

효율적인 전과정 평가를 위한 환경 기능 전개 시스템 개발

- Development of Environment Function deployment for Efficient Life Cycle Assessment -

양 광 모 *

Yang Kwang Mo

김 순 진 **

Kim Sun Jin

강 경 식 ***

Kang Kyong Sik

Abstract

As environmental damage increase by a highly developed material civilization of today, many companies take a growing immensely interest in the influence of environment for beginning a new paradigm year by year. The previous assessments dose not run the gamut of industry but is confined within a certain facility or an area. Industrial processes and operations can not be accomplished independently but are connected with each others through suppliers and customer, and these ideas are fundamental notions of Life Cycle Assessment(LCA). This paper will introduce Life Cycle Assessment(LCA) in environment which is rising, and would like to build environmental management system using approach of Quality Function Deployment(QFD) and Safety Function Deployment(SFD) belonging to the assessment method.

Keywords : LCA, Environment Management, Environment Function Deployment

† 본 연구는 명지대학교 안전경영연구소 지원으로 수행되었음

* 명지대학교 산업대학원 객원조교수, (주) 썬더 부설연구소 수석연구원

** 명지대학교 산업공학과 박사과정

*** 명지대학교 산업시스템공학부 교수

2005년 12월접수; 2006년 2월 수정본 접수; 2006년 2월 게재 확정

1. 서론

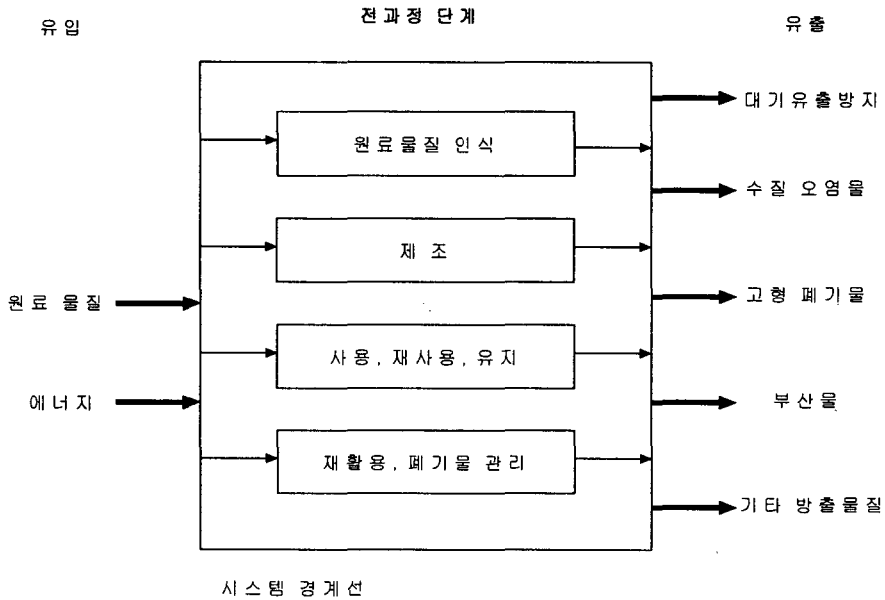
오늘날 발달된 물질문명으로 인한 환경적 피해가 점점 심각해짐에 따라 새로운 시대를 열어가고자 매년 많은 기업들이 환경에 미치는 영향에 대하여 지대한 관심을 가지고 있는 실정이다. 이러한 현상은 산업시스템 전반에 걸쳐 상당히 넓은 범위에서 환경오염을 조절하거나 줄이기 위해 노력하고 있고 그에 따른 국제사회의 규제(ex : ISO 14000)도 날로 엄격해지고 있다.

국내에서도 품질, 환경, 안전보건경영체제의 통합운영의 필요성을 고려한 OHSAS 18001 규격을 채택하고 있으며, 이것은 EHS(Environment, Health & Safety)시스템과 함께 경영자 검토를 통한 환경적 영향을 줄이기 위한 체계적인 방법으로 널리 적용되고 있다. 그러나 기업이 시장에서 경쟁력을 가지고 소비자의 요구를 만족시키기 위해서는 일반적으로 자리 잡고 있는 기업이 환경에 무해한 영향을 미쳐야 한다는 사고와 함께 체계적이고 정량화된 환경에 관한 전과정 평가가 선행되어져야 한다.

기존의 평가는 특정한 설비나 지역에 국한되어 있으며 관련된 산업체의 전 범위를 고려하고 있지 않다. 산업공정과 활동은 독자적으로 이루어지지 않고, 공급자와 수요자를 통해 다른 공정과 활동에 서로 연계되어 있다. 이러한 접근법이 전과정 평가(LCA, Life Cycle Assessment)의 기본개념이며, 본 논문에서는 요즘 대두되고 있는 환경 분야에서의 전과정 평가방법을 소개하고 평가방법에 따른 QFD(Quality Function Deployment)와 SFD(Safety Function Deployment)의 접근을 시도하여 LCA-EFD 시스템 개발을 통한 환경경영체제 구축을 하고자 한다[1].

2. LCA의 개념 및 필요성

1990년 이후로 환경분야에서 본격적으로 전과정 평가에 대한 고찰이 이루어졌지만, 지금까지는 분석의 복잡성 때문에 주로 전문가들에 의해 사용되었다. 그러나 점차적으로 전과정 평가에 대한 인식이 넓어지고 데이터가 충분히 집에 따라 일반적인 적용이 가능해지고 있는 실정이다. 환경영향 평가를 체계적으로 운용하는 기업은 비용절감, 향상된 이미지, 효율적인 경영방식 등으로 경쟁에서 이득을 얻을 수 있으며, 그러기 위해서는 양질의 데이터를 갖추고 환경경영을 통한 가치의 극대화라는 목표를 지향하며, 지속적 개선을 통한 경영활동의 효율성을 높일 필요가 있다[3, 4, 5].



<그림 1> 전과정 평가의 단계와 경계선

LCA는 제품개발 부분의 적용에서도 원재료 채취에서부터, 생산, 사용 및 처분이나 회수까지 제품의 수명(즉, 요람에서 무덤까지)의 모든 단계에서 환경 영향을 고려한다. 고려해야 할 환경 영향은 자원고갈, 인류 보건 및 생계 보건을 포함하며, 이런 LCA의 정의에서 어떤 중요한 특징은 그것이 개념적 요소와 데이터 집약적인 방법론 요소를 포함한다는 것이다. 전과정 사고의 개념은 시스템이나 전체론적인 관점에서 환경 문제를 제시하는 유일한 방법이다. 이런 식의 사고로 제품이나 서비스 시스템이 전체 전과정에 걸쳐 환경영향을 감소시킬 목적으로 가치 평가되거나 설계되어지며, 하나의 개념 및 방법론으로서 LCA는 제품, 기술, 공정에 관련된 환경 부담과 설계, 개발에서 최종 처분까지의 활동을 이해시키고 감소시키는 중요한 역할을 한다. LCA는 회사의 의사결정과정의 안목을 넓혀주어 에너지와 재료사용, 수송, postcustomer 사용, 제품 시스템과 관련된 환경배출 등에 대한 생각을 통합시켜 준다.

LCA는 한 제품, 포장 혹은 공정상의 특정 변화와 관련된 이익과 위험성을 보다 잘 이해할 수 있는 구도를 제공하며, 전과정 개념의 적용으로부터 얻어진 이익은 비용억제, 책임경영, 투자자 가치 및 경쟁력을 포함한다<표 1>, 그러나 LCA를 회사에서 사용하면 제품 시스템의 환경품질을 기획하고 설계를 시작하여 개선하는데 도움이 되지만, LCA를 모든 환경 문제를 해결하기 위한 유일한 도구로 간주하여서는 안 되며, 계속 발전하고 있는 LCA 방법론의 개념을 오늘날 존재하고 환경문제를 다루는 대체 방안으로서 업무와 조직에 적용함으로써 미래를 위한 공해방지와 더불어 우리의 자원을 미래에 계속 지속시키도록 하는 미래의 노력에 새로운 모델을 제공하여야 할 것이다.

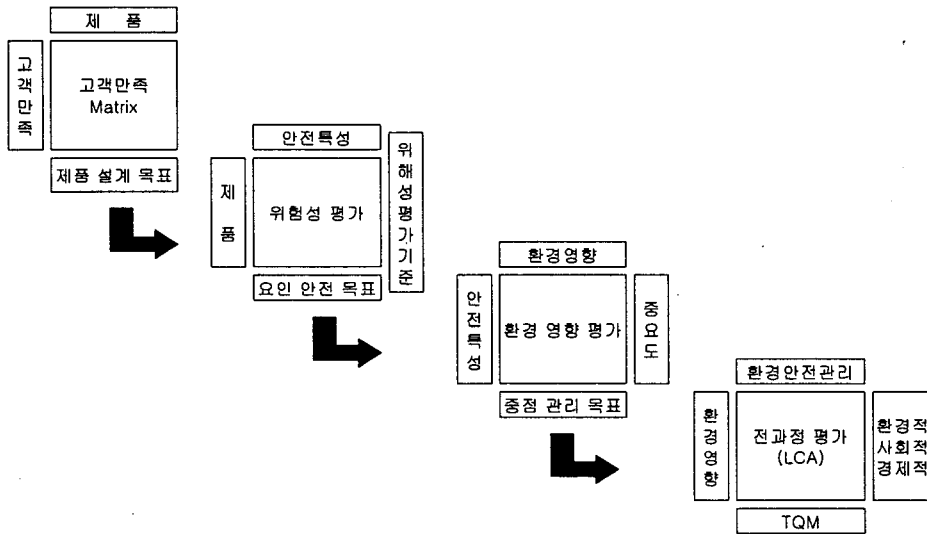
<표 1> 전 과정 수행의 이점

비용 억제	책임 경영
<ul style="list-style-type: none"> - 더 낮은 운영 비용 - 더 낮은 처리 비용 - 에너지 소비 감소 - 생산성 증가 	<ul style="list-style-type: none"> - 법적 벌금과 패널티 감소 - 규제자들과의 관계 개선 - 범죄적 책임 노출 감소 - 승인 가능성 증가
이권 단체의 가치	경쟁력
<ul style="list-style-type: none"> - 세입 증가 - 시장 지분 증가 - 회사 이미지 향상 	<ul style="list-style-type: none"> - 공급자와 고객의 요구 만족 - 재활용을 통한 잠재 세입 - 시장 지분 증가 - 신규 제품 기획

3. EFD(Environment Function Deployment) System 개발

지금까지 기업의 비용절감, 향상된 이미지, 효율적인 경영방식 등으로 경쟁에서 우위를 차지하고자 기존에 개발된 LCA기법을 살펴보고, 최근 활발히 사용되어지고 있는 QFD와 SFD[2, 6]를 통해 LCA의 확장된 개념이 넓은 범위에서 사용되어지고 있고, 본장에서 효율적인 LCA적용을 위하여 표준화된 환경기능전개(EFD) 도입의 필요성을 제시하고자 한다.

이 장에서는 기업의 조직활동, 제품 및 서비스가 환경에 미치는 영향 및 발생 가능한 위험요인을 파악하고, LCA방침과 환경안전 목표에 이를 반영함으로써 효과적인 LCA 경영성과를 달성하여 EFD System의 지속적인 개선체계 구축과 개선을 위한 문서화된 LCA 방침을 수립, 관리하기 위한 EFD System을 개발하기로 한다. 환경기능전개(EFD)는 다음 [그림 2]에서 보듯이 제품에 대한 고객만족도를 통한 제품설계목표를 수립한 후 고객만족도에 우선하는 제품 순으로 안전 특성을 위해성 평가기준에 의한 위험성평가를 하여 요인 안전 목표를 세운다. QFD의 특성은 최종단계에서 고객의 소리를 반영 최초단계의 원인에 대한 중요도 및 가중치를 결정하기 위한 방법론으로 단지 QFD 전개에 대한 방법론을 기록한 것이고 LCA(환경평가)사항이 아니며, 각 제품별 고객만족도에 따른 안전특성 Matrix를 작성한 후, 안전특성에 맞는 환경경영 평가를 하기 위해 중요도에 따른 중점관리 목표를 세워 환경영향에 따른 제품의 마케팅 방법이나 기술적 보정을 실시하도록 경영목표 정하도록 한다. 경영목표가 결정되었으면, 제품이 환경에 미치는 영향과 고객의 요구를 만족하도록 환경적·사회적·경제적으로 환경에 대한 전과정 평가와 함께 TQM을 실시하여 환경안전에 대한 전반적인 경영관리체계를 구축하도록 한다.



<그림 4> 환경 기능 전개도

3.1 제품에 대한 고객만족 Matrix

제품의 특성이 고객의 요구사항에 부합되는지 명백히 드러난 요구뿐 아니라 잠재되어 있고 숨어있는 요구를 파악하는 것이 중요하며, 이러한 고객요구사항은 제품의 사양을 결정하는 기본 정보를 제공하게 된다. 고객 요구 파악 과정은 제품개발과정에서 필수 불가결한 것이며, 제품개념 정립과 제품개념 선택, 경쟁력 있는 벤치마킹 그리고 제품사양 결정과 같은 업무와 매우 밀접한 관계가 있다. 따라서 기업에서는 제품에 대한 고객만족도를 이용하여 업무의 효율화와 고객이 느낄 수 있는 이익을 제공함으로써 가치를 창출할 수 있다<표2>.

<표 2> 제품에 대한 고객만족 Matrix

고객만족 \ 제품	A	B	C	D	E
가격의 적정성					
세련된 디자인					
제품 수명 주기					
소음, 진동의 여부					
부품의 호환성					
유지보수의 용이성					
장착, 탈착의 적절성					
비전문가의 사용 가능성					
고장에 대한 안전성					

3.2 제품별 안전특성 Matrix

제품에 대한 고객의 요구사항을 파악하였으면, 그 다음으로 제품별 안전특성을 파악하여 고객의 요구와 그에 따른 안전도가 부합되는지 살펴보아야 한다. 제품별 안전특성 Matrix는 기업의 모든 활동, 제품 및 서비스의 안전보건 측면 위험요인을 식별하고 위험성을 평가하여 관리할 수 있는 또는 향후 개선하여야 하는 중요 위험의 우선적인 대상을 결정하는 데 있다<표3, 표4>.

<표 3> 제품별 안전특성 Matrix

제품	유해성	유독성	부식성	자극성	민감성	발암성	돌연변이	폭발성	산화성	발화성
A										
B										
C										
D										
E										

<표 4> 물질별 위해성 평가 기준표

평가점수	위해성구분	유해성	유독성	부식성	자극성	민감성
	5					
4						
3						
2						
1						

평가점수	위해성구분	발암성	돌연변이	폭발성	산화성	발화성
	5					
4						
3						
2						
1						

3.3 안전특성에 따른 환경영향 Matrix

제품별 안전특성 Matrix가 완성되면, 제품의 안전특성이 환경에 어떠한 영향을 미치는지 정성적으로 파악되어야 한다. 전과정 개념은 어떠한 평가에 있어서도 '요람에서 무덤까지'라는 개념이 매우 중요하며 주어진 문제의 경제적, 환경적 그리고 에너지적인 차원에서 평가를 동시에 하여야 한다. 이렇게 정리된 EFD 정보는 다음 단계의 관리방안 Matrix와 함께 기업의 기획 업무, 의사결정, 원료 및 부품 공급업무에 어떻게 활용되는 지를 결정하는데 큰 도움을 줄 수 있다<표 5>.

<표 5> 안전특성에 따른 환경영향 Matrix

	지역공기 영향	수질영향	토양영향	해양영향	대기영향	폐기물영 향	자원소비	부수적인 영향	주요외부 비용들
유해성									
유독성									
부식성									
자극성									
민감성									
발암성									
돌연변이									
폭발성									
산화성									
발화성									

3.4 환경영향에 따른 관리방안 Matrix

안전특성이 환경에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보았으면, 중요도에 따라 관리방안을 제시하여야 한다. 환경 의사 결정은 정부와 산업체 모드에게 복잡한 과정이며 많은 차원으로 구성된다. 이것은 모든 목표와 필요 요소를 명확히 하는 것, 유용한 자료를 모아 정리하는 것, 경험과 판단으로 정확한 정보를 통합하는 것이 필수적이다. 이 과정은 환경관리의 모든 차원을 고려하며, 어떤 것도 간과되지 않는다는 것을 확실하게 하기 위해 중요하다<표6, 표7, 표8>.

<표 6> 환경영향에 따른 관리방안 Matrix 1

관리방안 환경영향	인체와 환경에 대한 안전		법적 순응				
	인체에 대한 RA (직장 및 가정)	생태계에 대한 RA (제조지 및 소비지)	제조지역 관리 시스템 감사	제조 지역 폐기물보고	원료 소비 보고	신생화학약품의 시험과 등록	제품과 포장분류의 명시
지역공기영향							
수질영향							
토양영향							
해양영향							
대기영향							
폐기물영향							
자원소비							
부수적인영향							
주요외부비용들							

<표 7> 환경영향에 따른 관리방안 Matrix 2

관리방안 환경영향	효율적인 자원이용과 폐기물 관리						
	원료소비의 감시와 감축	경제 분석	제조지역 환경감사	주요공급자 및 새 공급자에 대한 감사	처분 회사 감사	제품LCI	생태학적 설계
지역공기영향							
수질영향							
토양영향							
해양영향							
대기영향							
폐기물영향							
자원소비							
부수적인영향							
주요외부비용들							

<표 8> 환경영향에 따른 관리방안 Matrix 3

환경영향	관리방안	사회적 관심 요청(이해, 예상, 상호작용)						
		의견조사	소비자 및 시장 연구	연락망 형성	강연과 출판물을 통해 주요 관계자에게 정보제공	관학기법 실행그룹	장래의 정책과 규정에 대한 로비	기업보고
지역공기영향								
수질영향								
토양영향								
해양영향								
대기영향								
폐기물영향								
자원소비								
부수적인영향								
주요외부비용들								

소비자들에 대한 안전과 규제에 대한 만족이 절대적으로 필요하다. 이는 소비자와 노동자 그리고 환경에 대한 안전은 RA(Risk Assessment)를 이용함으로써 확인된다. 안전과 규제에 대한 순응이 일단 평가되고 확인되면, 자원이용과 폐기물 관리의 개선이 한 계단씩 단계를 밟으며, 전사적 품질 관리(TQM : Total Quality Management)원리에 따라 진행된다. 각 결정은 기존의 결정계급을 고려하며, 다른 방법에 의해 유도된 정보를 평가하며, 최종결정은 환경적 그리고 경제적 영향의 합성물이 된다. 왜냐하면 환경적으로만 개선된 제품은 만약 그것이 환경적으로 덜 바람직한 제품 대신에 팔릴 때, 환경 이익만을 단지 소비자에게 배달만 하는 것이 되기 때문이다.

기업은 사회의 한 부분으로서 작용하고, 많은 환경 문제가 사회의 한 부분 내에서는 해결될 수 없다. 그러므로 환경관리는 실제적으로, 기업과 기업의 많은 파트너(공급자, 고객, 소비자, 정부)에 의해 공유되어야 할 책임이다. 전통적으로 기업은 고객과 주주를 만족시키고, 법을 준수하고 하수시설과 같은 공익과 관련된 일을 수행하였다. 환경 개선을 위한 협력의 필요의 인식이, 고객과 공급자, 폐기물 관리자, 기타 이권그룹과의 관계에 있어 더욱 강조되어야 한다. 앞으로는 관계자들 간의 두터운 신뢰에 바탕을 둔, 더 한층 체계적인 책임분담이 장래의 환경관리를 위해 요구될 것이다. 그리고 특정한 문제에 대한 해결책의 제시는 행동보다 과학적인 토론에 근거를 두어, 모든 측면

이 고려되었다는 것을 보증해야 한다. 다시 말하면, 한 문제에 대해 제시된 해결책은 또 다른 문제를 일으키거나 악화시키지 않는다는 확신이 필수적이다.

4. LCA활용을 위한 EFD System의 사례연구

매년 많은 기업들은 환경에 미치는 영향에 대하여 지대한 관심을 가지고 환경경영에 대하여 목표와 평가방법 적용에 많은 노력을 기울이고 있으며, 환경오염을 조절하거나 줄이기 위해 자신들의 활동이 환경에 미치는 영향을 파악하길 원하고 있다.

이 장에서는 A 컴퓨터의 경우를 적용시키고 환경기능전개(EFD)를 통한 효율적인 LCA적용을 구현해 보고자 한다. A 컴퓨터는 컴퓨터 및 정보통신 제품의 설계, 개발, 제조, 판매, 서비스를 통하여 국민 생활의 편익증진 도모 및 정보화 사회를 주도해 나가는 선도 기업으로서 “자연사랑, 생태보존”, “안전하고 건강한 사업장 실현, 안전한 제품 공급”을 경영방침으로 환경경영에 대한 지속적인 관심과 운영을 추구하는 기업이며, 제품에 대한 고객만족도를 파악하고 각 제품별 안전특성에 대한 기준을 정하고 안전특성이 환경에 미치는 영향을 살펴본 후 그에 따른 관리방안에 대해 고려해 보고자 하였다.

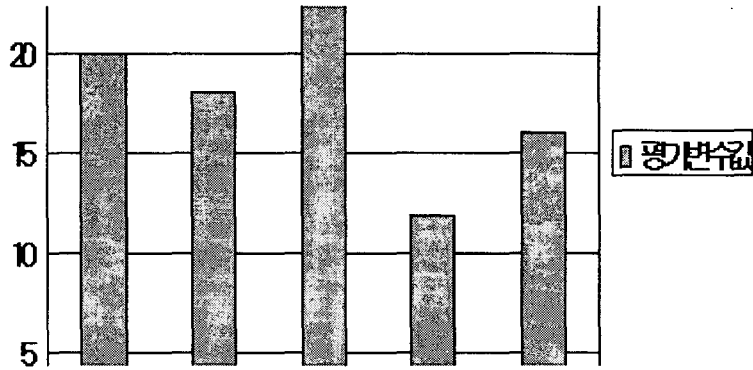
<표 9> 각 제품에 대한 고객만족 Matrix

고객만족 \ 제품	A	B	C	D	E
가격의 적정성	△	○	△	□	□
세련된 디자인	○	△	○	□	△
제품 수명 주기	□	○	△	□	□
소음, 진동의 여부	△	△	○	□	△
부품의 호환성	○	□	○	△	△
유지보수의 용이성	△	△	○	□	○
장착, 탈착의 적절성	○	○	○	□	□
비전문가의 사용 가능성	○	□	○	△	○
고장에 대한 안전성	□	□	○	△	□

○(만족) : 3점, △(보통) : 2점, □(불만족) : 1점

4.1 제품에 대한 고객만족도

A 컴퓨터에서 생산하는 컴퓨터 5종류를 선정, 고객만족도를 조사하여 본 결과 대부분의 항목에 대하여 C제품에 대한 고객의 만족도가 가장 높게 나왔다<표 9><그림 3>.



<그림 3> 각 제품에 대한 고객만족도

4.2 제품별 안전특성도

C제품에 대한 고객의 만족도가 가장 높게 나왔지만, C제품의 안전특성도를 조사해 본 결과 A제품에 대한 안전도가 가장 좋게 나왔으며 C제품은 고객의 만족도에 비해 안전도가 많이 떨어짐을 발견할 수 있다. A제품에 대해 중점을 둔 마케팅의 필요성이 요구되며, C제품에 대한 전반적인 기술적 절충이 필요하다<표10, 표11> <그림 4>.

<표 10> 각 제품별 안전특성 Matrix

제품	유해성	유독성	부식성	자극성	민감성	발암성	돌연변이	폭발성	산화성	발화성
A	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1
B	1	2	3	1	3	1	1	2	4	2
C	3	2	5	3	5	1	1	3	4	2
D	5	5	3	5	5	2	1	4	5	3
E	1	2	4	2	3	1	1	3	3	1

<표 11> 물질별 위험성평가 기준표

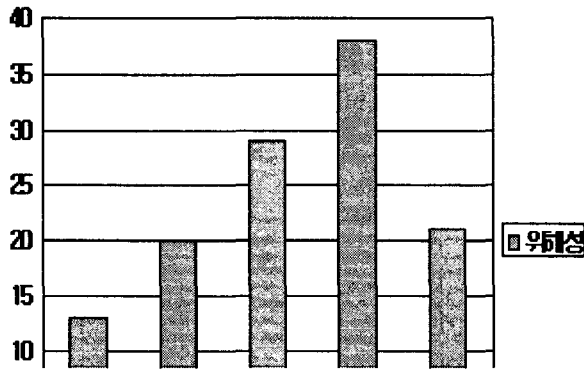
위해성 구분 평가 점수	유해성	유독성
5	심각한 질병초래	독성이 매우 강하다
4	눈, 기도, 청각, 피부손상	독성이 강하다
3	호흡기, 기침, 두통, 청각장애	독성이 있는 것으로 알려져 있다
2	눈, 코, 귀, 피부자극	적당량이면 유해
1	인체무해 또는 불명확	독성이 없거나 불명확

위해성 구분 평가 점수	부식성	자극성
5	완전히 부식된다.	자극이 심하고 오래 지속
4	조직이 크게 손상된다.	자극이 심하다.
3	조직이 체법 손상된다.	불쾌한 정도
2	자극이 남는 정도이다.	자극이 있음을 느낀다.
1	부식성이 없거나 불명확	자극성이 없거나 불명확

위해성 구분 평가 점수	민감성	발암성
5	모든 사람이 심한 증상을 보인다.	발암성물질로 확인된 가스상태 물질
4	대부분이 증상을 보인다.	발암성물질로 확인된 액체상태물질
3	절반 정도가 증상을 보인다.	발암성물질로 추정되는 가스상태물질
2	사람에 따라 다소 다른 증상을 보인다.	발암성물질로 추정되는 액체상태물질
1	느끼지 못하거나 불명확	발암성이 없거나 불명확

위해성 구분 평가 점수	돌연변이	폭발성
5	돌연변이물질로 확인된 가스 상태물질	폭발한계치가 정해진 가스상태물질
4	돌연변이물질로 확인된 액체 상태물질	폭발한계치가 정해진 액체상태물질
3	돌연변이물질로 확인된 고체 상태물질	폭발한계치가 정해진 고체상태물질
2	돌연변이물질로 추정된 가스 상태물질	폭발성이 추정되는 가스상태물질
1	돌연변이성이 없거나 불명확	폭발성이 없거나 불명확

평가 점수	위해성 구분	산화성	발화성
	5		유기물과 접촉시 순간적으로 연소
4		유기물과 접촉시 발화	인화점 61℃~120℃
3		유기물과 접촉시 열을 발생	열을내며 자연연소하는 물질에 접촉시 발화
2		탈색이 일어나는 정도임	불 또는 다른 화학물질 접촉시 발화
1		변화가 없거나 불명확	발화성이 없거나 불명확



<그림 4> 각 제품별 안전특성도

4.3 안전특성에 따른 환경영향 평가

각 제품에 대한 안전특성 분석이 되었으면 안전특성에 대한 효율적 환경경영을 위하여 환경영향을 평가하여야 한다. A제품의 경우 안전특성에 대한 평가가 가장 좋게 나왔으나, 부식성에 대한 환경영향 평가는 우려되는 항목이 상당히 많음을 알 수 있다. 그에 따라 기업의 효과적인 대처방안 마련이 시급하며, 효과분석에 대해서도 평가가 이루어져야 한다. 또한 유독성이나 발암성 그리고 돌연변이와 같은 안전특성에 대한 환경영향 평가는 환경에 심각할 정도의 영향을 미치므로 환경경영 방침에 따라 위험성 평가와 관리방안을 다음 과정에서 마련된다.

<표 12> 안전특성에 따른 환경영향 평가

	지역공기 영향	수질 영향	토양 영향	해양 영향	대기 영향	폐기물 영향	자원 소비	부수적인 영향	주요외부 비용들
유해성	■	▣	▣	▣	■	-	-	▣	□
유독성	▣	■	■	■	▣	■	-	▣	□
부식성	▣	▣	▣	▣	▣	▣	□	▣	▣
자극성	-	-	-	-	-	-	▣	▣	▣
민감성	▣	▣	▣	▣	▣	-	▣	▣	▣
발암성	■	■	▣	■	■	▣	□	▣	▣
돌연변이	▣	■	■	■	■	▣	▣	▣	▣
폭발성	▣	□	▣	□	▣	■	-	▣	▣
산화성	▣	▣	▣	▣	▣	▣	▣	▣	▣
발화성	-	-	-	-	-	■	▣	▣	▣

- : 적용불가, □ : 우려 없음, ▣ : 약간 우려, ▣ : 중간정도로 우려, ■ : 상당히 우려

4.4 환경영향에 따른 관리방안

이상과 같은 과정으로 각 제품에 대한 고객만족도와 안전특성과의 관계를 통해 계획 및 설계부분에서 부더의 의견반영이 이루어져야 함을 살펴보았으며, 안전특성에 따른 환경영향 평가를 통해 그에 따른 관리방안을 유도해 보았다. 각각의 영향은 환경적·사회적·경제적 요인들에 의해서 관리되어질 수 있고, 우려할 만한 환경영향 항목에 대해서는 복합적인 관리방안에 의해서 관리될 수 있다.

<표 13> 환경적·경제적으로 실질적인 환경관리 방안

환경영향	관리 방안	인체와 환경에 대한 안전		법적 순응			
		인체에 대한 RA (직장 및 가정)	생태계에 대한 RA (제조자 및 소비자)	제조지역 관리 시스템 감사	제조지역 폐기물보고	원료 소비 보고	신생화학 약품의 시험과 등록
지역공기영향		✓	✓	✓	✓		✓
수질영향			✓	✓	✓✓	✓	✓
토양영향			✓	✓	✓✓	✓	✓
해양영향			✓	✓	✓	✓	✓
대기영향			✓	✓	✓	✓	✓
폐기물영향			✓✓		✓✓	✓	✓
자원소비			✓			✓✓	✓
부수적인영향		✓	✓				
주요외부비용들							✓

환경영향	관리방안	효율적인 자원이용과 폐기물 관리					
		원료소비의 감사와 감축	경제분석	제조지역 환경감사	주요공급자 및 새 공급자에 대한 감사	처분 회사 감사	제품LCI
지역공기영향				✓			✓
수질영향				✓			✓
토양영향				✓			✓
해양영향				✓			✓
대기영향				✓		✓	✓
폐기물영향		✓	✓	✓		✓	
자원소비		✓✓	✓✓		✓		
부수적인영향					✓✓		✓
주요외부비용들		✓			✓		✓

관리방안 환경영향	사회적 관심 요청(이해, 예상, 상호작용)						
	의견조사	소비자 및 시장 연구	연락망 형성	강연과 출판물을 통해 주요 관계자에게 정보제공	관학개원의 실행그림	장래의 정책과 규정에 대한 로비	기업보고
지역공기영향	✓		✓	✓		✓	
수질영향	✓		✓	✓		✓	
토양영향	✓		✓	✓		✓	
해양영향	✓		✓	✓		✓	
대기영향	✓		✓	✓		✓	
폐기물영향	✓		✓	✓	✓	✓	✓
자원소비		✓			✓		✓
부수적인영향		✓					✓
주요외부비용들		✓					✓

<표 13>은 지역공기 영향 등 9가지의 환경영향요소에 대하여 인체와 환경에 대한 안전, 법적 내용, 폐기물 관리, 사회적 관심 분야에 대해서 항목별로 관리를 해야 할 것을 중요도에 따라 선정한 것이다.

제품, 포장, 작업의 안전과 그 환경은 모든 제조업자에게 가장 중요한 것이다. 안전은 제품의 제조, 사용, 처분의 모든 단계에서 보장되어야 하며, 안전평가는 인간의 건강 및 생태계에 대하여 RA(Risk Assessment)기법을 사용하면 가능해 지며, 적절한 규제를 통한 관리시스템은 내부 환경 관리 활동의 부분으로서 확립될 필요가 있고, 지방 및 국가법에 따라야 한다. 이 체제는 나라마다 매우 다양하며, 또한 여러 수단이 사용되고 있다.

효율적인 자원의 사용과 폐기물 관리는 대개 비용을 최소화시켜서 기업의 기본 경영에 좋은 측면으로 반영된다. 그 역으로, 건실한 경제적 분석과 경영에 의해, 기획에서, 공장에서, 제품에서의 자원의 비효율적인 사용을 확인하기 위해 계속적으로 노력해야 한다. 그러므로 환경적으로 그리고 경제적으로 건전한 경영이 대개 실질적으로 이익이 있기 마련이며, 정확한 자료에 의해 근거한 정보는 사회적 관심을 강연, 출판물 그리고 제한된 범위로 볼 때는 심지어 광고로까지 나눌 수 있다. 때때로, 특정한 사실이나 인지된 문제에서 적절한 해결책을 찾기 위해 정치가 과학자 혹은 산업근로자 그룹의 활발한 참여와 협력이 필요하다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 근래 대두되고 있는 환경경영의 중요성을 인식하고, LCA를 통해 기업 활동의 흐름에서 발생하는 시스템 전반적인 환경 영향에 대한 평가를 수행하였으며, 전과정 평가(LCA)의 방법론, 전과정 평가의 통합 및 적용을 통하여 사례를 살펴보고

현재 대두되고 있는 문제점 및 개선방향제시를 통한 전망과 전과정 평가방법의 지속적인 발전을 도모하였다. 또한 LCA적용 가능성의 확장개념으로 사회 전반에서 빈번히 사용되어 지고 있는 QFD와 SFD를 제시하여 환경경영 기능을 중점으로 한 SFD System의 도입을 유도하였으며, 사례적용을 통하여 향후 기업 전반의 정량적인 환경경영 시스템의 구축 및 단계별 기능 전개를 통하여 기업 전반의 시스템의 설계시간을 단축하였으며, 기업체 내부의 각 종 업종별, 공정별 경영분석에 있어서도 보다 세부적인 분류 항목에 적용이 가능하도록 시스템을 설계하였다. 최근 많은 기업들이 “환경에 친화적(environmentally friendly)”, 그린(green)”등과 같은 멘트로써 상품을 마케팅하기 시작했고 이러한 목적을 달성하기 위해 하청업자들이 환경에 친화적인 재료나 성분을 공급하도록 요구하고 있다. 이러한 환경 친화에 대한 목표를 정당화 시키는 일반적인 방법은 다른 상품과 비교를 하는 전과정 평가를 수행하는 것이다. 이때 기업들이 고려해야 할 문제는 소비자들이 환경 친화적인 상품에 대한 비용과 환경정책 수행에 따르는 부담금을 감수해야 할 것인가 하는 것이며 향후 정부차원에서 구체적인 방안에 대해서 논의되어야 할 것이다.

또한 본 논문에서는 하나의 기업을 대상으로 단순한 EFD System을 적용을 하였기 때문에 산업 전반적인 적용을 위해서는 향후 EFD 상의 제약조건들의 수정 및 보완이 요구되며, 효율적인 LCA를 위한 분석기법인 LCI(Life Cycle Inventory))나 LCC(Life Cycle Costing)를 통한 비용분석으로 효과대비 비용부담에 대한 환경경영방침을 정립할 필요가 있다. 그리고 정량화된 위험요소 값을 고객의 요구와 비교하여 그 감소 목표를 산출하고 실천함으로써 환경친화적인 경제성을 구현하도록 하여 기업의 경쟁력 제고와 이미지를 개선함은 물론 고객만족을 실현할 수 있는 EFD시스템임을 입증할 수 있는 연구가 계속 진행되어야 한다.

향후 정부기관이나 각종 환경협회들의 지속적인 관심으로 그동안의 전과정 평가에 대한 방대한 데이터 정립의 어려움으로 비용이 많이 들고 시간을 많이 소비하였으며 분석을 위한 표준화된 접근이 없었던 점을 개선하여 환경경영의 진보된 시스템을 개발할 여지가 많이 남아있으며, 독점의 문제, 기록의 일관성 문제, 제도적인 문제, 자료를 수집하는 조직에 대한 특혜 그리고 가장 중요한 사항인 비용과 같은 문제의 해결에도 많은 노력을 기울여야 할 것이다.

6. 참 고 문 헌

- [1] 김상용 외 8인 공저, 환경전과정평가, 시그마프레스, pp. 1-5, 1998.
- [2] 김건호; “SFD를 이용한 완전관리에 대한 연구”, 대한산업경영학회지, 2(1) : 91-101, 2004.
- [3] Environment Protection Agency, Facility Pollution Prevention Guide (EPA/6--/R-92/088), Risk Reduction Engineering Laboratory, Office of Reserch and Development, Cincinnati, OH, 1992.
- [4] Consoli, F., D. Allen, I. Boustead, J. Fava, W. Franklin, A. Jensen, N. de Oude, R.

- Parrish, R. Perriman, D. Postlethwaite, B. Quay, J. Seguin, and B. Vigon (eds.). 1993. Guidelines for Life-Cycle Assessment: A "Code of Practice." SETAC, Pendacola, FL.
- [5] Brinkley et al., "Life Cycle Inventory of PVC: Disposal Option for a PVC Monitor Housing", Proceedings of the 1995 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, Orlando, Florida, May 1-3, 1995, p.145
- [6] Andersson, R. 1991. QFD. A System for More Effective Product Development. Studentlitteratur, Lund(in Swedish).

저 자 소 개

양 광 모 : 현 (주)썬더 부설연구소 수석연구원, 공학박사
관심분야 생산관리, 안전관리, 경영과학

김 순 진 : 연세 대학교 간호대학 졸업, 한국 체육대학 사회 체육학과 건강관리과 졸업, 현재 명지대 산업 대학원에 재학중이며, 작업환경이 인체에 미치는 영향에 대해서 연구 하고 있다.

강 경 식 : 현 명지대학교 산업공학과 교수. 경영학박사, 공학박사
안전경영과학회 회장