

식료품생산체계의 수명주기평가에서 제기되는 몇가지 문제

오남철, 박효성

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《환경보호, 자연보호관리사업은 조국산천을 더욱 아름답게 만들고 자원을 보호증식 시키며 사람들의 건강을 보호하고 그들에게 보다 훌륭한 생활환경을 마련해주기 위한 중요하고도 책임적인 사업입니다.》

환경보호사업에서 중요한것은 공해방지대책을 철저히 세우는것이며 이를 위하여서는 공장, 기업소들이 높은 과학기술적수준에서 환경관리를 진행하여야 한다.

세계적으로 많은 나라들이 수명주기평가기술을 받아들여 깨끗한 생산체계를 수립하고 지역의 지속적발전을 보장하기 위하여 노력하고있다.

론문에서는 식료품생산체계의 수명주기평가에서 제기되는 몇가지 문제에 대하여 서술하였다.

1. 체 계 경 계

일반적으로 체계경계를 바로 설정하는것은 식료품생산체계의 모형화에서 가장 중요한 단계이다. 수명주기평가결과는 체계경계와 기능단위의 설정과 직접적으로 관계되어있다.

수명주기평가에서 체계경계는 리상적으로 원료채취, 운반, 생산, 분배, 판매, 최종처분공정을 비롯한 식료품생산체계의 전체 수명주기를 포함하는 원료채취—최종처분으로 설정되어야 한다. 그러나 대부분의 선행연구에서는 제품리용후 폐기물최종처분에 대한 식료품생산체계특성과 소비 및 폐기물처리단계가 생산단계에 비하여 환경에 주는 영향이 상대적으로 적다는데로부터 두가지 종류의 체계경계들인 원료채취—제품생산과 원료채취—제품판매를 광범히 리용하였다.[1] 원료채취—제품생산체계경계에서는 농작물재배와 식료품생산단계에서 환경영향을 정량화하며 원료채취—제품판매체계경계는 농작물재배와 식료품생산단계는 물론 제품분배와 봉사단계를 포함하여 환경영향을 평가한다.

대부분의 선행연구[1, 2]에서는 식료품생산에 대한 수명주기평가에 원료채취—제품생산체계경계를 적용하였다.

선행연구[2]에서는 체계경계를 설정하는데서 다음과 같은 부분체계들을 고려하였다.

- ① 비료생산, 운반 및 리용
- ② 농약생산, 운반 및 리용
- ③ 농업설비의 제작 및 리용
- ④ 농업생산물의 생산과 운반
- ⑤ 가공제품생산
- ⑥ 제품포장 및 운반

선행연구[3]에서는 원료채취—제품판매체계경계를 적용하여 생산된 제품의 운반 및 분배공정을 평가에 포함시켜 수명주기분석을 진행하려고 하였지만 폐기물최종처분단계를

고려하지 못하였다.

한편 선행연구[4]에서 원료채취—최종처분체계경계를 설정하고 완전한 수명주기평가를 진행하려고 시도하였다. 즉 제품생산, 제조, 보관, 포장, 운반 및 분배, 소비, 최종처분 등이 반영된 완전한 수명주기평가단계들을 고찰하였지만 평가자료의 정확성과 대표성이 부족한것으로 하여 정확한 결과를 얻지 못하였다.

2. 기능 단 위

기능단위를 바로 설정하는것은 각이한 식료품을 비교평가하는 수명주기평가에서 중요한 요소이다. 기능단위는 수명주기평가의 목표 및 범위설정단계에서 정의하여야 한다.

기능단위설정의 목적은 수명주기목록을 작성하고 분석을 진행할수 있는 기준흐름을 제공하는데 있다. 같은 제품체계에 각이한 기능단위를 리용하는 경우 서로 다른 결과가 얻어질수 있으므로 기능단위설정은 반드시 제품의 기능을 충분히 반영하여 설정하여야 한다.

그러나 선행연구[2]에 의하면 기능단위를 해당 제품이나 체계의 기능을 충분히 반영할수 있게 명백히 설정하지 못하였으며 폐기물관리에 대한 수명주기평가의 기능단위설정에서와 마찬가지로 기능단위와 기준흐름과의 차이를 정확히 구분하지 못하는 결함이 있다.

식료품의 수명주기평가에 대한 선행연구[3, 4]를 분석하여보면 대부분이 기능단위로서 단위생산량(1kg 또는 1m³)을 리용하였다. 이것은 기능단위에 대한 충분한 리해가 부족하고 식료품의 기본기능인 질적인 측면보다 보조적기능인 량적인 측면을 기능단위설정에 고려한것과 관련된다고 볼수 있다. 따라서 단위생산량에 기초한 기능단위는 식료품의 기본기능을 반영하지 못할뿐아니라 평가결과에 큰 영향을 줄수 있다.

일부 선행연구[5]들에서는 생산되는 제품의 개수를 리용하여 기능단위를 설정하려는 시도도 있었지만 제품들의 특성이 각이하기때문에 평가결과의 믿음성을 담보할수 없었다.

또한 토지리용면적이 농산물을 위한 기능단위의 기초로 리용될수 있지만 농업뿐만아니라 농업활동과 관련된 전체 체계를 고려하여야 하므로 수명주기평가를 복잡하게 만들수 있다. 그러므로 식료품의 수명주기평가에서 토지리용면적을 기능단위의 기초로 리용하는것보다는 질량 또는 체적을 리용하여 기능단위를 설정하는것이 합리적이라고 말할수 있다.

기능단위는 또한 식료품의 에네르기함량에 기초할수 있다. 선행연구[6]에서는 에네르기함량대신에 지방 및 단백질의 함량을 기능단위로 리용하였다.

식료품의 기능이 사람에게 필요한 영양성분만을 공급하는것이 아니므로 제품량과 영양성분은 물론 제품의 질과 경제적가치 등을 고려하여 기능단위를 종합적으로 설정하여야 한다.

3. 할 당

할당은 다중출력공정들을 포함하고있는 식료품생산체계에서 매우 중요하다. 1개의 공정이 2개 또는 그 이상의 가치있는 제품(부산물)을 생산할 때 제품의 생산에 리용된 자원과 오염방출에 대한 할당이 진행되어야 한다. 식료품생산이 부분체계들과 호상 밀접히 연결되어있으므로 식료품생산체계의 수명주기평가에서 부산물문제는 가장 일반적인 문제

로 제기된다. ISO 14044에 따르면 우선 1개이상의 제품을 생산하는 공정들에 대하여 다기능공정들을 부분체계로 분할(할당하는 경우)하거나 체계확장을 적용(할당하지 않는 경우)할것을 요구하고있다. 또한 할당은 환경부하와 기능들사이의 물리적연관 또는 경제적연관관계에 따라 진행할수 있다. 경제적할당은 제품들의 가격을 비롯한 경제적인 자료들을 쉽게 얻을수 있는것으로 하여 식료품의 수명주기평가에서 가장 일반적으로 적용된다.

한편 선행연구[3]에서는 체계확장을 적용하는것이 부산물할당을 진행하는것보다 더 정확한 결과를 얻을수 있다고 주장하고있다. 그러나 체계확장은 체계를 더 복잡하게 만들며 더 많은 자료를 요구한다.

4. 수명주기목록분석

수명주기목록분석은 수명주기평가의 단계들가운데서 가장 중요한 공정이다.

수명주기목록분석에서는 평가하려는 제품체계에 대한 구체적인 자료가 요구되므로 자료수집에 많은 시간이 소비된다.

선행연구[6]에서는 수명주기목록작성 및 분석단계 즉 부분체계들로부터 자료를 수집하고 그 대표성과 유효성을 검증하는것이 어려운 문제들중의 하나이라고 밝혔다.

선행연구[1-3, 6]들을 분석하면 식료품생산체계의 수명주기목록분석을 원료생산, 식료품생산 및 가공처리, 포장, 운반 및 저장단계로 나누어볼수 있다.

원료생산단계는 식료품생산체계에 입력되는 원료(실제로 농산물)를 생산하는 단계라고 말할수 있다. 이 단계에서는 경작에 필요한 비료, 농약, 관개수, 기계수단 등의 생산과 리용과정에 발생하는 환경영향을 평가하여야 한다.[2]

또한 식료품생산 및 가공처리단계는 식료품생산체계의 기본단계로서 선행연구[3]에서는 기본자료와 배경자료를 수집하고 목록으로 작성하였다. 이 단계에서 선행연구들은 기본자료로서 기본생산공정들에 입력되는 원료, 보조원료, 공업 및 생활용수, 에너기에 대한 자료와 출력되는 방출자료를 수집하였으며 배경자료에 에너지생산공정, 보조원료의 생산공정, 폐기물처리공정 등에 대한 자료를 포함시켰다.[1, 6]

다음으로 포장공정에서 발생하는 환경영향이 전체 수명주기에서 무시할수 없는 몫을 차지한다고 보았으며 그에 따라 포장공정에 의한 환경부하를 정량화하였다. 이외에도 운반 및 저장단계에 주의를 돌리고 환경영향을 정량화하기 위한 연구들이 진행되었다.

한편 식료품의 전체 수명주기단계들인 원료생산, 식료품생산, 가공처리, 포장, 운반 및 저장, 판매, 폐기물처리에서 환경영향이 가장 큰 단계들을 찾아내어 대책하기 위한 연구[5]가 진행되었다.

맺 는 말

세계적으로 수명주기평가리론과 방법을 규격화하기 위한 활동이 활발히 진행되어 일정한 성과를 거두었지만 수명주기평가의 적용대상과 방법에 대하여 구체적으로 밝히지 못하고있다. 그러므로 수명주기평가방법을 식료품생산체계에 적용하는데서 평가체계의 기본기능을 반영한 합리적인 기능단위를 설정하고 비교분석하는 문제, 할당절차에 따르는 비교분석을 진행하는 문제, 식료품생산체계의 공정별수명주기영향평가를 진행하여 영향이 가장 큰 공정들을 찾아 대책하는 문제, 불확정성평가를 진행하여 결과의 믿음성을 보장하는 문제 등을 해결하여야 하며 수명주기평가방법론을 완성하기 위한 연구를 심화시켜야 한다.

참 고 문 헌

- [1] A. K. Cerutti et al.; Journal of Cleaner Production, 73, 125, 2014.
- [2] A. Del Borghi et al.; Journal of Cleaner Production, 78, 121, 2014.
- [3] I. Djekic et al.; Journal of Cleaner Production, 116, 241, 2017.
- [4] G. Bertoluci et al.; Journal of Cleaner Production, 64, 234, 2014.
- [5] A. Schott et al.; Journal of Cleaner Production, 119, 13, 2016.
- [6] D. L. Katz et al.; American Journal of Health Promotion, 24, 2, 133, 2009.

주체109(2020)년 10월 5일 원고접수

A Few Challenges of Life Cycle Assessment in Foodstuff Production Systems

O Nam Chol, Pak Hyo Song

This paper described a few challenges of life cycle assessment in foodstuff production systems, system boundary, functional unit and reference flow, allocation procedures, and inventory analysis.

Keywords: life cycle assessment, foodstuff production, inventory analysis