No. 2016-09

SMaRT ECO
Sustainable Management and Related Technologies

SMaRT ECO NOW

김명화 주임연구원
ecopia@smart-eco.co.kr

포장필름의 인쇄도수별 탄소발자국 비교분석

1. 연구배경 및 필요성

포장용기는 시장에서 운반 및 보관이 용이하기 때문에 시장규모는 날로 커지고 있는 추세이다. 또한 포장용기가 화려해지고 고급스러워짐에 따라 포장용기로 인한 원가와 환경부하가 동시에 증가하고 있다. 특히 기업들은 시장에서 소비자의 기호를 맞추기 위하여 제품포장용기에 대한 인쇄를 최대한 화려하고 눈에 띄게 디자인하여 출시하고 있다. 하지만 최근에 일부 기업을 중심으로 제품 탄소발자국을 낮추고 원가절감을 위한 방안의 일환으로 용기를 경량화 하거나 포장의 디자인을 세련되게 하는 반면에 인쇄도수를 낮추는 방향으로 전환하고 있는 사례가 늘어나고 있다.

이에 본 연구에서는 국내 특정기업의 라면 포장용기를 대상으로 전과정평가 기법을 활용하여 포장용기에 인쇄하는 방법 및 인쇄도수의 변화에 따른 탄소발자국을 비교분석해 보고 이를 토대로 제품 탄소발자국 감축을 위한 적절한 대안을 제시하고자 한다.

2. 전과정평가 수행

2.1 목적 및 범위정의

본 연구의 대상제품은 라면 포장용기로, 외부포장필름과 묶음 포장을 위한 멀티 포장필름, 분말 내부포장필름, 건더기 내부포장필름으로 구성되며 4 종류의 포장필름 중에서 인쇄도수가 8도이고 합지수가 2겹인 외부 포장필름을 연구대상으로 선정하였고 그 이유는 전체 포장용기 무게의 54.8%를 차지하기 때문이다.

기능단위는 라면 외부포장필름 1개 생산으로 정의하였으며, 이를 위한 기준흐름은 외부포장필름 1개에 해당하는 무게인 4.6g으로 설정하였다. 라면 포장필름은 중간재에 속하므로 본 연구의 시스템 경계는 원료물질의 채취 및 가공에서부터 포장필름 제조 공정까지를 포함하였으며, 작업복과 장갑과 같은 작업자의 소모품을 제외하고 공정 투입물과 산출물에 대한 모든 목록을 수집하는 것으로 정하여 별도의 제외기준을 설정하지는 않았다.

시스템경계(System boundary)

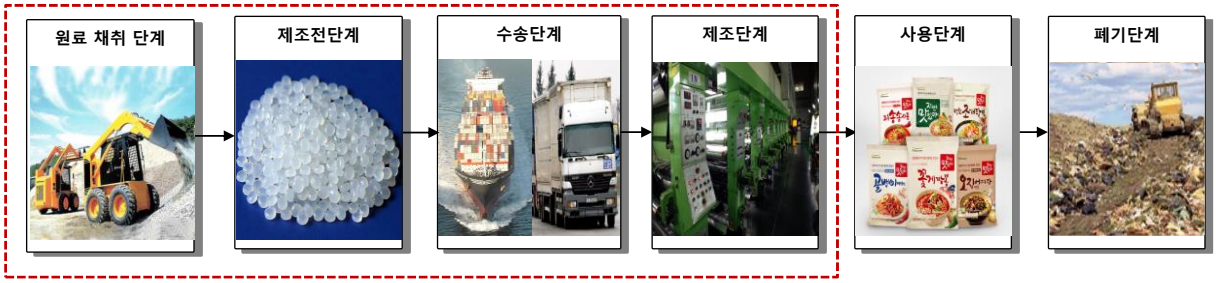

Figure 1 라면 포장필름의 시스템 경계

데이터 품질요건은 2015년도 1년간의 현장데이터를 수집하는 것을 원칙으로 하였으며, 상위 및 하위흐름에 대한 환경부하를 산정하기 위해 필요한 일반데이터는 최신의 국가 LCI 데이터베이스를 우선적으로 적용하되 여의치 않은 경우에는 Eco-Invent DB와 같은 공인된 출처의 최신의 데이터를 활용하였다. 본 연구는 다중 환경영향을 산출하는 것을 목적으로 하지 않고 제품 탄소발자국을 산정하는 것을 목적으로 하였으며, 지구온난화 영향을 산정하기 위한 방법론으로는 환경부의 환경성적표지에서 활용하는 영향평가 방법론인 IPCC 1996에 따른 GWP를 활용하였다.

2.2 데이터 수집 및 계산

설문지를 활용하여 투입물(원료물질, 에너지), 산출물(제품, 대기배출물, 고형폐기물)로 구분하여 데이터를 수집하였다. 라면 외부포장필름의 투입물, 산출물의 데이터 범주는 다음 표와 같다.

Table 2 라면 외부포장필름의 데이터 범주

구분		라면 외부포장필름
투입물	원료물질	VMCPP film, OPP film, PE, 잉크, 그밖의 유기용제
	에너지	전기, LNG
산출물	대기배출물	H_2O, CO_2, CH_4, N_2O, CO, NO_x, SO_x, TSP, PM10, VOC, NH_3
	고형폐기물	폐합성수지, 폐잉크, 그밖의 폐유기용제

수집된 데이터에 대하여 질량보존의 법칙에 의한 물질수지 검증을 수행하였으며, 대상 제조공정의 내부흐름에 대해서는 물질별로 경로를 파악하여 산출물 기준으로 보충량이 기입되었는지를 확인하였다. 물질수지 검증이 끝난 데이터는 ISO14044에 따라 기능단위별 환산과정을 통해 Gate to gate(GtG) 데이터를 작성하였는데, 원료물질의 투입량은 생산업체의 ERP 데이터를 활용하여 제품별 원료물질 투입량 데이터를 활용하여 제품별로 배분하였다. 또한 유틸리티 중 전기와 LNG는 1차적으로 공정특성을 고려한 유틸리티 배분을 하였으며, 2차적으로 인쇄도수(1도~8도)에 따른 유틸리티 사용량 배분을 통해 계산하였다.

3. 제품 탄소발자국 비교결과

3.1 인쇄 도수변화에 따른 영향 비교

라면 외부포장필름 1개의 전과정 온실가스 배출량은 2.41E-02kgCO_2e로 산출되었다. 이를 세부적으로 분석해 보면 생산공정에서 전기 및 LNG의 사용에 따른 온실가스 배출량이 전체의 67.5%를 차지하여 가장 많았고, 다음으로 포장필름의 원료에 의한 영향이 전체의 32.2%이고, 마지막으로 용제에 의한 영향은 0.3%로 매우 미약한 것으로 나타났다.

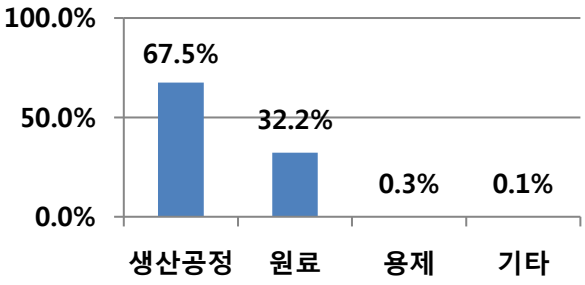

Figure 2 온실가스 발생원별 배출량 기여도

Figure 2에서 인쇄에 의한 온실가스 배출량 기여도를 보다 자세히 분석하기 위하여 전체 영향 중에서 생산공정과 용제에 의한 영향을 합한 온실가스 배출량 기여도를 인쇄 도수별로 비교분석해 보았다. Figure3에 따르면 인쇄도수가 1도일 때 전체 온실가스 배출량의 63.4%이던 것이 8도 인쇄로 전환되었다고 가정할 때 67.7%로 기여도가 4.3%가 늘어나는 것을 확인할 수 있었다. 1도보다 8도의 인쇄 기여도가 4.3%가 늘어난 것은 생산공정 내에서 실제로 도수별 인쇄기 가동에 따른 영향의 차이로 인한 것이다. 이에 생산공정 내에서 도수별로 인쇄에 의한 기여도가 얼마인지를 분석해 보았다. Figure3의 붉은색 막대 그래프를 통해 알 수 있듯이 1도 일때의 생산공정에서 인쇄가 차지하는 기여도는 불과 3.0%이었지만 8도로 인쇄품질이 높아질 경우에는 생산공정에서 인쇄로 인한 영향이 23.7%로 높아지는 것을 알 수 있다.

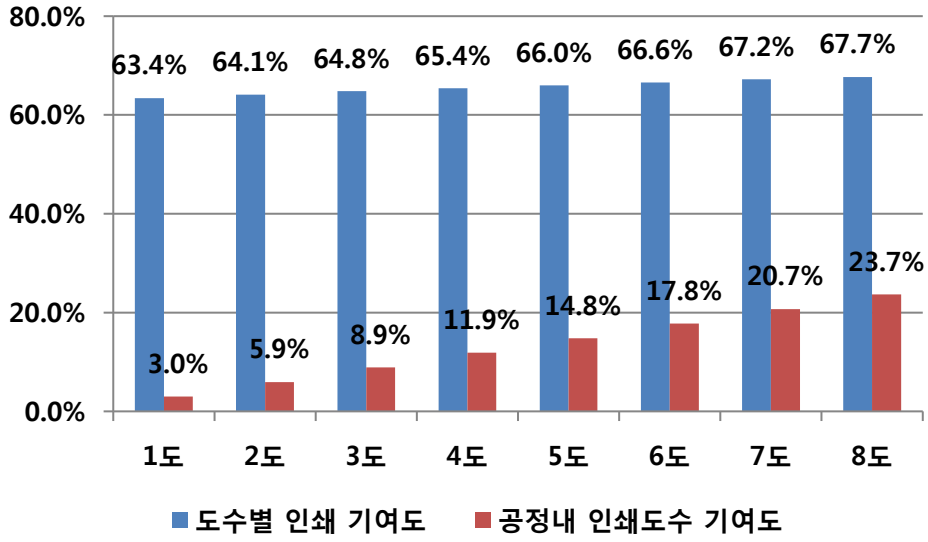

Figure 3 인쇄도수별 배출량 기여도

이상의 결과에서 알 수 있듯이 인쇄공정에서 전기와 LNG 사용에 따른 온실가스 배출량 기여도 전체 생산공정의 최대 23.7%를 차지함에 따라 이에 기여도를 낮추기 위한 방안으로 인쇄도수를 낮추거나 스팀을 생산하는 연료원을 LNG에서 온실가스 배출기여도가 낮은 목재펠렛 보일러로 전환하는 것을 대안으로 고려해 볼 수 있다.

3.2 연료원 변경에 따른 온실가스 기여도 변화

지역적 여건이나 기술적 한계, 경제적 상황 등을 고려하지 않고 단순히 환경측면만을 고려하여 스팀 생산을 위한 연료원을 LNG에서 목재펠렛으로 전환한다고 가정할 때, 인쇄공정에서의 온실가스 배출량 기여도가 인쇄도수 변화에 따라 어떻게 달라지는 지를 분석하였다. 목재펠렛 보일러의 사용으로 인한 온실가스 배출량을 산정하기 위하여 목재펠렛

생산과정의 온실가스 배출계수는 한국에너지공단의 KVER 등록사업에서 사용한 생산배출계수를 적용하였으며, 목재펠렛 보일러에서 목재의 연소에 따른 온실가스 배출량은 상쇄되는 것으로 간주하였다. 이렇게 연료원 변경에 따른 온실가스 배출기여도를 분석한 결과, 8도 인쇄 및 두 겹으로 된 라면외부포장필름 1개의 인쇄공정에서 발생한 온실가스 배출량은 최대 50%가 감축되는 것으로 분석되었다. 이와 더불어 인쇄도수의 변화에 따른 온실가스 배출량 기여도를 추가적으로 분석해 보았다. 그림을 통해 알 수 있듯이 1도 인쇄일 때의 생산공정에서 인쇄가 차지하는 기여도는 3.0%에서 1.5%로 감소하였고 8도로 인쇄품질이 높아질 경우에는 생산공정에서 인쇄로 인한 영향이 23.7%에서 11.0%로 낮아지는 것을 알 수 있다. 이상의 결과에서 알 수 있듯이 인쇄공정에서 스팀을 생산하는 연료원을 LNG에서 온실가스 배출기여도가 낮은 목재펠렛 보일러로 전환하면 인쇄공정으로 인한 기여도가 감소됨을 알 수 있다.

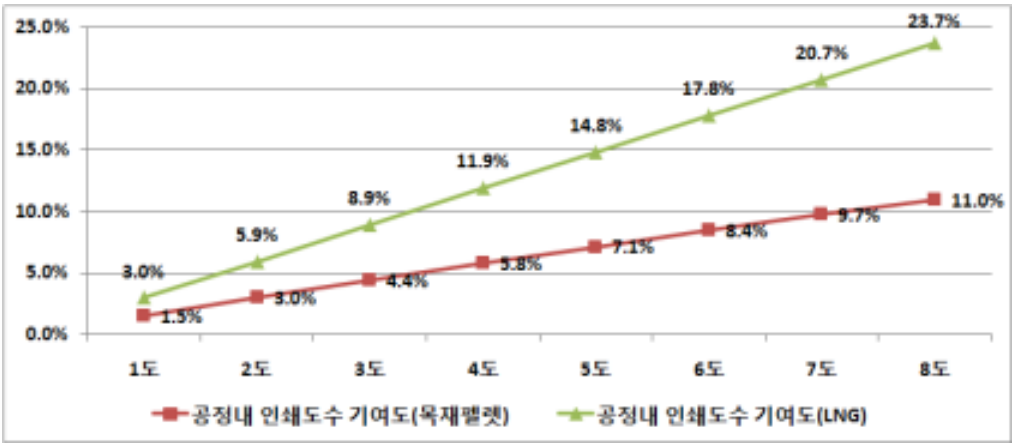

Figure 4 연료원별 인쇄공정 온실가스 배출량 기여도

4. 맺음말

본 연구는 전과정평가 기법을 활용하여 포장용기의 인쇄품질 수준에 따라 포장필름 개당 온실가스 배출량 기여도가 어떻게 변화하는지를 분석하였다. 이를 위하여 국내 대상업체로부터 2015년 연간 데이터를 수집하여 분석하였다. 그 결과 라면 외부포장필름 1개의 전과정 온실가스 배출량은 2.41.E-02kgCO_2e이며, 이는 생산공정이 전체의 67.5%를 차지하고 포장필름 원지의 생산에 따른 온실가스 배출량 기여도가 32.2%임을 알 수 있었다.

그리고 생산공정에서 발생하는 온실가스 배출량을 도수별로 세분화하여 분석한 결과 1도일 때 생산공정 내에서 인쇄로 인한 기여도가 3.0%이었지만 8도일때는 23.7%로 급격히 증가함을 알 수 있었다. 이에 인쇄공정에서 온실가스 배출량을 낮추기 위하여 LNG 보일러

대신에 목재펠렛 보일러로 전환한다고 가정하면 인쇄공정에서의 온실가스 배출량이 최대 50%가 감축되는 것을 확인할 수 있고, 인쇄공정에 의한 온실가스 배출 기여도도 최대 50% 감축되는 것을 확인 할 수 있다.

스마트에코㈜ 에서는 다양한 전과정 평가에 대한 경력과 노하우를 토대로 지속가능한 사회 구축을 위해 다양한 컨설팅 서비스를 제공하고 있습니다.

SMaRT ECO
서울시 강남구 일원동 619-2 공익빌딩 2층 스마트에코 주식회사
Tel : 02-6216-8809 Fax : 02-447-8815 http://www.smart-eco.co.kr/