관리의 특성과 환경 정책 방향”, 『환경정책』, 제18권, 제3호(2010), pp.73-99.

- [13] 안형기, 임정빈, “재활용 촉진을 위한 정책기제 개발”, 『한국정책과학학회보』, 제17권, 제1호(2013), pp.273-303.
- [14] 이기환, 윤병섭, “사내벤처캐피탈이 기술혁신에 미치는 파급효과 : 한·미 비교”, 『기업경영연구』, 제14권, 제1호(2007), pp.55-66.
- [15] 이명수, “재활용산업의 현황 및 육성방안”, 『환경정책심포지엄 자료집』, 국회 지속가능발전을 위한 환경정책연구회, 2006.
- [16] 이정임, 임동순, “음식물 쓰레기 자원화 방식에 따른 경제성 분석”, 『폐기물자원화』, 제11권, 제2호(2003), pp.46-52.
- [17] 이희선, “폐기물 자원화 기술의 고급화 방안 : 유해폐기물을 중심으로”, 『한국환경정책평가연구원』, 1999.
- [18] 정영훈, 김각규, 이상헌, “역물류 환경을 고려한 복수차고지 다용량 차량경로문제”, 『경영과학』, 제29권, 제1호(2012), pp.89-99.
- [19] 정재춘, 이재웅, 박찬혁, 김영준, 최석순, “도시 쓰레기 처리방법별 및 음식물 쓰레기의 처리 방법별 경제성 분석”, 『폐기물자원화』, 제11권, 제2호(2003), pp.9-16.
- [20] 정현태, 조성진, 김정훈, 서용철, 유태욱, 홍준희, “자동차 폐유리의 특성 및 폐유리를 이용한 인조대리석 제조 기술 연구”, 『한국폐기물학회지』, 제23권, 제5호(2006), pp.359-365.
- [21] 지창훈, 김미이, 이영훈, “배달과 수집을 수행하는 차량경로문제 휴리스틱에 관한 연구 : 수도권 레미콘 운송사례”, 『경영과학』, 제24권, 제2호(2007), pp.43-56.
- [22] 한국환경자원공사, 『생산자책임재활용제도 개선방안에 관한 연구』, 2005.
- [23] 한용호, “역물류 네트워크 모델의 최적화를 위한 협력적 공진화 알고리즘”, 『경영과학』, 제27권, 제3호(2010), pp.15-31.
- [24] 한주성, “재생용 사업의 입지적 특성”, 『한국지역지리학회지』, 제10권, 제4호(2004), pp.775-786.
- [25] Krajewski, L.J. and L.P. Ritzman, *Operations Management : Processes and Value Chains*, 7th edition, Pearson/Prentice Hall, 2005.
- [26] Menguc, B. and L. Ozanne, “Challenges of the green imperative : a natural resource-based approach to the environmental orientation-business performance relationship,” *Journal of Business Research*, Vol.58, No.4 (2005), pp.430-438.
- [27] Sarkis, J. and J.J. Cordeiro, “An empirical evaluation of environmental efficiencies and firm performance : Pollution prevention versus end-of-pipe practice,” *European Journal of Operational Research*, Vol.135, No.1(2001), pp.102-113.
- [28] Savaskan, C., S. Bhattacharya, and L.N. Van Wassenhove, “Closed-loop supply chain models with product remanufacturing,” *Management Science*, Vol.50, No.12(2004), pp.239-252.