

# 환경을 위한 제품 전과정 디자인 프로세스 개발에 관한 연구

Product life cycle design research for environment

고 경 욱

동서대학교 디자인학부 산업디자인 전공 교수

**Koh kyeong-uk**

Dongseo university

## 1. 서론

- 1-1. 연구배경 및 목적
- 1-2. 연구방법 및 범위

## 2. 제품 전과정 디자인 개요

- 2-1. 환경 전과정 평가(LCA)
- 2-2. 전과정 디자인의 필요성(LCD)

## 3. 제품 전과정 디자인 프로세스

- 3-1. 1단계 : 팀 구성 및 기획
- 3-2. 2단계 : 대상제품 선정 및 환경 목표 설정
- 3-3. 3단계 : 사전 환경평가
- 3-4. 4단계 : 디자인 전략
- 3-5. 5단계 : 디자인 개발
- 3-6. 6단계 : 환경 평가
- 3-7. 7단계 : 설계 및 생산
- 3-8. 전과정 디자인의 목표

## 4. 결론 및 향후 연구방향

### 참고문헌

### 논문요약

소비자들의 친환경에 대한 의식이 증가하고 LOHAS 생활자들이 늘어나고 있으며 기업에서도 친환경 디자인을 통해 비즈니스 기회와 효과를 확대시키고 있다.

환경 관련 디자인 연구가 끊임없이 이어지고 있으나 대부분의 환경 관련 연구가 디자인 관점에서 연구되기 보다는 공학적으로 이루어지는 경우가 많다. 디자이너의 영역이 확대되고 책임도 수반되는 가운데 디자이너들의 역할이 점점 중요해지고 있으나 디자인 관점에서 환경을 위한 디자인 연구는 그리 활발하다고 볼 수 없으며 또한 그 연구들이 단편적이어서 전과정에서 고려되지 않고 있다. 친환경 디자인은 통합적인 관점에서 다루어야 하는 부분이 많으며 디자이너 단독으로 수행하는 것은 거의 불가능하고, 반드시 여러 전문가들과 팀 구성에 의해 진행될 수밖에 없다.

따라서 본 연구는 디자이너들이 일반적으로 진행하던 프로세스와는 다른 환경을 위한 제품 전과정 디자인에 대한 프로세스를 개발하였으며, 디자인 관점에서 전과정 디자인의 개념과 방법을 정리하였다. 전

과정 디자인의 범위는 팀 구성에서부터 생산과정까지를 포함시켰으며, 환경 전과정 평가를 기준으로 이루어진다.

전과정 디자인 프로세스를 7단계로 분류하였고 팀 구성 및 기획, 대상제품 선정, 사전 환경평가, 디자인 전략, 디자인 개발, 환경 평가, 설계 및 생산의 단계로 이루어진다. 각 단계별로 주요 추진 방법과 고려 사항 및 평가기준에 대해 연구 하였다.

### 주제어 (환경전과정평가, 전과정디자인, 3레벨)

### Abstract

Consumers consciousness about environment is increasing. LOHAS peoples are increasing, and do so that magnify a business opportunity and effect through eco-friendly design in corporation.

Eco-friendly design research is continued constantly. But, most eco-friendly design research is not studied from design point. These researches are achieved in engineering. Designer's area is magnified and responsibility is accompanied. Designer's role becomes important gradually.

But design research for environment is not lively in design viewpoint. Also, because the studies are fragmentary, is not considered in whole process.

Eco-friendly design should be handled from synthetic viewpoint, and It is impossible to do designer individually. It should be gone by team composition with necessarily several specialists.

Therefore, I developed process product life cycle design for environment that this research is different from process that designers common progress. I arranged concept and method of life cycle design in design viewpoint. Extend of life cycle design is from team composition to process of production. And these are achieved with environment life cycle assesment.

I classified life cycle design process by 7 phases and consisted of step of team composition and plan, target product choice, preliminary environmental assessment, design strategy, design development, environmental assessment, design and production.

I studied angle about main propulsion method and consideration item and assessment criteria step by step.

### Keyword (LCA, LCD, 3Level)

## 1. 서론

### 1-1. 연구배경 및 목적

산업혁명 이후 우리의 삶의 질은 좋아졌고, 평균 수명도 길어졌다. 의료 체계와 교육제도도 혁신되었으며, 전기, 전자 등 진보된 기술에 의한 편리함, 안락함, 농경기술의 발달로 인한 생산성 향상과, 식량 보유량 증가 등 산업혁명의 혜택을 받고 있지만 환경 피해를 감수해야 했다. 최근에 친환경이라는 용어가 다방면에서 다양하게 적용되고 있으며 친환경 제품을 생산하는 기업들이 늘어나고 있다.

그러나 우리는 아직도 환경과는 무관하게 기능적인 물건들을 너무 많이 만들어내고 있다. 친환경적이라고 하는 물건들도 재활용이 잘 안되거나, 재활용이 되도 새로 만드는 제품보다 더 많은 에너지를 소모하고 더 심각한 독성물질을 발생시키는 경우가 많다. 기업들이 친환경에 대한 개념을 법적 규제에 대응으로 생각하는 이유도 있고, 친환경에 대한 정확한 지식 없이 제품을 개발하는 경우도 있다. 이러한 환경 문제는 정부의 규제만으로 해결 될 문제는 아니며, 기업과 소비자의 정확한 환경에 대한 인식이 필요하다. 그러나 현실적으로 경제적인 측면을 고려하지 않을 수 없으며 기업의 친환경 대처 능력을 감안하지 않을 수 없다.

디자이너들뿐만 아니라 제품을 기획하고 설계하는 사람들이 친환경에 대한 올바른 지식이 부족하고 잘못 알고 있는 것들이 많다. 예를 들면 천연자원이라고 해서 모두 인간과 환경에 적합한 것은 아니다. 어떤 것은 극도의 독성을 떨 수도 있고 돌연변이를 일으킬 수 있는 물질이 들어 있는 경우도 있다. 또한 모든 수요를 충족할 수 있을 만큼 충분하지도 않다.

환경론자들은 환경피해에 대한 심각성을 다음과 같이 주장하고 있다. “핵심적인 환경 지표들은 점점 더 부정적인 쪽으로 기울고 있다. 삼림은 줄어들고 지하수면은 낮아지고 있으며, 표토층은 침식되고 습지는 사라지고 있다. 어장은 붕괴되고 농경지는 폐쇄해지고 있으며, 하천은 말라가고 기온은 상승하고 있다. 산호초는 죽어가고 여러 동식물 종도 사라지고 있다.” 너무나 자주 듣다보니 정확한 자료가 없어도 우리는 그것에 대해 별로 의문을 제기하지 않는다. 비외른 롬보트는 이러한 주장들이 그것들을 뒷받침하는 참고 자료가 전혀 언급되지 않았다고 주장하였다. (비외른 롬보트, 2004, p77)

우리는 환경주의자나 낙관주의자들의 근거 없는 얘기에만 의존해서 실제 행동에 나서서는 안 된다. 그 대신 더 나은 미래를 위해서 인류 공통의 목적을

위해서 가능한 한 최선의 정보를 활용해야 한다. 환경을 위한 제품 디자인은 제품개발 전과정에 걸쳐 정확한 정보에 의해 행해져야 한다.

환경을 위한 제품전략 및 디자인 전략에 관한 방법 및 지침들이 여러 매체를 통해 발표되고 있지만 단편적이거나 디자인 관점에서 구체적인 방법은 제시되고 있지 못하는 상황이다. 본 연구는 이러한 측면에서 환경을 위한 제품 디자인에 대한 정확한 인식과 최선의 정보를 활용하여 현재 우리가 누리고 있는 많은 것들과 공존할 수 있으며 현재 상황에 맞는 환경 친화적인 제품 전과정 디자인 프로세스에 대해 연구하고자 한다. 또한 본 연구는 환경을 위한 제품디자인 시 보편적인 디자인 프로세스로 활용될 수 있다.

### 1-2. 연구방법 및 범위

본 연구는 첫째, 국내외 연구 자료와 문헌조사, 인터넷 조사를 통해 환경 전과정평가의 개념과 전과정 디자인의 개념을 정립하고, 둘째, 디자인 관점에서 전과정 디자인의 필요성에 대해 정의하며, 셋째, 이를 토대로 전과정 디자인의 프로세스를 개발, 단계별 추진방법을 구축한다. 연구 범위는 기본적 개념 확립과 전과정 디자인의 실제적 접근방법을 세부적으로 구축하는데 있다.

본 연구는 디자이너의 역할을 정의하는데 2차적인 의미를 갖는다. 디자이너의 관점에서 환경을 위한 디자인의 실체를 이해하고 디자이너들의 적극적인 참여를 유도하는데 또한 목적을 갖는다.

## 2. 제품 전과정 디자인(LCD: Life Cycle Design) 개요

### 2-1. 환경 전과정 평가(LCA: Life Cycle Assessment)

EPS(Expandable Polystyrene)란 흔히 스티로폼이라 불리고 있으나 이는 독일 및 미국의 EPS 제품의 상표명이다. 한국의 EPS제조업체인 IC EPS사의 홈페이지에 올라와 있는 자료를 보면 EPS는 SM(Styrene Monomer)을 현탁중합 방법에 의해 얻은 구상(Bead Type)의 중합체에 (Poly Styrene) 발포제(펜탄, 부탄, 프로판 등)를 넣어 제조한 열가소성 수지로서 공기 98%와 수지2%의 체적을 갖는다고 정의하고 있다.([http://www.iceps.co.kr/information\\_01.htm](http://www.iceps.co.kr/information_01.htm))

EPS에 대한 일반인들이 잘못 알고 있는 상식은 EPS를 태우면 다이옥신이 발생한다거나 생산과정에 프레온가스를 사용하여 오존층을 파괴한다거나, 썩지

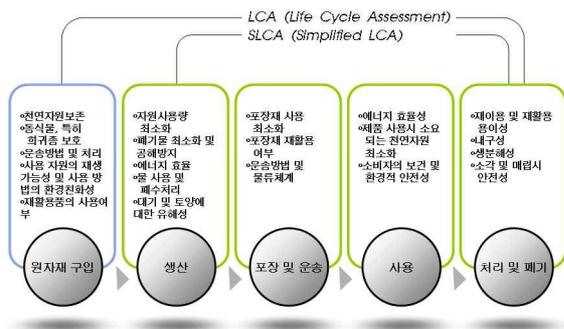
않으므로 종이에 비해 환경성이 나쁘다는 것이다. 그러나 EPS는 탄소(C)와 수소(H)의 결합체이기 때문에, 탄산가스와 물로 분해된다. 한편 EPS는 합성수지의 일종이므로 자연분해기간이 100년 이상이어서 일반쓰레기와 같이 버려지면 잘 썩지 않는 문제는 있다.

한국발포스틸렌재활용협회에서 제공하는 자료를 보면 독일 베를린의 Kunststoff 대학에서 환경에 미치는 환경영향을 종합적으로 평가하는 방법인 전과정평가(LCA)에 의해 EPS와 펄프몰드 용기를 비교한 결과 표1에서 보는 바와 같이 EPS가 종이류보다 환경친화성이 유리하다는 것을 알 수 있다.(http://www.eps.or.kr) 표1은 EPS의 환경영향을 1로 보았을 때 펄프몰드의 비교수치를 제시하였는데 첫 번째 항목에서 펄프몰드를 생산하는데 드는 에너지가 EPS보다 2.3~3.8배 소비되는 것으로 나타났으며 비교결과는 5가지 환경영향 평가항목을 종합한 결과다.

[표1] EPS와 펄프몰드 용기의 환경 전과정 평가

항 목	EPS : Pulp Mold
에너지 소비	1 : 2.3~3.8
대기오염	1 : 3.1~4.1
수질오염	1 : 2.3~2.8
지구온난화 유발가능성	1 : 4.0~4.4
고형폐기물	1 : 0.69~0.99

[그림1] 환경 전과정평가와 간이 전과정평가 프로세스



LCA의 개념은 제품, 공정과 용역의 전과정을 고려한다. 원료추출과 가공, 생산, 이송, 분배, 사용/재이용, 재활용과 폐기물 관리 등 모든 전과정 단계에서 미치는 환경적, 경제적 영향을 인식하게 된다. 자원재활용 기술개발 사업단에서는 전과정 평가를 목적 및 범위설정, 전과정 목록분석, 전과정 영향평가, 전과정 해석의 네 가지로 구성된다고 보고 있다.(자원재활용 기술개발 사업단, 2009, p59)

그러나 전과정 평가는 공정분석과 데이터 분석에 많은 시간과 비용이 소모되는 탓에 실제로는 그림1에

서 보는 바와 같이 원자재 구입단계를 생략한 간소화된 전과정 평가방법이 더 일반적으로 활용된다. 간이 전과정평가(SLCA: Simplified LCA)는 전과정평가의 가장 큰 단점인 시간과 비용의 과다한 소모를 보완하기 위해 개발되었다.

LCA의 개념 및 제품 평가방법은 환경을 고려한 새로운 제품개발의 가이드라인을 제공함으로써 전과정 디자인 프로세스 개발의 기준이 된다.

## 2-2. 전과정 디자인의 필요성

디자이너들은 짧아지는 개발 사이클, 늘어나는 국제 경쟁, 국제사회에서의 모순된 규제들, 끊임없이 바뀌는 시장 수요 등과 같은 압박 이슈들에 직면해 있고 환경개선에 대한 지속적 요구를 받고 있다. 환경적 영향을 평가하고 개선하는 것은 디자인 업계가 직면하고 있는 주요한 도전이다.

Braden R. Allenby의 정의에 따르면 환경을 위한 디자인(DFE : Design for environment)은 환경적 생각들이 제품과 공정 디자인 절차에 통합되어져 행하게 되는 실천으로 규정해 오고 있다.(Braden R. Allenby, 1991, p6)

디자인은 제품 및 공정과 관련된 환경 문제를 감소시키는데 좋은 기회를 제공하며, 궁극적으로 경제발전과 생태계 사이의 관계를 더욱 지속 가능하게 유도할 수 있다. 디자인을 통한 환경개선과 지속 가능한 개발을 유도하기 위해서는 통합적인 디자인 사고의 혁신이 필요하다. 즉 제품 개발 전과정에서 디자이너의 혁신적 사고가 필요하다.

전과정 디자인은 생태학적으로나 경제적으로 보다 더 지속 가능한 제품을 디자인하기 위한 통합적인 시스템 위주의 접근방법이다. 제품 기획 최초 단계에서부터 환경 요구조건들을 통합함으로써 제품 개발 시스템에 의해 발생하는 모든 환경 영향을 줄일 수 있다. 전과정 디자인은 환경, 성능, 비용, 문화 및 법적인 요구조건들을 만족시켜야 한다.

이것은 제품개발 전과정에서 이루어져야 하며 디자이너는 환경을 위한 디자인에 그 역할을 확대하고 주도적으로 참여해야 한다. 일반적인 디자인프로세스만으로는 환경문제 개선을 기대하기 어려우며, 제품 전과정 디자인 프로세스를 통하여 그 해결방법을 찾아가야 할 필요가 있다.

## 3. 제품 전과정 디자인 프로세스

### 3-1. 1단계 : 팀 구성 및 기획

제일 먼저 제품의 친환경 개발에 대한 최고 경영자의 지원을 확보하고 팀 구성을 한다. 팀 구성은 경영진, 제품 개발, 구매, 생산, 마케팅 등 제품과 관련된 모든 부서가 참여하는 것이 바람직하며 제품 개발, 생산에 중요한 역할을 하는 협력업체도 참여시키고, 필요시 외부전문가도 포함시킨다. 제품 개발 추진 계획을 수립 한 후 각 팀원들의 역할을 배분한다.

[표2] 팀 구성 및 역할 분담

구성원		역할
내부	프로젝트 책임자	프로젝트 관리 주요 의사결정 조직 또는 경영자와의 협의 내부 보고 및 지원 요청
	마케팅 부서	제품에 대한 외부 요구사항 파악 시장 및 소비자 동향 파악 제품 광고 및 홍보
	구매부서	협력업체와의 커뮤니케이션 부품정보 조사 부품별 가격 및 품질 파악
	생산부서	대안 또는 설계지침의 실현 가능성 및 생산성 검토 작업자의 안전 및 보건 측면 고려
외부	제품개발 부서	제품 분석시 기술 정보 제공 문제 해결의 아이디어 제안 타 부서의 정보 수집 및 교환
	환경전문가	제품 또는 생산에서의 환경영향 규명 환경친화적 물질 및 생산기술에 대한 정보 제공 해당제품이나 산업에서의 환경 규제 조사 및 대응
	협력업체	물질 구성표 제공 부품에 대한 환경영향 정보 제공 자원소비에 대한 정보 제공

(자료 : 에코프론티어 자료를 보완 편집, 2002, p64)

### 3-2. 2단계 : 대상 제품 선정

제품의 선정 기준 마련, 제품 선정, 계획 수립이 이루어진다. 제품 선정 기준은 회사의 목적과 현재의 상황을 계획에 고려해 넣어야 한다. 팀은 계획의 목표가 회사의 정책들, 사업 계획들과 다른 전략적 문제들에 맞출 수 있는지 검토하고 제품의 잠재적인 시장, 환경성과 개선 가능성 등을 평가해 대상 제품을 선정한다.

제품의 환경성이 얼마나 개선될 수 있는지, 제품의 수명기간 동안 환경에 대한 영향들의 통찰, 제품의 친환경성을 시장에 정확히 전달할 수 있는지, 실제로 이러한 친환경 제품 개발이 회사에 비용절감 등 경제적으로 얼마나 도움이 되는지, 친환경 시장이라는 니치마켓에 진입하여 사용 후 재활용, 폐기과정을 겪으면서 발생하는 비용을 얼마나 줄일 수 있는지에

대한 목표를 설정한다.

### 3-3. 3단계 : 사전 환경평가

환경을 위한 제품 디자인 개발은 제품의 환경성에 대한 기초 데이터를 바탕으로 수립되어야 한다. 제품의 환경성은 LCA를 기반으로 한 정확한 데이터가 필요하다.

### 3-4. 4단계 : 디자인 전략

환경을 위한 제품 디자인은 디자인 개발단계에서 제품의 불필요한 부분과 과정을 축소하고 형태의 소형화, 감량화, 부품의 감소를 위한 부품의 통합화, 구조의 블록화, 간소화, 분해와 조립이 쉬운 구조 등 환경 개선전략을 수립한다. 크기는 재료, 부품 및 구조, 제품의 각 레벨에 있어서의 대응을 의미한다.

#### 3-4-1. 재료 레벨

환경을 위한 제품 디자인에서 무엇보다 중요한 것은 재료의 선택이다. 재료의 잘못된 선택은 자원을 낭비하거나, 생산과정에서 에너지의 과다 사용, 유해 물질 배출, 재사용과 재활용의 어려움, 소각 시 유해 물질 배출, 매립 시 토양 오염 등 가장 근원적인 문제를 일으키기 쉽다. 따라서 재료의 선택은 신중해야 하며 정확한 지식과 전과정 평가 데이터를 통한 재료의 선택이 이루어져야 한다.

##### (1) 환경영향이 적은 재료의 사용

독성이 강하거나, 오존층 파괴 또는 제조 과정에서 지구온난화와 에너지 소모가 많은 재료, 수질오염, 대기오염을 일으키는 재료들의 사용을 자제한다.

##### (2) 재활용 재료의 사용 확대

재활용 또는 재사용 재료를 사용하여 디자인 하는 연구가 증가하고 있다. 이러한 재료를 사용하는 것은 새 재료를 사용하여 디자인하는 것보다 일반적으로 어렵다고 볼 수 있다. 그러나 이러한 재료를 사용하여 새로운 아이디어로 실용적이고 아름답게 만드는 것은 디자이너들의 몫이다.

##### (3) 재생 가능한 재료의 사용

디자이너들은 재생 가능한 재료에 대한 전문적인 지식이 부족한 것이 사실이다. 이러한 이유로 기업에서는 재료의 선택을 설계 부서에서 결정하는 경우가 많다. 디자이너는 재료에 대한 폭넓은 지식이 필요하며 팀 구성에 의한 적극적인 참여로 재료를 선택할 수 있어야 한다. 기존의 제품들을 수거해 사용할 수 있는 부품을 적극 활용하고 재생 가능한 재료의 분리

와 수거, 재생을 활성화 한다.

(4) 관리 가능한 재료의 선택

대나무는 세계인구의 반 이상이 사용하는 오래된 재료이다. 음식, 쉘터, 연료 그리고 옷 등으로 사용이 많았다. 이러한 사용은 목재와 석유를 대신하는 재료로서 가치가 있다. 탄력성은 스틸보다 높고 여러 가지 사용용도가 많으며 내구성이 강한 재료이다.

[그림2] Bambu사의 대나무를 사용한 피크닉 제품



대나무는 나무목재의 소비를 줄일 수 있어 환경과 숲을 보호하기 위한 중요한 역할을 한다. 또한 지역의 경제를 지속 발전시킬 수 있다. 대나무는 성장이 매우 빨라서 재 녹화사업에 유용하며, 같은 면적에 있는 일반 나무보다 35%의 산소를 생성한다.

[그림3] Made Studio의 가구



메이드스튜디오는 환경 친화적인 방법으로 가구를 만든다. 그들은 폼알데하이드(방부제)가 없는 FSC1 인증 심재를 사용하고 유독한 접착제를 사용하지 않는다. 그들은 최대한 FSC 인증 재료를 사용하고, 나무 쓰레기들은 기존 쓰레기와 쓰레기 매립지로부터 분리되어 정원의 비료로 재생된다.

이와 같은 예는 적절한 관리를 통하여 자원의 무제한 사용을 가능하게 하는 재료들의 개념이다.

(5) 생분해성 재료 사용 확대

2001년 소니가 네덜란드에 플레이스테이션2를 처음 수출했을 때 반포되었던 사건이 있었다. 네덜란드 국내법이 금지한 환경유해물질이 부품에 들어 있

던 것이 그 원인이었다. 소니는 이 사건을 계기로 환경 문제에 더 크게 신경 쓰고 연구하기 시작했고 글로벌 그린 경영을 선포하고 에코마크를 만들었다. 그 일환으로 90% 이상을 옥수수로 만든 식물성 플라스틱을 개발하여 소형 오디오 케이스에 적용하였는데, 식물성 플라스틱은 토양의 미생물과 함께 이산화탄소, 물, 무기질로 이루어져 자연 분해가 된다.

환경산업기술정보를 제공하는 KONETIC에서는 멕시코시티 시정부에서 환경오염을 줄이기 위해 상점에서 제공하는 일반 플라스틱 봉투를 생분해성 플라스틱 봉투로 교체하는 의무화 개정안을 공포하였다고 하고 이 법안은 2009년 8월 19일에 발효되나, 1년간의 제도 및 교체 기간을 거쳐 2010년 8월 19일부터 이 법안을 지키지 않는 업자에 대해 36시간의 구류 또는 최소 임금의 1000~2만 배에 해당하는 벌금을 부과할 것이라고 한다.(<http://www.konetic.or.kr/>)

이러한 예를 통해 보듯이 생분해성 재료의 사용은 급격히 늘어날 것이고 이러한 재료의 개발과 사용은 디자인에 있어서 매우 중요한 친환경 요소가 될 것이다.

3-4-2. 부품 및 구조 레벨

(1) 부품의 통합에 의한 부품 수 감소

부품 수를 최소화하는 것은 생산·사용·폐기과정에서 지불해야 하는 여러 비용을 장기적 관점에서 감소시킬 수 있다. 부품을 조립품(Assembly)이라던가 유니트(Unit)라는 형태로 정렬함에 따라 설계·생산·서비스 측면에서의 이점을 얻게 된다. 환경 측면에서는 자원의 절약, 에너지 절약, 폐기물 최소화, 재활용 용이성이 향상된다.

(2) 표준부품 적용 및 규격화

베어링, 밸브, 볼트, 스크류 등의 기성 품목은 주문형 부품보다 가격이 저렴하다. 공통의 대량생산 부품과 표준 재료를 사용하면 비용이 절감될 수 있고 납기를 줄일 수 있으며, 공구나 설비의 투자를 없앨 수 있고 구매나 재고를 단순화할 수 있다.

부품의 표준화와 규격화는 제품의 수리를 손쉽게 할 수 있으며 재사용에 커다란 이점을 갖고 있다.

(3) 분해성 설계(DFD : Design For Disassembly)

여러 가지 부품이나 재료를 사용하는 경우 해당 제품의 수명이 다한 후 최종 단계에서 분리하여 재이용이나 재활용이 쉽도록 설계할 필요가 있다. 이병욱, 황금주, 김남규는 이러한 설계가 되지 않았을 경우에는 재사용이나 재활용을 하기 위해 분리·수거하는데 많은 비용이 들게 되고 최종 단계에서 분리가 쉽도록

1) 친환경적으로 개발 관리된 산지에서 생산된 목제품을 구별하기 위해서 1993년 25개국 환경보호단체, 목재거래업자가 모여 산림관리위원회를 설립함

설계하는 것은 자원의 재활용을 촉진하는 데 매우 중요한 역할을 한다고 주장하고 있다.(이병욱·황금주·김남규, 2005. p411)

일회용을 만들어야 할 필요가 있다면 쓰레기를 줄이고 재활용이 가능하도록 디자인해야 하는데. 코닥의 일회용 카메라의 재활용률이 알루미늄 캔의 재활용률보다 더 높다는 결과가 있다. 1990년에 코닥은 재활용 프로그램을 만들어 10억 개의 일회용 카메라를 재활용하는 데 성공했고 75%의 부품을 재활용함으로써 생산단가의 비용절감도 가져왔다. 이처럼 재활용이 가능할 수 있었던 것은 분해가 쉬운 조립 방식 디자인과 최소한의 부품구성, 단일 소재의 사용을 실천했기 때문이다.

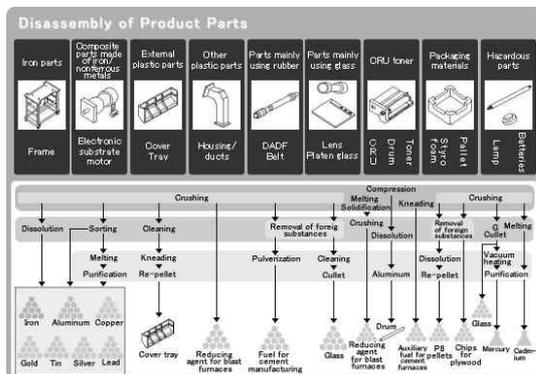
[그림4] 코닥 일회용 카메라



(4) 재사용 설계

제록스의 1995년 12월 자원 순환형 시스템(Closed Loop System)을 가동해 업계 최초로 재이용 부품을 사용한 상품을 시장에 내놓은 바 있다. 제록스는 자사의 복사기·프린터 등을 철저히 회수하여 그 부품을 철강, 알루미늄, 유리, 렌즈, 구리 등 64개 범주로 분해·분류한 다음 재자원화 하는 시스템을 구축했다.

[그림5] 제록스사의 부품 재사용 표 (<http://img.ad-indicator.com/fujixerox/jsp/DocuConsultant/fx.html>)



3-4-3. 제품 레벨

제품 레벨에서는 특히 산업디자이너의 역할이 더욱 중요하게 요구하고 있다. 대부분 친환경 디자인에서 언급되고 있는 내용들은 설계·생산·유통·소비과정 등 현실적으로는 디자인과 직접적인 관련이 적어 보이는 것들이라고 할 수 있지만 제품 레벨에서는 디자이너와 직접적인 관련이 있는 외관상 표면처리와 제품의 크기, 무게, 제품의 수명, 그리고 환경을 위한 창의적 접근 등이 있다.

(1) 표면처리

표면처리는 그 방법에 따라 환경영향이 큰 부분이며, 일반적으로 표면처리를 필요로 하지 않는 재료를 선택하는 것이 좋다. 표면에 페인트로 스프레이를 하거나 도금이나 각종 코팅, 인몰드, 스탬핑, 등 복잡한 표면처리와 환경유해성 과다한 인쇄 없이 재료의 순수한 표면 상태를 유지하면서 그것이 미적으로 아름답게 처리되어야 한다.

보통 플라스틱 사출물의 표면에 사출시 발생하는 weld line, flow mark, 광택 불균일 등 표면의 흠을 감추거나 표면의 미적 처리를 위해 도장을 하였는데, 웰드 레스 성형(weld less molding), 고팡택 무도장 사출법이 개발되어 도장 없이도 표면을 깨끗하게 처리하는 기술이 적용되기 시작하였다. 즉 후 가공 없이 공정을 단순화하고 비용절감과 아름다운 외관을 창출할 수 있는 연구가 지속되고 있다.

플라스틱 사출물을 금속처럼 보이기 위해 금속 느낌의 도장을 하거나, 각종 독성과 오염의 원인을 제공하는 도금, 금속의 호일을 열로 눌러 플라스틱 표면에 입히는 스탬핑 처리 등을 하는데 이것은 재료 본연의 순수한 아름다움을 표현하지 못하고 금속처럼 보이게 만드는 일종의 가식적 행위라고 할 수 있다. 이것은 제품의 재활용을 어렵게 하며 폐기 시 오염물질을 발생시키는 원인을 제공하게 된다.

예를 들어 최근 휴대폰의 다양한 표면처리 방법들이 환경에 적합한 물질과 방법들로 이루어지는 것인지 환경평가에 의한 검증이 필요한 부분이다. 디자이너들은 이러한 환경유해성 표현방법을 지양하고 재료의 순수성을 아름답게 표현하는 미적 해결 방법을 강구해야 한다.

또한 제품에 인쇄되는 각종 정보들을 보다 친환경적으로 고쳐나가야 하며 독성이 약한 인쇄를 사용하거나, 되도록 인쇄를 대체할 수 있는 방법의 연구도 필요하다.

(2) 제품의 수명

디자이너들은 해마다 새로운 디자인의 제품을 개

발, 제품의 인위적 폐기처분을 조장한다. 이 현상은 주로 1950년대 미국 경제의 특징을 이루었다. 이러한 계획적 진부화는 의도적으로 제품의 물리적 수명 자체를 단축시키거나, 아니면 소비자로 하여금 물리적 수명이 다하기 전에 새로운 제품으로 교체하도록 유도하는 사용수명 단축 전략이다. 기업은 소비를 조장하여 환경에 문제를 일으키는 이러한 진부화 기법을 지양해야 한다.

도로시 메켄지는 제품의 수명을 연장시키는 방법은 폐기를 막는 것이라 주장하고 있다.(도로시 메켄지, 1996, p68) 신뢰성과 내구성을 향상시켜 제품 수명을 연장하거나, 제품을 재활용하여 얻은 원료로 새로운 제품을 만들면 결과적으로 제품 수명이 연장되는 것이다.

제품의 생산 비용을 줄이고자 하는 노력이 잘못되어 내구성이 결여된 싼 부품을 사용하는 등 결과적으로 제품 수명을 감소시키는 결과를 낳기도 하고, 호환성 없는 부품을 사용해서 부품교체와 대체가 쉽지 않아 유지·보수를 힘들게 만드는 것들이 제품의 수명을 단축시키는 결과가 된다. 또한 즉각적인 자극만을 제품에 담아내어 유행이 지나면 구제품이 되어 버리는 일도 많다. 여기에도 디자이너의 책임과 역할이 매우 중요하다. 디자이너는 오래도록 사용해도 안전하고, 수리하기 쉽고, 질리지 않는 순수하고 정직한 외관을 찾아내는 노력이 필요하다.

#### (3) 크기, 무게

의도적으로 제품을 필요 이상으로 크게 하거나 무겁게 하여 제품에 담겨있는 것보다 더 가치 있어 보이게 하는 경우가 종종 있다. 친환경 디자인은 이러한 왜곡된 제품 디자인 개념에서 탈피하여 정직한 제품 개발을 해야 한다. 제품의 무게와 부피를 감소시키는 것은 자원의 낭비요소를 예방하고 운송비 절감 등을 통한 원가절감에도 도움이 된다. 궁극적으로는 자원과 에너지 절약, 폐기물 감소, 오염물질 감소 등 환경영향에 매우 중요한 결과를 낳는다.

#### (4) 환경을 위한 창의성

디자이너의 창의성이 영역을 넘어서는 예를 볼 수 있는데 Monsterdesign에서는 최근 미국 렌슬러 공과 대학에서 기계공학과 제품디자인을 전공한 Eben Bayer와 Gavin McIntyre 두 사람이 스티로폼과 플라스틱을 대체할 수 있는 생물 적합 물질(Biomaterial) 그린셀레이트를 개발한 사례를 소개하고 있다. 이것은 곡식 껍질과 균사체 혼합물을 일정한 모양의 틀 안에 넣고 10~14일 가량 배양하면 균사체는 뽁뽁하게 엉켜 자라게 되고 이것을 오븐에 넣고 38~66℃로 가열해 말리면 균사체의 성장이 멈춘다. 그리고 2주

후면 건물의 단열재로 쓸 수 있는 재료가 된다고 한다. 이러한 방법으로 포장재인 에코크래들도 개발하였다.(<http://monsterdesign.tistory.com/967>) 이것은 폐기 시 아주 잘 썩어서 주변 흙을 비옥하게 한다.

디자이너들의 친환경에 대한 생각들이 현실화된 사례는 어렵지 않게 찾아볼 수 있다. 자가 발전 등 에너지 절감을 위한 아이디어, 절수에 대한 아이디어, 폐기물 재사용에 대한 아이디어, 분리수거에 대한 아이디어 등 디자이너의 혁신적인 생각들이 환경을 위한 디자인으로 끊임없이 개발되고 있다. 이러한 창의적 생각들도 상품화되기 위해서는 전과정 평가와 전과정 디자인을 통해 친환경성을 검증해야 할 필요가 있다.

#### (5) 포장

자원재활용과 패키지 디자인은 불가분의 관계에 있다. 포장도 하나의 제품이며 재활용 재료 및 재활용 가능 재료의 선택, 부피와 무게 감소, 친환경 인쇄 기술 활용, 재사용, 분리수거 용이성, 등을 고려한다.

제품 용기의 성분이 패키지에 알기 쉽고 정확하게 표기되어 있으면 소비자들이 한결 쉽게 분리수거를 할 수 있다. 우리가 흔히 페트병에서 접하는 플라스틱 성분을 표기한 통일된 가이드라인은 이미 오래 전 유럽 제조업체들의 발의와 패키지 및 무역 관련 단체들의 협력으로 완성되었다. 하지만 아직 모든 성분표가 완성된 것은 아니다.

한편, 공인된 표기체계와는 별도로 EU 시장으로 나가는 플라스틱 용기는 반드시 재활용을 통해 재생되어야 한다는 점을 강조하고 있다. 이를 위해서는 플라스틱 용기가 재활용 되도록 디자인하는 것이 무엇보다 좋은 실천 방안이다.

디자인을 통해 재활용 체계의 효율성을 높이면, 결과적으로 제조업체들도 자금 부담을 덜면서 재활용에 대한 책임을 질 수 있게 된다.

### 3-5. 5단계 : 디자인 개발

디자인 개발은 컨셉 개발, 창의적 아이디어, 렌더링, 목업, 도면 등을 내용으로 하며, 디자인전략 단계에서 정해진 기준치에 부합하는가를 고려한다.

### 3-6. 6단계 : 환경 평가

기존 제품과 새로운 디자인에 대한 환경성 비교평가를 진행하는 것은 LCA를 기반으로 진행되어야 한다. 환경 영향 평가 외에 사회적 기여도, 경제적 이점, 기술적 가능성, 시장 가능성 등을 평가한다.

[표3] 제품 전과정 디자인 프로세스

단계	내용	고려사항(평가사항)	
1단계 팀 구성 및 제품기획	팀 구성 프로젝트 계획 제품전략 시장전략 환경관련 법규 조사	문화 비용 성능 환경 법	
2단계 대상 제품 선정	대내외 환경 및 기업의 환 경 경영전략	잠재적 환경성과 시장에서의 잠재성	
3단계 사전 환경 평가	기존제품 평가 및 새로운 제품의 환경 목표 설정	천연자원의 사용 에너지 폐기물 발생 보건 및 안전성 생태계 파괴 지구온난화	
4단계 디자인전략	제품시스템 제품수명 물질전략 공정전략 정보/경영	재료	덜 유해한 재료 유한 재료의 사용 최소화 재생된 재료 재생 가능 재료 관리 가능 재료
		부품 및 구조	부품 수 감소 표준화와 규격화 재생부품의 사용 DFD 설계 재사용 설계
		제품	표면처리 제품의 수명 제품의 크기, 부피 창의성 포장
5단계 디자인개발	컨셉 개발 창의적 아이디어 렌더링 소프트 목업 도면 및 목업		
6단계 환경 평가	개선 전/후 비교	환경 영향 평가 사회적 영향 경제적 이점 기술적 가능성 시장 가능성	
7단계 설계 및 생산	디자인 시방서 환경 스펙 설계 이관 아트 워크 양산 감리	최종 재료의 구매 에너지 절감 생산 폐기물 최소화 부품 수 감소 및 표준 부품 적용 폐수 처리	

### 3-7. 7단계 : 설계 및 생산

환경평가를 완료하여 생산이 결정되면 설계에 들어가게 되는데 환경 친화적 설계는 제품이나 공정의 특성에 따라 다양한 측면에서 환경성과 개선에 기여할 수 있어야 한다. 첫째, 친환경 설계를 위해서는 제품 생산이나 사용 등 전과정을 통해 천연자원의 사용량을 줄이도록 설계해야 하며, 특히 재생 불가능한 자원을 많이 사용하는 제품과 공정의 경우, 그 사용량을 줄이거나 재생 가능한 자원으로 대체가 가능하도록 설계를 변경하거나 아예 새로운 설계를 시도할 수 있다.

둘째, 제조 공정이나 운송 및 사용 과정에서 소요되는 에너지의 양을 줄이도록 설계를 해야 한다. 에너지 소모를 줄이기 위해 새로운 공정을 개발하거나 기존 공정을 개선하여 에너지 효율성을 높일 필요가 있다.

셋째, 폐기물 최소화를 위해 제조 공정의 생산성을 제고하여 투입자원의 양을 줄이거나 포장 방식이나 포장재를 개선하여 폐기물 발생을 최소화 할 수 있도록 설계해야 한다. 제품의 내구성을 향상시켜 수명을 연장함으로써 폐기물 발생을 억제하는 것도 필요하다.

넷째, 분해형 설계를 통해 제품의 재활용과 재사용이 쉽게 가능하도록 설계한다.

생산부서에서는 이러한 친환경 설계를 바탕으로 깨끗한 공장 환경을 유지하고, 공정관리 및 개선을 통해 에너지 절감과 폐수 및 대기오염 물질을 최소화시키기 위한 노력을 해야 한다.

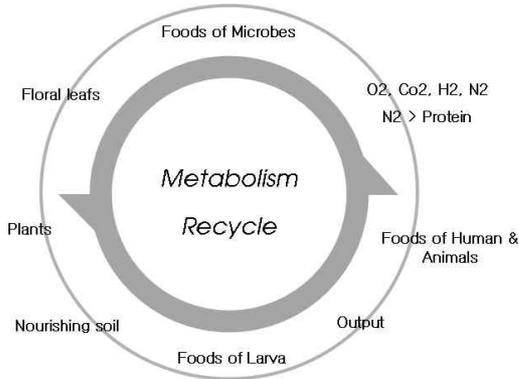
### 3-8. 전과정 디자인의 목표

아리스 세린에 의하면 인류공통의 미션이 대량 폐기형 사회에서 순환형 사회로의 실현에 있다고 주장한다.(아리스 세린, 2009, p20) 대량 폐기형 사회는 천연자원을 고갈시키고 대량 폐기물을 지구에 누적시키는 사회를 말하며 순환형 사회는 천연자원을 훼손시키지 않으며 수명이 다한 제품을 기업이 회수하여 재생산해나가는 사회를 이야기 한다. 자연의 물질대사(Metabolism)와 같은 순환형 사회를 이루는 것이 전과정 디자인의 최종 목표다.

자연은 물질대사(metabolism)라는 시스템에 따라 움직이는데, 이 시스템에는 쓰레기라는 것이 존재하지 않는다. 식물의 잎들은 땅에 떨어져 미생물과 유기체의 먹이가 되고 이것은 다시 토양을 비옥하게 만든다. 인간은 이산화탄소를 내뿜고 식물은 이런 이산화탄소를 들이마시고 산소를 생성시키며 자라난다.

쓰레기에서 나오는 질소는 미생물과 동물, 식물에 의해 단백질로 변형된다. 지구의 중요한 구성 성분인 탄소, 수소, 산소, 질소는 순환되고 또 순환된다. 전과정 디자인의 최종 목표는 이러한 자연의 순환시스템으로 우리의 환경을 돌려놓는 것이다.

[그림6] 전과정 디자인의 최종 목표 메타볼리즘



#### 4. 결론 및 향후 연구방향

환경문제와 에너지에 대한 소비자들의 관심이 증폭되면서 제품의 구매행동에 큰 영향을 미치고 있다. 가격이 상대적으로 비싸더라도 보다 친환경적인 제품을 선택하고, 환경 보호에 적극적이며, 재활용 가능 제품을 선호하고, 재생 가능한 에너지 자원 및 대체 에너지 자원을 이용한 상품에 관심이 증가되고 있다. 또한 타성적 소비를 지양하고 지속 가능한 재료를 이용하는 소비자들의 선택이 증가한다.

기업은 소비자들의 이러한 욕구를 바탕으로 친환경적인 제품이 성공한다는 개념을 받아 들여야 한다. 피상적으로 알고 있던 지식들을 검증하고 근거 없는 정보에 기인하여 선불리 행동에 옮겨서는 안 된다.

친환경 제품개발에 대한 정확한 실행을 위해서는 제품 개발 전과정에 걸친 평가와 디자인이 이루어져야 한다. 전과정 디자인의 기본적인 목표는 전 세계, 지역적, 국부적 수준에 지속 가능한 개발을 진행시키는 것이다. 또한 환경 영향을 최소화하며, 기본적인 사회적 요구를 충족하기 위해 자원을 효과적으로 이용하도록 하는 것이다. 이러한 전과정 디자인은 디자이너들의 역할 확대와 적극적인 참여를 요구한다.

본 연구는 디자이너들이 일반적으로 진행하던 프로세스와는 달리 친환경 디자인을 위해서는 제품 전과정 디자인의 개념이 필요하며, 디자인 관점에서 그 개념과 프로세스를 연구하였다. 전과정 디자인은 팀 구성에서부터 생산과정까지 디자이너의 참여를 포함

하였으며, 모두 7단계로 이루어진다. 각 단계별로 주요 추진내용과 고려사항, 평가항목을 발굴하였으며 환경 평가를 통해 이루어진다는 것을 전제하였다.

이제 환경을 위한 전과정 디자인은 디자인 트렌드로 자리매김하고 있다. 향후 제품 전과정 디자인에 대한 단계별 세부적인 연구가 이루어지고 이러한 연구들을 바탕으로 창의적인 디자인 개발 사례들이 지속적으로 연구되어야 할 것이다.

#### 참고문헌

- 도로시 매켄지, 이경아역, (1996), 그린 디자인, 도서출판국제, 68
- 비외른 톰보르, 홍옥의·김승욱(공)역, (2004), 회의적 환경주의자, 예코리브르, 77
- 아리스 세린, 우정준역, (2009), 지속 가능한 디자인을 위한 지침서, 디자인 리서치 앤 플래닝(주)
- 에코프론티어, (2002), 에코디자인 일반 지침 및 지원 S/W 개발 최종 보고서,
- 이병욱·황금주·김남규, (2005), 환경경영, 예코리브르, 411
- 자원재활용 기술개발 사업단, (2009), 리사이클링 백서, 청문각, (사)한국자원리사이클링학회
- Braden R. Allenby, (1991), Design for Environment: A Tool Whose Time Has Come, SSA Journal

<http://www.eps.or.kr>

[http://www.iceps.co.kr/information\\_01.htm](http://www.iceps.co.kr/information_01.htm)

<http://monsterdesign.tistory.com/967>

<http://www.konetic.or.kr>