

사례분석을 통한 사용 후 가구 재제조의 경제적·환경적 효과 분석

이종효* · §강홍윤* · 황용우** · 황현정****

*인하대학교 순환경제환경시스템전공, **인하대학교 환경공학과, ***국립환경과학원 환경자원연구부 자연환경연구과

Analysis of Economic and Environmental Effects of Remanufactured Furniture Through Case Studies

Jong-Hyo Lee*, §Hong-Yoon Kang*, Yong Woo Hwang** and Hyeon-Jeong Hwang****

**Program in Circular Economy Environmental System, Inha University*

***Department of Environmental Engineering, Inha University*

****Natural Environment Research Division, Environmental Resources Research Department, National Institute of Environmental Research, Republic of Korea*

요 약

가구 산업은 부가가치 창출의 가능성이 높고 중소기업이 주축이 되어 있는 산업 특성상 일자리 창출 여력이 크다. 그러나, 최근 사용 후 가구의 처리 동향을 살펴보면 재사용 가치가 충분한 사용 후 가구마저도 파쇄되어 고형연료(SRF)로 활용되고 있는 사례가 많으며, 폐기물 처리업체는 지속적으로 감소하면서 폐목재 적체 현상으로 이어지고 있다. 이 같은 문제를 해결하기 위한 방안으로, 순환이용효율성이 높은 사용 후 가구 재제조 비즈니스 모델을 제안하고자 한다. 재제조는 자원 및 에너지 절감 효과가 크고, 고용창출 효과가 높다는 점에서 사용 후 가구에 적용 시 산업경제적 파급효과가 클 것으로 사료된다. 이에 본 연구에서는 해외의 사용 후 가구 재제조 과정을 분석하여 그 특성을 파악하고 이를 바탕으로 경제성 및 환경성 분석을 수행하였다. 경제성 분석 결과, 1인 사업장 기준으로 사용 후 가구 재제조를 통한 연간 예상수익은 약 104백만원, B/C 분석결과는 30으로 높은 사업성을 확보하는 것으로 나타났다. 이는 우리나라 1인 근로자 가구 연평균 소득의 3.11배(연평균 소득은 33백만원)에 달하는 수준이며, 같은 중량의 SRF로 재자원화할 경우의 수익 325천원보다 320배 높은 수준이다. 또한, 환경성 분석결과, 기존의 목재펠릿으로 가공하는 재자원화보다 재제조함으로써 얻을 수 있는 연간 온실가스 저감효과는 연간 2.2 tCO₂-eq.이며, 이는 소나무 937그루 또는 신갈나무 622그루가 연간 흡수하는 온실가스의 양과 유사한 수치이다. 이러한 연구 결과는 폐기단계에서 경제적 환경적 효과를 고려한 재자원화 방법을 우선 적용하는 것이 중요함을 시사해준다.

주제어 : 가구산업, 재제조, 폐목재, 경제적/환경적 효과, 순환경제

Abstract

The furniture industry has a high possibility to create value-added and a high potential to create new occupations due to the characteristics of the industry, which mainly consists of small and medium-sized enterprises (SMEs). However, the used furniture, which has sufficient reuse value, is also crushed and used as solid refuse fuel (SRF) recently. Besides, the number of

· Received : October 7, 2022 · Revised : October 19, 2022 · Accepted : October 19, 2022

§ Corresponding Author : Hong-Yoon Kang (E-mail : kanghy@inha.ac.kr)

Program in Circular Economy Environmental System, Inha University, 1516, 15F, Hightech Center, 100 Inha-ro, Michuhol-gu, Incheon 22212, Korea

©The Korean Institute of Resources Recycling. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

waste treatment companies continues to decrease, and it occurs congestion of wood waste. As a way to solve the issue, a business model development of remanufacturing used furniture can be suggested as an alternative due to its high circular economic efficiency. Remanufacturing business including furniture industry creates positive effects in various aspects such as economic, environmental and job creation. In other words, remanufacturing is an effective recycling way to reduce input resources and energy in the production process. The results of economic analysis show that the expected annual revenue from the single worker furniture remanufacturing site was 104 million won which is 3.11 times more than the average income of a single-worker household in Korea and its B/C ratio was estimated about 30 which means high business feasibility. Revenue through furniture remanufacturing also showed 320 times higher than that of SRF production from the perspective of weight. In addition, it is shown that the GHGs reduction from the furniture remanufacturing is 2.2 ton CO₂-eq. per year, which is similar to the amount of GHGs absorption effect of 937 pine trees or 622 Korean oak trees annually. Thus the results of this study demonstrate that it is important to adopt an appropriate recycling method considering the economic and environmental effects at the end-of-life stage.

Key words : Furniture Industry, Remanufacturing, Wood Waste, Economic and Environmental Effects, Circular Economy

1. 서 론

사용 후 가구는 폐기물 처리시설 용량 부족 문제 및 소각처리 비용문제로 인하여 생활폐기물 처리 대행업체에 의해 수거되어 집하장에서 분리·해체되며, 이 과정에서 발생한 폐목재는 고품연료(이하 SRF)로 가공되는 것이 최근의 일반적 추세이다. 그러나, 국내 SRF 가공 설비 부족 및 재활용 업체의 폐업 증가는 처리되지 않고 방치되는 사용 후 가구의 적체 현상으로 이어지고 있다. 이러한 상황 속에 재제조 방식의 재자원화 비즈니스를 사용 후 가구에 적용 시 폐기물 적체 현상의 해소는 물론 경제적·환경적으로도 매우 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다. 재제조는 기존 물질재활용에 비해 상대적으로 자원·에너지 절감 및 고용창출 효과 등 산업경제적 파급효과가 매우 크기 때문이다¹⁾.

이에 본 연구에서는 최근 사회적으로 문제가 되고 있는 사용 후 가구 적체 현상의 해결 방안을 모색하고자 재제조를 통한 경제적, 환경적 효과 분석을 시도하였다. 사용 후 가구의 재제조를 통한 경제적·환경적 효과분석에 관한 연구는 아직까지 국내외적으로 찾아보기 어렵다. 따라서 국내외의 사용 후 가구 재제조 사례분석을 통해 폐자원 흐름 및 재제조 공정 특성을 규명하고, 재제조를 통한 경제적·환경적 효과를 정량적으로 제시하고자 한다.

2. 국내의 가구 산업 동향

국가통계포털 KOSIS의 재별 및 상품군별 판매액 통계²⁾에 따르면 2021년 국내 가구 소매판매액은 11조 617억원으로 2020년 사상 처음 10조원을 돌파한 이후 8.7% 더 증가한 규모이다. 국내 가구 소매판매액은 2016년 7조원을 돌파한 이후 2017년에는 1.6%, 2018년에는 5.7%의 증가를 보이다가 2019년에 9.0%의 높은 성장률과 함께 8조원을 돌파하였고, 2020년에는 23.7% 급증하며 단숨에 10조원을 훌쩍 뛰어넘었다(Table 1).

국내 가구산업 육성정책은 산업의 특성을 고려하여 여러 차례 추진되어온 바 있다. 육성정책의 추진에는 다음 세 가지의 가구 산업 특성을 들 수 있다. 첫째, 가구산업은 소득 수준이 향상됨에 따라 소비 규모가 함께 높아지는 고부가가치 산업이다. 문미성·신동기·박소영(2015)의 연구에서 I사의 가구 매장은 소득이 높을수록 방문 빈도가 높고 절대적인 구매액 또한 큰 것으로 나타났다. 소득별 I사 매장 방문 빈도의 경우, 월수입 600만원 이상 집단은 평균 3.33회, 월수입 400만원 이상, 600만원 미만 집단은 1.95회, 월수입 400만원 미만 집단은 2.03회로 나타났다(Fig. 1). 평균 가구구입금액 또한 월수입 600만원 이상 집단은 평균 32.1만원을 I사 가구 구입에 지출한 반면, 월수입 400만원 이상, 600만원 미만 집단은 14.7만원, 월수입

Table 1. Domestic furniture retail sales in 2015 to 2021, million won

Year	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Furniture Sales	6,833,233	7,126,317	7,137,716	7,547,425	8,225,589	10,176,575	11,061,772

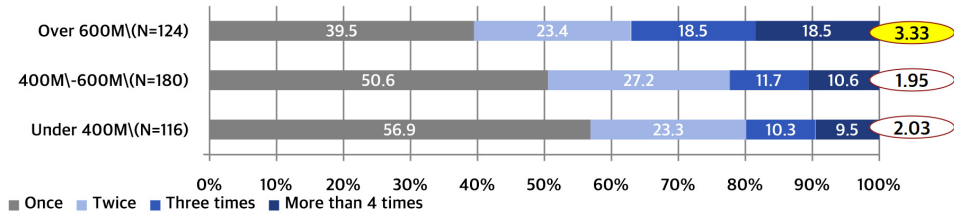


Fig. 1. Visit frequency of the company "I" by income³⁾.

Table 2. Purchase amount per person at the company "I" by average monthly household income³⁾

Purchase amount by category	Average monthly household income, kilo₩		
	Under 400M₩ (N=262)	400M₩-600M₩ (N=333)	Over 600M₩ (N=205)
Living room supplies	43	39	85
Bedroom supplies	42	29	93
Kitchen supplies	34	29	67
Office supplies	33	49	76
Total	151	147	321

Table 3. Economic index of Domestic furniture industry by the business size based on the number of employees in 2018⁴⁾

The business size based on the number of employees	Total	10 ~ 19	20 ~ 49	50 ~ 99	100 ~ 199	200 ~ 299
The number of businesses	1,250 (100.0%)	726 (58.1%)	457 (36.6%)	49 (3.9%)	15 (1.2%)	3 (0.2%)
The number of employees	28,832 (100.0%)	9,715 (33.7%)	12,937 (44.9%)	3,397 (11.8%)	2,029 (7.0%)	754 (2.6%)
Salary (million won)	979,083 (100.0%)	310,810 (31.7%)	437,324 (44.7%)	124,472 (12.7%)	74,173 (7.6%)	32,304 (3.3%)
The amount of consignment (million won)	7,794,686 (100.0%)	1,932,236 (24.8%)	3,330,248 (42.7%)	1,093,485 (14.0%)	915,510 (11.7%)	523,207 (6.7%)
Production Cost (million won)	4,696,638 (100.0%)	1,192,304 (25.4%)	2,156,197 (45.9%)	704,873 (15.0%)	416,667 (8.9%)	226,597 (4.8%)
Value-added (Million Won)	3,164,630 (100.0%)	749,595 (23.7%)	1,209,400 (38.2%)	393,239 (12.4%)	517,830 (16.4%)	294,566 (9.3%)
Balance at the end of year of Tangible asset (million won)	2,841,004 (100.0%)	772,172 (27.2%)	1,211,072 (42.6%)	401,765 (14.1%)	382,746 (13.5%)	73,249 (2.6%)

400만원 미만 집단은 15.1만원으로 나타났다(Table 2). 이는 소득이 높은 집단의 경우 가구 구입 시 기능적인 측면과 더불어 휴먼테리어 소품으로써의 활용도 또한 고려하는 것으로 해석할 수 있다(Fig. 1)³⁾.

둘째, 가구시장에서 대기업 브랜드의 점유율이 높아지는 추세에 있기는 하나 가구 산업은 여전히 중소기업이 주축이 되는 산업이다. KOSIS에서 제공하는 시도/산업분류/종사자 규모별 주요지표(10인 이상) 통계에 따르면 2018년 기준 가구제조업체는 1,250개이며, 이 중 10인 이상 50

인 미만의 사업체 수는 1,183개로 전체 가구제조업체 수의 94.7%에 달한다. 종사자 수 또한 10인 이상 50인 미만의 사업체에서 종사하는 인력은 22,652명으로 전체 가구제조업 종사자 수(28,832명)의 78.6%에 해당한다(Table 3)⁴⁾. 이는 가구시장이 대량생산을 통한 수직 계열화가 되지 않은 시장임을 뜻한다. 즉, 중소기업의 디자인, 품질관리, 영업력 등이 향상될 적절한 수단을 갖추게 될 경우 산업 성장 및 일자리 창출의 상승 여력이 다른 산업군에 비해 상대적으로 높을 것임을 예상해 볼 수 있다.

셋째, 가구 산업은 수출 경쟁력이 높은 산업 분야이다. 스웨덴, 이탈리아 등 가구 선진국의 경우 내수시장의 2/3를 수입 제품이 차지하고 있으며, 마찬가지로 생산의 2/3가량을 수출한다. I社(스웨덴), N社(이탈리아) 등 글로벌 가구 브랜드의 해외 진출 규모 증가와 더불어 가구 생산과 시장의 세계화 또한 가속화되고 있다. 특히 이탈리아의 최대 가구업체인 N社는 매출의 90% 이상을 해외에서 벌어들이고 있으며, 수출대상 국가는 전 세계적으로 123개국에 달한다³⁾.

3. 국내의 사용 후 가구 처리 동향

사용 후 가구는 대부분 합판, 파티클 보드 등 판목재에 플라스틱, 코팅재 등이 부착되어 폐목재로 분류되는 것이 일반적이다. 다른 폐목재보다 유해물질 함유량이 많아 소각되어 왔지만 최근에는 고품연료제품(이하 SRF)으로 활용되고 있다. 폐목재는 10여 년 전부터 폐기물 처리시설 용량 부족 문제 해결 및 소각처리 비용 절감을 위해 생활 폐기물 처리 대행업체에 의해 수거되어 집하장에서 분리·해체되고 있다. 분리·해체된 폐목재는 산업체나 바이오매스 발전소의 연료로 공급된다. 하지만 최근 사용 후 가구 발생량이 늘어나면서 폐목재 적체 현상이 발생하고 있다. 폐목재 발생량은 실제 재활용시설로 반입되는 양보다 최소 100만 ton 이상은 많을 것으로 추산되며, 수거량이 과거에 비해 수 배는 늘었지만 재활용 업체의 폐업 증가로 인해 처리되지 않는 폐목재의 양 또한 나날이 증가하고 있다는 것이 폐목재 처리업체의 실정이다. 입고량이 증가하면서 입고 처리비 또한 인상되었다. 유해물질 함유량이 많은 사용 후 가구나 실내 인테리어 해체목의 경우 기존 6만원 가량에 형성되어 있던 1 ton당 수거비용이 7만원을 웃도는 수준까지 증가하였다⁵⁾.

재활용될 수 있는 사용 후 가구가 SRF 등으로만 가공되면서 처리되지 않고 방치되는 사용 후 가구가 적체되는 악순환이 벌어지고 있다는 지적도 있다. 환경부는 2016년 폐기물관리법 하위법령 개정을 통해 성상에 따라 1~3등급으로 분류하던 폐목재를 사업장 14종과 생활계 3종, 건설계 1종의 총 18개 종류로 세분화하였다. 그리고 세부 분류에 따라 생활계 폐기물인 사용 후 가구는 '91-'로, 사업장 폐기물을 '51-'로 분류하도록 했다. 그러나 아직까지도 실제 처리 현장에서는 생활계 폐기물인 사용 후 가구를 사

업장 폐기물 분류번호인 '51-'로 수거되고 있는 실정이다. 이러한 문제는 생활계 폐기물 처리 업체의 수가 턱없이 부족한 것에서 기인한다고 볼 수 있다. 지자체는 사용 후 가구 관리·감독 과정에서 사용 후 가구 발생 시 세부 분류 규정에 따라 '91-'로 전산처리를 해야 한다. 그러나 대부분의 지자체에서는 사용 후 가구를 사업장 폐기물로 분류하여 처리하고 있다. 방치된 사용 후 가구를 실질적으로 처리할 수 있는 업체의 수가 제한적이기 때문이다. 더구나 사업장 폐기물 처리업체의 경우 수거한 폐기물을 전산으로 분류할 의무가 없기 때문에 이에 대한 정보관리가 되지 않아 어느 정도의 사용 후 가구가 어떤 경로와 절차를 거쳐 처리가 되는지를 확인하는 것은 더욱 어려운 실정이다⁶⁾. 즉, 목재 제품 중 상대적으로 생산과정에서 인건비가 많이 투입되는 고부가가치 제품군인 가구가 파쇄되어 SRF로 활용되는 것은 폐자원의 고부가가치화 측면에서 바람직한 방법이 아니다. 특히, 가구로서의 재사용 가치가 충분히 있는 사용 후 가구마저도 무조건적으로 파쇄되어 SRF로 활용되는 현상은 더 큰 부가가치의 손실로 볼 수 있다.

하지만, 지금까지 국내에서 사용 후 가구에 대한 정상적인 재제조 비즈니스가 이루어지고 있는 곳은 찾아볼 수가 없었다. 따라서 본 논문에서는 해외의 재제조 사례분석을 통한 재제조 비즈니스의 경제적, 환경적 효과를 도출하고자 한다.

사용 후 가구가 SRF로만 활용되는 상황과 이로부터 기인한 사용 후 가구의 적체 현상의 원인을 부족한 생활계 폐기물 처리 업체 수로 볼 수 있으나, 이보다는 폐자원 활용 방법의 다양성 부족에서 찾는 것이 보다 합리적인 판단이라고 할 수 있다. 다시 말하면 폐자원이나 사용 후 제품의 처리 우선순위를 경제적, 환경적 측면에서 고려하여 다루는 시스템적 접근이 필요하다고 할 수 있다. 재사용, 재제조, 물질 재활용, 소각을 통한 에너지회수, 매립의 순으로 폐자원의 처리가 현장에서 이루어지는 시스템이 구축되어야 할 것이다. 본 연구에서는 특히 SRF(에너지회수 형태)로 연료화하기 이전에 재제조 과정을 우선 고려함으로써 얻을 수 있는 환경·경제적 효과를 분석하고자 한다.

4. 재제조(Remufacturing)의 일반 특성 및 효과

재제조(Remufacturing)란 사용 후 제품을 체계적으

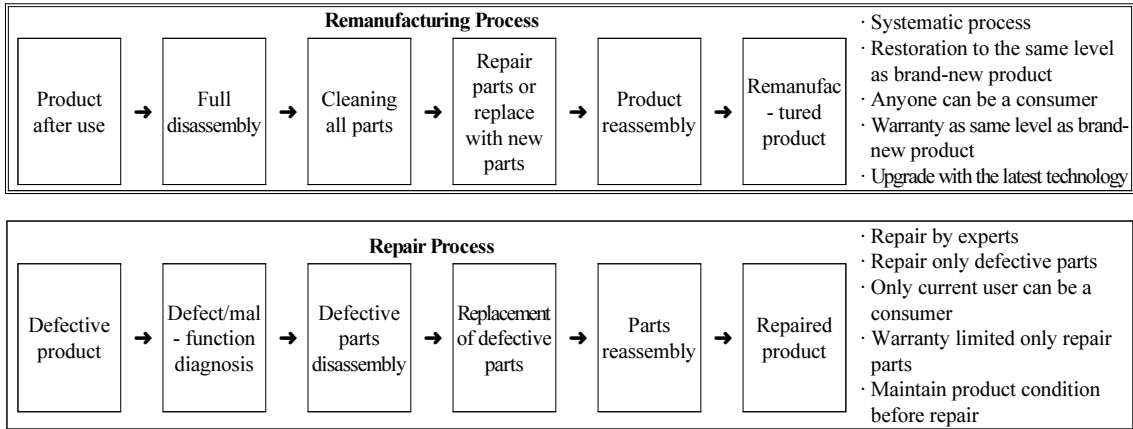


Fig. 2. Differences between remanufacturing and repair with respect to processes and product characteristics.

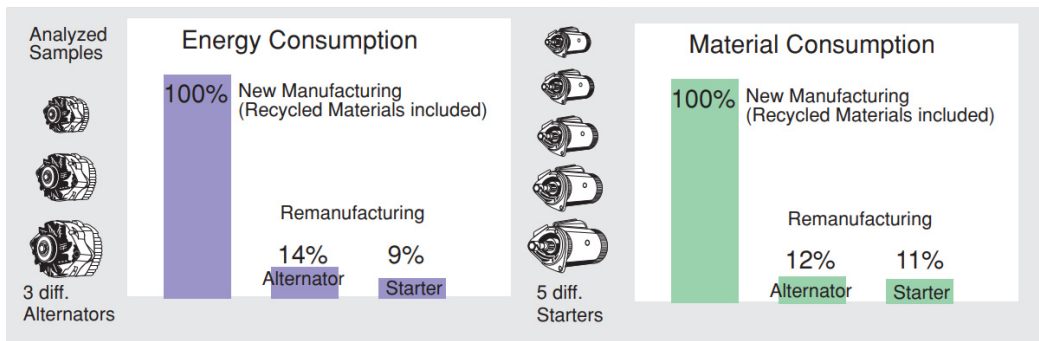


Fig. 3. Regarding energy and material consumption, remanufacturing is far ahead of manufacturing⁸⁾.

로 회수하여 분해, 세척, 검사, 보수·조정, 재조립 등의 공정을 거쳐 원래의 성능 또는 그 이상의 성능을 가진 상태로 만드는 것을 의미한다. 재제조는 물질재활용에 비해 자원 및 에너지가 절감되고, 녹이거나 파괴시키지 않고 제품 그대로 순환시킬 수 있다는 점에서 물질 재활용과는 차별화되는 개념이다. 재제조 과정은 Fig. 2에 나타난 바와 같이 크게 5단계로 나누어진다^{7,8)}. 재제조는 ①사용 후 제품의 분해, ②분해된 부품의 세척, ③각 부품들의 성능 검사(사용 가능 여부) 후 분류, ④원제품 수준 또는 그 이상의 성능을 갖도록 보수 조정하고, ⑤재조립 등 5단계를 거치고 재조립된 제품은 최종적으로 성능검사를 수행한다. 재제조는 특정 부분의 결함문제만 해결하는 수리와 달리 원제품과 같은 또는 그 이상의 품질과 성능을 보증하며, 수리에 비하여 훨씬 높은 기술 수준(재제조 시점의 최신 기술 활용)을 필요로 한다. 즉, 재제조는 신제품 생산과 유사한 제조공정 및 기술을 필요로 하고, 제품의 품질관

리를 우선으로 하는 생산공학적 과정으로 재이용, 재활용 개념과는 근본적으로 다른 특성을 가지고 있다(Fig. 2)⁹⁾.

재제조는 자원 및 에너지 절감효과가 매우 높다는 점에서 순환경제 비즈니스 활성화에 주요 수단으로 활용될 수 있다. Steinhilfer의 연구에 따르면 자동차 부품 재제조 (Remanufacturing) 산업에서 교류발전기 재제조의 경우 신제품 생산 대비 14%, 시동전동기 재제조의 경우 신제품 대비 9%의 에너지만을 사용하며, 자원 소모량 또한 교류발전기의 경우 신제품 대비 12%, 시동전동기는 9%만을 사용하는 것으로 나타났다(Fig. 3)⁸⁾.

전 세계적으로도 재제조 제품은 자동차 부품, 산업·건설기계, 화학축매제품, 항공기, 의료기기, 토너 카트리지, 전기전자제품 등 고부가가치 제품에 대하여 활발하게 시장이 확대되고 있으며, 선진국일수록 이에 대한 수요·공급 체계가 원활하게 구축되어 있는 실정이다. 가구는 우리가 실생활에서 사용하는 제품 중 고부가가치 제품에 해

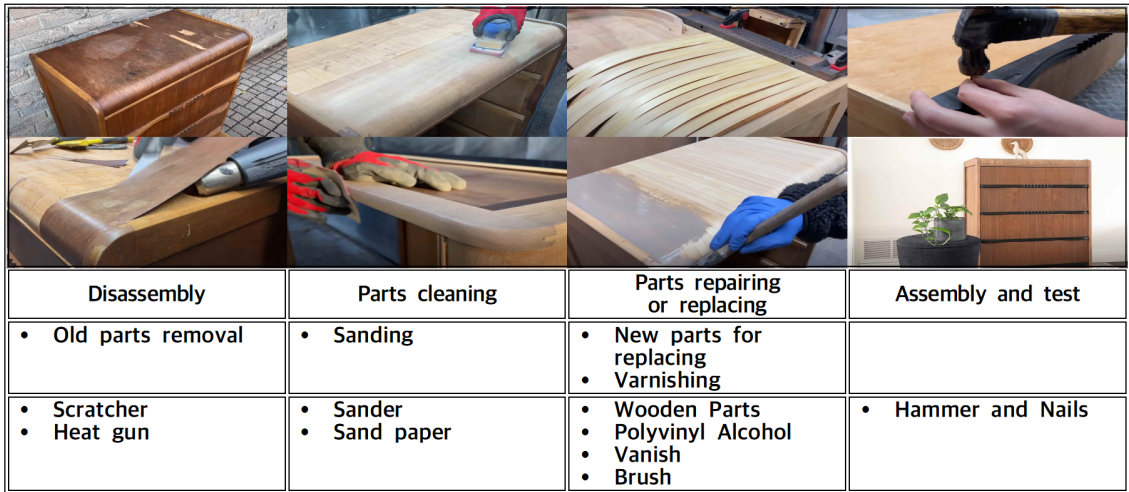


Fig. 4. The checklist of remanufacturing process (example).

*Source: The WORST veneer I've ever worked on... Furniture Restoration
<https://www.youtube.com/watch?v=IVj0VCzrHk0/>

당되며, 다른 제품군에 비해 제품수명주기 또한 길다는 점에서 재제조를 통한 부가가치의 보존 및 창출 여력이 상대적으로 큰 제품군으로 볼 수 있다. 특히, 가구 시장의 특성상 소매 단위에서 거래가 주로 이루어지는 만큼 가구 재제조품의 수요·공급 또한 소매 단위에서 활성화될 가능성이 높으며, 이는 가구 재제조품에 대한 정책적 유인 역시 소매 단위에서 이루어져야 함을 의미한다.

5. 해외의 사용 후 가구 재제조 사례분석

본 연구에서는 해외의 사용 후 가구 재제조 사례를 통하여 사용 후 가구의 재제조 과정을 종합적으로 분석하고자 한다. 2021년 10월부터 2022년 8월까지 총 11개월 간 인터넷 동영상 플랫폼인 ‘Youtube’(이하 유튜브)에 ‘Furniture, Remanufacturing, Restoration’의 3개 주제를 중심으로 검색된 51개 동영상에 대해 분석을 수행하였다. 분석과정은 사용 후 가구가 ①사용 후 제품의 분해, ②부품 세척, ③부품 수리 또는 신제품으로 교체, ④제품 재조립 및 검사의 과정에서 수행되는 세부 절차, 그리고 이에 필요한 장비 및 기타 화학제품을 체크리스트에 기록하였다. 그리고 사용 후 가구 재제조 과정 영상에서 공통적으로 발견되는 사용 후 가구 재제조의 특징을 종합하여 시사점으로 제시하였다. 사례분석에 활용한 체크리스트의 양식은 Fig. 4

와 같다.

51개의 사용 후 가구 재제조 영상 사례는 다음과 같은 특징을 가지고 있는 것을 확인할 수 있었다. 첫째, 전체 사례에서 샌더 또는 그라인더를 이용하여 가구의 변색 부분 제거 및 샌딩 작업을 수행하였으며 수리 또한 전체 사례에서 새로 도색 또는 바니싱(광택제 도포)을 하는 과정이 관찰되었다. 또한 51개 사례중 47개 사례에서 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol, 목공용 접착제, 이하 PVA)을 이용하여 결손부위를 새 목재로 접합하거나 목재를 이용해 결손부위를 제작하여 재제조를 수행하는 모습을 보였다. 둘째, 51개 전체 사용 후 가구 재제조 사례 중 45개 사례는 작업자 1인이 재제조를 수행하였으며, 나머지 6개 사례 또한 작업자 2인이 재제조를 수행하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 가구의 재제조가 거의 대부분 1인 사업장 단위에서 소규모로 이루어지며, 주로 다수의 비전문 노동자들이 분업하여 빠르게 다량의 제품을 생산하는 가구 신제품의 제조 공정과는 달리 소수의 재제조 전문가가 충분한 시간을 들여 소량의 재제조품을 생산하는 형태임을 의미한다. 셋째, 작업자의 역량에 따라 아이디어와 디자인이 더해져 새로운 가치를 창출하는 사례가 관찰되었다. 이는 최근 재제조 기술의 고도화 측면에서 최신 기술로의 업그레이드가 강조되고 있는 것과 그 맥을 같이 하고 있음을 의미한다. 대부분의 사례에서 부재료의 독창적인 활용(예, 레

진, 구리 등), 도색의 숙련도에 따라 가구 본연의 기능이 상으로 인테리어 소품으로서의 가치를 갖춘 제품으로 완성되는 것을 확인할 수 있었다.

6. 사용 후 가구 재제조의 경제성 분석

사용 후 가구 재제조의 경제성 분석에는 사례분석 관찰 내용을 토대로 다음의 4가지 조건을 가정하였다. 첫째, 사례분석 결과에서 책장, 책상, 서랍장의 재제조가 가장 많이 이루어졌다는 점, 수익성의 측면에서 원목을 재료로 하는 가구가 상품성이 높다는 점을 근거로 사용 후 가구 재제조의 경제성 분석 대상은 원목 재질의 책장, 책상, 서랍장 각 1개 씩 1세트를 대상으로 설정하였다. 둘째, 일주일 간 복원이 가능한 사용 후 가구의 수를 책장, 책상, 서랍장 각 1개로 구성된 1세트로 가정, 연단위 생산량을 52세트로 설정하였다. 셋째, 국내 가격비교 전문 포털인 다나와에 등록된 원목 책장, 책상 및 서랍장 최상위 인기 품목의 가격평균을 근거로 1개 세트의 평균 판매금액은 2백만 원으로 설정하였다. 넷째, 사용 후 원목 서랍장의 무게는 재질과 크기에 따라 상이하여 일반화하는 것이 어렵기는 하나 미국의 선적 이사 전문 업체 Navis에서 제시하는 견적 무게인 Bookcase, Desk rolltop, Chest Of Drawers의 무게 총합인 250 kg을 적용하였다.

또한, 경제성 분석을 위한 비용 항목으로는 인건비, 원료구입비, 설비구입비, 감가상각비 등을 포함하였다. 각 비용 항목에 대한 가정은 다음과 같다. 첫째, 사례분석 내용을 토대로 사용 후 가구의 재제조는 주로 1인 작업장에서 이루어짐을 가정하였다. 이 때, 편익을 작업자가 전부 취득하므로 비용 항목에서 인건비는 제외하였다. 둘째, 행정규칙에서 제시하는 사용 후 가구 처리단가인 68,000원(t¹¹)에 연간 재제조 가구 무게인 13 ton을 적용, 연간 사용 후 가구 원자재 위탁처리에 대한 수익으로 884천원을 설정하였다. 셋째, 1개의 폐원목 서랍장 재제조에 투입되는 원료비용 3.58천원을 연간 투입비용으로 환산하여 1,862천원을 소모품 구입비로 설정하였다. 넷째, 그라인더(Grinder), 테이블 쏘(Table Saw), 용접기 등 철·목재 가구 복원에 필요한 13개 설비와 기타 품목의 평균가격을 조사(Table 4)하여 설비구입비로 환산, 8,380천원을 설비구입비로 설정하고 5년 후 잔존가치는 없는 것으로 설정하였다(Table 5).

비용편익 분석을 위하여 설정한 투자회수 기간은 5년이다. Table 5에 나타난 투입비용은 사업시작 1년차부터 5년차까지의 원료구입비, 소모품 구입비, 설비구입비를 적용하였다.

Table 6은 2017년부터 2022년까지의 한국은행 기준금

Table 4. Average price of equipment for waste solid wood furniture remanufacturing

CATEGORY	Grinder	Table-Saw	Welding Machine	Trimmer	Band-Saw	Steel-Square	Mallet	Total
PRICE (WON)	291,330	4,137,589	285,650	179,439	899,708	6,304	6,238	8,380,315
CATEGORY	Electric Planer	Chisel	Jigsaw	Electric Drill	Clamp	Workbench	Other Tools	
PRICE (WON)	145,155	7,470	120,398	108,320	46,300	1,146,415	1,147,000	

Table 5. Benefit-Cost analysis of furniture remanufacturing business (1,000 korean won)

Years	Cost (C)			Benefit (B)			Benefit-Cost (B-C)
	Benefit of waste consignment treatment	Expendables expense	Facility expense	Total cost	Benefit of furniture sales	Total benefit	
1st year	1,862	8,380	10,242	884	104,000	104,884	94,642
2nd year	1,862	-	1,862	884	104,000	104,884	103,022
3rd year	1,862	-	1,862	884	104,000	104,884	103,022
4th year	1,862	-	1,862	884	104,000	104,884	103,022
5th year	1,862	-	1,862	884	104,000	104,884	103,022
Total	9,310	8,380	17,690	4,420	520,000	524,420	506,730

Table 6. Benefit-Cost analysis with effective Interest rate (1,000 korean won)

Year	Cost (C)	Benefit (B)	Benefit-Cost (B-C)
1st year	10,242	104,884	94,642
2nd year	1,885	106,206	104,320
3rd year	1,909	107,544	105,635
4th year	1,933	108,899	106,966
5th year	1,958	110,271	108,313
Average	3,586	107,561	103,975
Total	17,928	537,803	519,875
B/C ratio			30.00

리를 이용하여 평균 기준금리인 실질이자율 1.26%를 적용하여 현재가치로 환산한 비용편익분석 결과이다. 비용편익비율은 30.00으로 매우 높게 나타났으며, 초기비용 또한 1차년도에 회수가 가능한 것으로 나타났다. 연평균 예상 수익은 재제조품의 완전판매를 가정하였을 때 104백만 원이며 5년 예상 총 수익은 520백만 원에 달하는 것으로 분석되었다.

중량 측면에서 경제성 분석 결과를 해석하면, 2020년 기준 톤 당 평균 25,000원¹²⁾에 거래되고 있는 SRF와 비교

하였을 때, 1인 사업장 기준으로 가구 재제조의 연간 생산 무게인 13 ton을 기준으로 한 SRF 판매 수익은 325천 원에 불과하다. 반면, 완전 판매를 가정할 동일 중량의 재제조 가구의 1년 예상 거래 가격은 104백만 원이며, 이는 비율로 환산 시 SRF 판매 수익 대비 320배에 달한다. 즉, 사용 후 가구의 SRF로의 연료화는 사용 후 가구가 신제품으로 만들어질 당시 창출된 부가가치의 손실을 의미하며, 재제조를 통한 재상품화(재자원화)는 폐기단계에서 가장 부가가치가 높은 방법으로 재자원화할 수 있는 수단임을 시사해준다.

7. 사용 후 가구 재제조의 환경성 분석

2013년 김의 연구¹²⁾는 목재펠릿의 환경부하를 정량화한 대표적인 연구이다. 김의 연구에서 목재펠릿은 생산 1 kg당 원료수송 과정에서 12.2 gCO₂-eq, 생산 과정에서 111.9 gCO₂-eq, 포장 과정에서 45.4 gCO₂-eq의 온실가스가 배출되는 것으로 나타났으며, 이를 토대로 계산한 목재펠릿 1 kg의 생산 과정에서 발생하는 온실가스 총량은 169.4 gCO₂-eq로 나타났다(Table 7).

이를 경제성 분석에서 가정한 연간 폐원목 서랍장 총량

Table 7. Greenhouse gases emissions from the wooden pellet (1 kg) manufacturing processes¹²⁾

Stages	Item	Greenhouse gases							Total
		CFC-13	CF4	Carbon dioxide (CO ₂)	HCFC-22	CF3Br	Methane (CH ₄)	Nitrous oxide (N ₂ O)	
Transportation	Wood and sawdust (kgCO ₂)	2.68E-10 (0.00%)	-	1.03E-02 (98.10%)	6.78E-11 (0.00%)	1.77E-06 (0.02%)	1.89E-04 (1.80%)	8.97E-06 (0.09%)	1.04E-02 (100.00%)
	LDPE (kgCO ₂)	4.55E-11 (0.00%)	-	1.69E-03 (98.04%)	1.15E-11 (0.00%)	3.01E-7 (0.02%)	3.20E-05 (1.86%)	1.52E-06 (0.09%)	1.72E-03 (100.00%)
	Total (kgCO ₂)	3.14E-10 (0.00%)	-	1.19E-02 (98.08%)	7.93E-11 (0.00%)	2.07E-06 (0.02%)	2.20E-04 (1.81%)	1.05E-05 (0.09%)	1.22E-02 (100.00%)
Production	Electricity (kgCO ₂)	-	-	9.17E-02 (98.40%)	-	1.20E-09 (0.00%)	1.40E-03 (1.50%)	8.93E-05 (0.10%)	9.32E-02 (100.00%)
	LNG (kgCO ₂)	9.29E-12 (0.00%)	-	1.71E-02 (91.49%)	2.35E-12 (0.00%)	6.93E-08 (0.00%)	1.01E-03 (5.40%)	5.80E-04 (3.10%)	1.87E-02 (100.00%)
	Total (kgCO ₂)	9.29E-12 (0.00%)	-	1.09E-01 (97.25%)	2.35E-12 (0.00%)	7.05E-08 (0.00%)	2.41E-03 (2.15%)	6.69E-04 (0.60%)	1.12E-01 (100.00%)
Pack-aging	LDPE (kgCO ₂)	1.44E-10 (0.00%)	6.07E-12 (0.00%)	4.16E-02 (91.69%)	3.65E-11 (0.00%)	4.10E-07 (0.00%)	3.21E-04 (0.71%)	3.45E-03 (7.60%)	4.54E-02 (100.00%)
Total		4.67E-10 (0.00%)	6.07E-12 (0.00%)	1.62E-01 (95.82%)	1.18E-10 (0.00%)	2.55E-06 (0.00%)	2.95E-03 (1.74%)	4.13E-03 (2.44%)	1.69E-01 (100.00%)

인 13 ton으로 환산하면 연간 2.2 tCO₂-eq의 온실가스가 발생되는 것으로 산정된다.

이는 결국 재제조 비즈니스를 통해 얻을 수 있는 온실가스 저감효과로 볼 수 있다. 이 수치는 소나무 937그루 또는 신갈나무 622그루가 연간 흡수하는 온실가스의 양과 유사한 값이다.

8. 결 론

사용 후 가구의 재제조는 SRF로의 물질재활용되는 것과 달리 신제품으로 제작될 당시 창출되었던 부가가치를 유지할 수 있으며, 재제조된 가구의 성능도 신제품 또는 그 이상의 수준으로 재상품화가 가능한 것으로 나타났다. 특히, 가구의 구조 및 기능 특성상 추가 부품을 제작하여 원래 기능을 향상시키는 것이 가능하며, 작업자의 역량에 따라 아이디어와 디자인이 더해져 새로운 가치를 창출하는 사례가 관찰되었다. 이는 최근 재제조 기술의 고도화 측면에서 최신 기술로의 업그레이드가 강조되고 있는 것과 그 경향이 같음을 의미한다. 경제성에서도 완전 판매를 가정하였을 때 1인 재제조 사업장 기준으로 연간 예상수익은 104백만 원 정도로 통계청에서 발표하는 가구원수별 가구당 월평균 가계수지(도시, 1인 이상, 2022년 2/4분기)¹³⁾ 통계 중 1인 근로자 가구 월평균 소득의 2.67배에 달하는 수준이며, 이는 같은 중량의 SRF로 재자원화할 경우의 수익 325천 원보다 320배 정도 높은 것으로 나타났다. 또한, 환경성 분석 결과, 1인 가구 재제조 사업장에서의 재제조를 통하여 얻을 수 있는 온실가스 저감효과는 SRF로의 물질재활용 대비 연간 2.2 tCO₂-eq.로 나타났다. 이 수치는 소나무 937그루 또는 신갈나무 622그루가 연간 흡수하는 온실가스의 양과 유사한 값이다.

이에 연구진은 본 연구결과를 토대로 다음과 같은 정책적 접근의 필요성을 강조하고자 한다.

국내 가구 재제조 산업 육성을 위해서는 전문인력 양성이 필수적이며, 이는 고용창출 측면에서도 큰 이점이 있다. 가구는 제품의 특성상 수납 기능 이외에도 인테리어 요소로서의 속성을 가지고 있다. 사례분석을 통해 확인한 결과 가구 재제조 작업자의 역량에 따라 아이디어와 디자인이 더해져 새로운 부가가치를 창출하는 것을 확인할 수 있었다. 분석 항목에는 포함되지 않았으나 45미화 달러에 구입한 중고 파티오 사례의 경우 단순 녹 제거 및 도색 파

정 등 재제조를 통하여 325미화 달러에 재판매한 사례 또한 관찰할 수 있었다¹⁴⁾. 이는 가구 재제조 과정에서의 고부가가치 창출에 있어 작업자의 기술 및 역량이 가장 큰 변수임을 시사해준다.

본 연구를 통한 경제적, 환경적 효과 분석 및 진단은 국내 사용 후 가구 재제조 산업 육성의 정책지원 자료로서 활용성이 있을 것으로 기대한다. 다만, 가구 재제조 사례 분석을 위한 표본 집단을 자료수집의 한계성 때문에 임의로 선정한 부분은 산업 전체의 대표성을 지니기에는 다소 부족한 면이 있으므로 표본추출 방법을 보다 정교하게 하거나 표본집단의 설정을 실제 산업현장으로 넓혀 수행하는 등의 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2022년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(20214000000520, 2022년 에너지산업고도화인력양성사업).

References

1. Kang, H. Y., Chung, N. H., Hwang, Y. W., 2022 : Remanufacturing Engineering, p.10, 1st Edition, Yejark, Seoul
2. KOSIS, Statistics of sales by goods and category, https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1K31002, October 7th, 2022.
3. Moon, M. S., Shin, G. D., Park, S. Y., 2015 : Furniture Industry Structure Change and Policy Plan in Gyeonggi-Do, Gyeonggi Research Institute.
4. KOSIS, Statistics of Major Indices by City&Province/ Industry Category/Size of Employee(over 10 employees), https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1FS1002&conn_path=I3, October 7th, 2022.
5. NewsWire, Signs of a disruption in the disposal of waste furniture in the metropolitan area... Due to the surge of waste stock, <https://www.newswire.co.kr/newsRead.php?no=910913/>, October 7th, 2022.
6. NewsWire, New 18 waste wood classifications in Act drive local governments and recycling businesses into illegal, <https://www.newswire.co.kr/newsRead.php?no=910836/>, October 7th, 2022.
7. Hauser, W. M. and Lund, R. T., 2003 : The Remanufacturing Industry : Anatomy of A Giant, Boston University.
8. Steinhilper, R., 1998 : Remanufacturing : The Ultimate Form of Recycling, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.

9. Kang, H. Y., Kim, Y. C., Lee, I. S., 2012 : Current Status and Promotional Measures of Domestic and Overseas Remanufacturing Industry, Journal of The Korean Institute of Resources Recycling, 21(4), pp.3-15.
10. Ministry of Environment notification No.2019-254, The Treatment unit price for each type of waste to calculate the treatment fulfillment guarantee insurance for neglected waste treatment, 2019. 12. 30.
11. Korea Economic Research Institute(Foundation), 2020 : MBT facility operation economic feasibility study research.
12. Kim, T. H., Yoon, S. Y., 2013 : Analysis of Greenhouse Gas Emissions Associated with the Production of Wood Pellets, Korean Journal of Organic Agriculture, 21(3), pp.305-319
13. KOSIS, Average monthly family income and outgo per number of household members (city, 1 person or more), https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1L9F028, October 7th, 2022.
14. Resell2Roam, Furniture Flipping a Wrought Iron Patio Set, Turning \$45 into \$325!, April 7th, 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=frr68ladro4/>, October 7th, 2022.

이종효

- 현재 인하대학교 순환경제환경시스템전공 박사과정

강홍윤

- (前) 한국생산기술연구원 수석연구원/공학박사
- 현재 한국환경경영학회 회장
- 현재 인하대학교 순환경제환경시스템전공 교수
- 당 학회지 제30권 제3호 참조

황용우

- 일본 동경대학교, 도시공학 박사
- 현재 인하대학교 환경공학과 교수
- 당 학회지 제31권 제2호 참조

황현정

- 현재 인하대학교 순환경제환경시스템전공 박사과정
 - 현재 국립환경과학원 환경자원연구부 자연환경연구과 전문연구원
-