

상대적 중요도계수 (f_i)를 이용한 환경지표 가중치의 결정

이건모 · 서상원

(아주대학교 환경·도시공학부)

Determination of Weighting Factor for Eco-indicator using the Relative Significance Factor(f_i)

Kun-Mo Lee, Sangwon Suh

(School of Environmental & Urban System Engineering, Ajou University)

ABSTRACT

Limitations and problems associated with weighting factors based on 'Distance-to-target' or 'Delphi-like' method have been analyzed and a new weighting factor is proposed. The weighting factor proposed is a product of a reduction factor (N_i/T_i) and a relative significance factor (f_i). A politically determined critical impact(T_i/f_i) is assumed to cause a critical damage defined as a level of damage acceptable to a society. A graph showing the relationship between relative damage and normalized impact indicates that the weighting factor ($(N_i/T_i)f_i$) is the slope of this graph. It further shows that the relative damage is the same as the weighted impact.

Keywords : weighting, reduction factor, relative significance factor, critical impact, damage, relative damage

요 약 문

환경목표, 또는 Delphi-like 방법만으로 결정된 가중치의 문제점 및 한계를 분석하였고 이를 토대로 새로운 가중치 부여 방법을 제안하였다. 제안된 가중치는 저감계수(N_i/T_i)와 영향범주간의 상대적인 중요도 계수(f_i)의 곱으로 나타낼 수 있다. 정책적으로 결정된 임계영향(T_i/f_i)은 사회적으로 허용할 수 있는 수준으로 정의된 임계 damage를 야기시키는 것으로 가정하였으며 상대적인 damage와 정규화된 영향의 상관관계를 나타낸 그래프로 가중치($(N_i/T_i)f_i$)가 그래프의 기울기임을 보였다. 또한 상대적인 damage는 가중치가 부여된 환경영향과 같음도 그래프로 설명하였다.

주제어 : 가중치, 저감계수, 상대적 중요도 계수, 임계영향, 임계 damage, 상대적 damage

I. 서 론

환경지표(Eco-indicator) 방법은 여러 전문가들의 조언을 받아 네덜란드에서 Eco-indicator 95라는 이름으로 발표된 전과정평가 방법이다. 한국형환경지표를 도출하기 위해서는 여러 가지 영향범주에 의한 환경영향을 하나의 수치로 합산하는 과정이 요구된다.

이러한 합산과정에 필요한 가중치 부여과정은 전

과정 목록분석(Life Cycle Inventory analysis) 결과가 취합되고 주관적인 판단과 가치선택의 과정을 포함하기도 하는 전과정영향평가(Life Cycle Impact Assessment; LCIA)의 선택적 구성요소로 정의된다.²⁾ 일반적으로 전과정평가에서 제품시스템의 환경영향은 특성화된 환경영향(Characterized Impact: CI), 정규화된 환경영향(Normalized Impact: NI), 가중치가 부여된 환경영향(Weighted Impact: WI)

으로 분류할 수 있다.²⁾ CI와 NI는 주어진 영향범주 i 를 기준으로, WI는 제품시스템을 기준으로 결과가 표시된다.

특성화된 환경영향은 주어진 영향범주 i 에서 j 번째 목록항목의 환경부하량(Load _{j})과 그에 해당하는 상응인자(eqv _{i,j})의 곱으로 표현된다. 즉, 특성화된 환경영향은 다음과 같은 식(1)로 표현할 수 있다.

$$CI_{i,j} = Load_j \times eqv_{i,j}$$

$$CI_i = \sum_j Load_j \times eqv_{i,j} \quad \text{식 (1)}$$

정규화된 환경영향은 i 번째 영향범주의 특성화된 환경영향을 정규화 값(Normalization Reference ; N_i)으로 나눈 값으로 식 (2) 와 같이 나타낼 수 있다. 정규화 값은 앞에서 설명한 바와 같이 일정한 기간, 일정 지역에서 발생된 오염물질의 특성화된 환경영향이다.

$$NI_i = \frac{CI_i}{N_i} \quad \text{식 (2)}$$

가중치가 부여된 환경영향은 정규화된 환경영향과 가중치(Weighting Factor ; W_i)의 곱으로 계산되며 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$WI_i = NI_i \times W_i \quad \text{식 (3)}$$

여기서 가중치의 선정방법은 일반적으로 전문가 집단에 의한 방법, 비용환산에 의한 방법, 환경목표에 의한 방법이 있다.⁴⁾ 이들 방법중에 환경목표에 의한 방법이 가장 널리 사용된다.

이에 대한 대표적인 예는 Eco-indicator 95, 독일과 스웨덴의 ET 방법 및 덴마크의 EDIP방법이 있다.^{1),3),5)} 한국형 환경지표개발을 위한 가중치 부여 방법은 Eco-indicator 95와 EDIP 방법의 개념을 기초로 하였다.

II. 한국형 환경지표 방법

1. 환경목표에 의한 방법 분석

환경목표에 의한 가중치(W_i)는 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$W_i = \frac{N_i}{T_i} \quad \text{식 (4)}$$

여기서,

T_i = 영향범주 i 의 환경목표: 뚜렷한 악영향이 관찰되지 않는 수준의 특성화된 환경영향

N_i/T_i 는 저감계수 (Reduction Factor)로 표현되기도 한다. 식 (2)의 NI_i 와 식 (4)의 W_i 를 식 (3)에 대입하면:

$$WI_i = \frac{CI_i}{N_i} \frac{N_i}{T_i} = \frac{CI_i}{T_i} \quad \text{식 (5)}$$

식 (5)에 나타난 것처럼 환경목표에 의한 방법은 가중치 부여 방법이 아니다. 즉, CI_i 를 T_i 로 나눔으로써 또 다른 형태의 정규화를 표현한 결과가 된다.⁴⁾ 식 (5)의 WI 는 단순히 분모가 N_i 에서 T_i 로 치환된 형태의 정규화이므로 가중치가 부여된 환경영향이 아니라 정규화된 환경영향으로 볼 수 있다. 저감계수 (N_i/T_i)를 사용하는 이유는 환경목표(T_i)를 산출하는 것이 어려운 반면에 저감계수는 상대적으로 산출하기가 쉽기 때문이다. 대부분의 저감계수는 정책적으로 결정된 값이 사용된다.

이에 더하여 가중치적용에 있어서 저감계수를 사용하는 데는 또 다른 중요한 문제가 있다. 저감계수는 현재 발생하는 환경영향과 환경목표값의 비율로써 주어진 영향범주의 심각성을 표현하고 있을 뿐 서로 다른 영향범주간의 상대적인 중요성을 반영하고 있지 못하기 때문이다.

예를 들어, 국지적 환경영향인 부영양화의 저감계수는 현재의 환경영향(N_i)과 목표치의 환경영향(T_i)사이의 관계를 나타낸다. 이들의 차이는 주어진 조건하에서 해당 영향범주의 심각성을 나타낸다. 그러므로 저감계수는 서로 다른 영향범주간의 상대적인 중요성에 대해서는 어떤 의미도 지니지 않는다. 이러한 점은 저감계수만으로는 가중치 결정에 한계가 있음을 보여준다.

가중치로써 저감계수를 사용하는데 따른 몇 가지