

## 탄소성적표시 건축 재료의 환경 효율성 분석 연구

- 바닥 마감재를 중심으로 -

### A Study on Analyzing Eco-efficiency of Carbon Labeled Building Materials

- Focused on Floor Finishes -

최지혜\*  
Choi, Ji-Hye

이윤선\*\*  
Lee, Yoon-Sun

김재준\*\*\*  
Kim, Jae-Jun

#### Abstract

In recent years, Korean government has focused on improving the environmental impact of products in order to reduce greenhouse gas emissions and to achieve their energy goals. The government has been conducting the following policies such as green procurement inducement and certification system. After carbon labeling was conducted in 2009, among a total of 1,065 items, 97 building materials have been given a certification: finishing materials items have the highest weight (56%). The increase in the certification numbers shows that there has been considerable technical efforts in the building material industry. At the awareness of carbon label and purchase of low carbon product, however, customers are aware of carbon labeling but the purchasing rate of carbon product is low. In this paper, we suggest that low carbon activities must also be considered in order to create client value by adding the concept of ecological efficiency. The objective of this study to measure the eco-efficiency of carbon labeled building materials on the basis of environmental aspects of the product with the perspective of economy for purchasing the excellent products.

Keywords : Eco-efficiency, Carbon Label, Building Materials, Floor Finishes

주요어 : 환경효율성, 탄소성적표시, 건축 재료, 바닥 마감재

## I. 서론

### 1. 연구 배경 및 목적

유엔기후변화협약을 시작으로 온실가스배출 감소와 에너지 목표 달성을 위해 정부의 노력이 이어지고 있다. 정부는 2020년 배출전망치(BAU) 대비 온실가스 배출량을 30% 감축하겠다는 목표를 발표했고, 그 중 건설업의 감축목표량은 0.23백만 톤 CO<sub>2</sub>e로 7.1%의 감축목표가 설정되었다<sup>1)</sup>.

건축물의 환경부하를 감소시키기 위해서는 건축물을 구성하고 있는 재료와 소비 에너지를 줄이는 것이 우선시 되어야하며, 현재 지속가능한 건축 재료 개발을 위한 연구들이 활발히 수행되고 있다.<sup>2)</sup>

이러한 산업과 학계에서의 연구결과들이 실제 국민 경제의 가치창출활동에 활용될 수 있도록 정부에서는 녹색제품<sup>3)</sup>의 구매를 촉진해왔다. 환경부 발표에 따르면 2012년 공공기관에서 녹색제품 구매 또는 사용으로 저감한 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)는 약 49만 1000 톤으로 추산되며, 이를 경제적 편익으로 환산하면 약 74억 원의 이득효과를 얻었다고 하였다.<sup>4)</sup>

민간 소비자들의 녹색구매활동을 지원하기 위해서도 2009년부터 탄소성적표지 제도가 도입되어왔다. 그러나 <Figure 1>에서 보듯이 최근 통계청 발표에 의하면 소비자들이 환경문제에 심각성을 느끼고 있음에도 불구하고

\*정회원(주저자), 한양대학교 첨단건축도시환경공학과 석사과정  
\*\*정회원(교신저자), 한양대학교 에리카캠퍼스 건축학부 조교수  
\*\*\*정회원, 한양대학교 첨단도시환경공학과 교수

**Corresponding Author:** Yoon-Sun Lee, Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Hanyang Univ.ERICA Campus, 55, Hanyangdaehak-ro, Sangrok-gu, Ansan-si, Gyeonggi-do, Korea  
E-mail: yoonsunlee@hanyang.ac.kr

이 논문은 2012년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2012R1A1A3013772).

1) 국토해양부(2011.07.12.). 2020년 저탄소 녹색사회 구현을 위한 로드맵 (Roadmap), 부문별·업종별·연도별 온실가스 감축목표 확정  
2) 탄소저감 건설재료 기술개발 연구단(2012), Plassmann et al. (2010). Methodological complexities of product carbon footprinting. Environmental Science & Policy, 13, 393-404., Crawford, RH. (2013). Post-occupancy life cycle energy assessment of a residential building in Australia. Architectural Science Review., Cheung, M., & Fan, J. (2012). Carbon reduction in a high-density city, Renewable Energy, 50, 433-440.

3) 「녹색제품 구매촉진에 관한 법률」에 따른 환경표지 인증제품과 GR마크인증제품을 말한다.

4) 환경부(2013.09.22.). 2012년 864개 공공기관이 녹색제품 1조 7270억 원 구매.

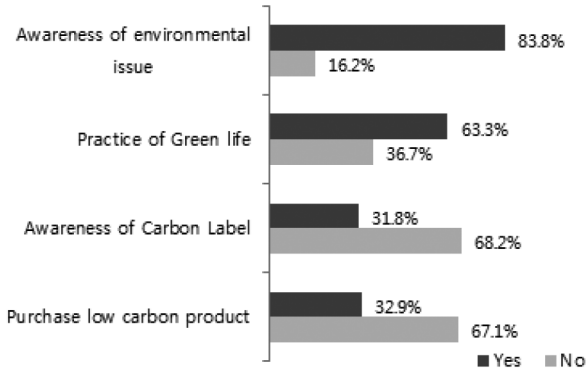


Figure 1. Trends of Use of Certified Products Awareness of Carbon Label (Source: Green Life Survey 2013)

저탄소 제품 등의 구매로 이어지지 않고 있다고 조사되었다<sup>5)</sup>.

현재 탄소성적표시제도는 탄소발생량 정보만을 표시하고 있는데, 이는 소비자가 제품구매에 있어 실질적으로 고려하는 경제적 측면을 반영하지 못하고 있는 것에 기인한다.

본 논문의 목적은 건설자재의 경제적 가치와 환경적 가치를 비교할 수 있는 방법을 제안하여 소비자들의 구매 의사결정과정을 지원하고자 한다. 이를 위해 현재 탄소성적표시제품 인증현황을 조사하고 건설자재의 경제성 대비 환경 영향을 분석하고자 하였다.

2. 연구 범위 및 방법

본 연구는 <Figure 2>와 같이 진행되었다.

먼저 2장에서는 탄소성적표시제도에 대한 개념과 선행 연구 분석을 수행하였다. 첫째, 저탄소 활동에 대한 정부의 지원 정책 및 관련된 기술 개발 동향을 조사하였다. 둘째, 건설 분야 탄소 배출 측정 및 감소에 대한 선행 연구 조사를 통해 현재 소비자측면에서 탄소 저감 활동을 촉진하기 위한 연구가 부족하다고 문제를 제기하고, 탄소 성적 표시 제품의 환경적 가치와 경제적 가치를 산출하는 환경 효율성 산출 방법을 도출하였다.

3장에서는 대한건축사협회의 건축자재분류체계에 따라 탄소성적표시 바닥마감재 종류별 인증현황을 조사하였다.

4장에서는 탄소성적표시 바닥마감재를 대상으로 제품의 경제적 가치와 환경적 가치를 비교분석하였다.

본 연구는 한국환경산업기술원에서 발표한 탄소성적표시 제품 중 건축 자재에서 가장 많은 인증 비율을 확보

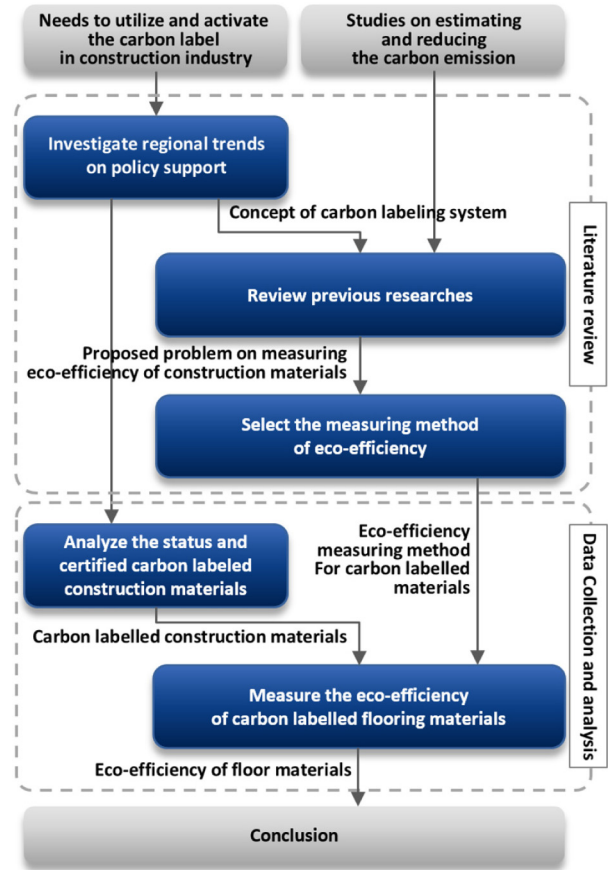


Figure 2. Research Flow

하고 있는 바닥마감재 제품을 대상으로 범위를 한정하였다. 경제적 가치 측정 요소로 제품의 판매 가격과 탄소배출권 가격을 사용하고 환경적 가치는 제품에 표기된 탄소성적을 활용하였다.

II. 문헌 연구

1. 탄소성적표시 제도의 개념 및 현황

환경부에서 시행하는 탄소성적표시제도는 생산, 수송, 사용, 폐기 등의 모든 과정에서 발생하는 온실가스 발생량을 CO<sub>2</sub> 배출량으로 환산하여 라벨형태로 제품에 부착하여 지구온난화 대응을 위한 저탄소 녹색생산과 녹색소비를 지원하는 제도이다.<sup>6)</sup> 이 제도는 유럽 국가들을 중심으로 발전하여, 현재 영국, 미국, 호주, 일본 등의 국가에서 시행하고 있다. <Table 1>은 국가별 저탄소활동에 관련된 용어를 정리한 것이다.

국내의 제도는 국외와는 다르게 <Table 2>와 같이 탄소배출량 인증제품과 저탄소인증제품으로 나누어 인증하고 있으며 인증 마크에는 탄소배출량과 인증구분 정보가 포함되어 있다.

5) 「2013 녹색생활조사」는 2013.03.2.~ 2013.03.31.까지 통계청(www.kosis.kr)에서 국민의 녹색생활 실천수준과 변화를 파악하기 위하여 녹색생활 실천여부, 인식정도 등을 파악하고자 실시한 설문조사이다. 이에 의하면 20세 이상 인구의 83.8%가 기후변화가 일상생활에 미치는 영향이 '심각하다'고 응답하였으나, 저탄소 제품 구매비율은 32.9%의 낮은 수준에 머물러, 환경문제의 인식이 녹색구매로 이어지지 않고 있음을 나타내고 있다.



6) <http://www.edp.or.kr/>(한국환경산업기술원)

Table 1. Terms Related with Carbon Activities by Country<sup>7)</sup>

Term	Korea	UK	AUS	US	China
Eco-efficiency		[1]		[12]	
Carbon Trading		[3]			[4]
Carbon Tariffs					[4]
Energy Efficiency		[5]	[6]		[7]
Green Procurement	[8]				[9]
Carbon Footprint	[10]	[5]			[2]
Construction of Low-carbon City	[11]				[4]

Note. [1]: Upham et al. (2011), [2]: Dong et al. (2013), [3]: Edwards-Jone et al. (2009), [4]: Dan (2010), [5]: Berners-Lee et al. (2011), [6]: Conejos at al. (2014), [7]: Ng et al. (2013), [8]: Information on <http://www.pps.go.kr>, [9]: Ho et al. (2010), [10]: Information on <http://www.me.go.kr/index.jsp>, [11]: Park at al. (2010)

Table 2. Classification of Carbon Emission Mark

1. Carbon Emission Certification	
GHG emission certification product in Korean	 <p>← GHG emission amount of the product Labeled this carbon footprint ← Meaning CO2</p>
2. Low Carbon Emission Certification	
Low-carbon product in Korean	 <p>← Korean carbon footprint label For low-carbon products Reduced GHG emissions ← National certification product</p>

2014년 1월 기준으로 탄소성적표시 인증 제품은 탄소 배출량인증 제품 894개, 저탄소 인증제품 173개로 인증유 효제품은 총1,065개이다. 각 제품군별 탄소배출량 인증제품은 에너지사용내구재(412개), 비내구재 일반제품(299개), 생산재일반제품(162개), 서비스(12개), 내구재일반제품(9개) 순으로 나타났고, 저탄소 인증제품은 비내구재 일반제품 (75개), 에너지사용내구재(72개), 생산재일반제품(25개), 내구재일반제품(1개)이고 서비스 제품은 없는 것으로 나타났다<sup>8)</sup>.

2. 환경효율성 분석에 대한 선행연구

<Table 3>는 환경 효율성 분석에 대한 선행연구들의 분석모형을 조사한 결과이다. Tatari & Kucukvar(2012)는 LCA기반 의사결정 틀을 개발하여 환경효율성을 건설자 재분야에서 평가하고자 하였다. 이 틀은 건축물 혹은 재료의 환경적, 경제적 성과지표를 통해 LCA(Life Cycle Assessment) 및 LCC(Life Cycle Cost)의 비율을 도출하여 각각대안들을 환경효율성 측면에서 비교가능 하도록 하였다. 또한 Li et al.(2013)은 주거 건설 시 탄소 배출 측정 및 감소에 대한 선행연구 분석을 통해 설계단계에서 설계자와 클라이언트가 건축물의 예상 라이프 사이클

Table 3. Methods of Analyzing Eco-efficiency

Researcher	The equation for eco-efficiency
Saling, P. et al (2002)	$\text{Eco-efficiency} = \sqrt{(\text{Toxicity})^2 + (\text{Material})^2 + (\text{Energy})^2}$
Mitsubishi (2001)	$\text{Factor-X} = \frac{\text{Eco-efficiency of the evaluated service}}{\text{Eco-efficiency of reference service}}$
Toshiba	$\text{Factor-T} = \frac{\text{Eco-efficiency of target service}}{\text{Eco-efficiency of reference service}}$
Lee (2012)	$\text{Eco-efficiency} = \frac{\text{Service value}}{\text{Environmental impact}}$ <p>Environmental impact: unction, price, carbon emission</p>
Hsieh et al. (2013)	$\text{Efficiency} = \frac{\text{Quality}}{\text{Load}}$
Zhang et al. (2008)	$\text{Eco-efficiency} = \frac{\text{Value of service}}{\text{Environmental impact}}$ <p>Input: Water resource, Raw mining resource, Energy Desirable output: Value-ad ded of industry</p>
D.Z, Li et al. (2013)	$= \frac{\text{Life cycle value of residential building}}{\text{Carbon emission of a residential building}}$
Tatari & Kucukvar (2012)	$\text{Eco-efficiency} = \frac{\text{Life cycle cost}}{\text{Life cycle assessment}}$

탄소효율성을 추정 할 수 있도록 하고자 모델을 제안하였다. 그리고 Lee(2012)는 제품의 기능적 가치와 경제적 가치를 환경적 가치와 비교하여 환경효율성을 측정하였다. 기존 연구를 분석한 결과, 에너지 사용 내구재인 가전 제품 혹은 비내구재 일반제품인 식품을 대상으로 환경효율성 측정연구가 이루어 졌으나 건설 자재를 대상으로 하여 소비자측면에서 탄소 저감을 위한 연구는 부족한 것으로 나타났다.

3. 환경 효율성 측정 방법

환경효율성(Eco-efficiency)<sup>9)</sup>이란 지속 가능한 발전의 3 요소 중, 가치 효율의 극대화라는 경제적인 측면과, 효율적인 자원이용과 환경오염물질 배출 저감이라는 환경적 발전요소가 결합된 개념으로서, 이를 통해 기업이나 정부의 지속가능성 달성 여부를 판단할 수 있는 하나의 관리 지표이다.

제품의 가치를 증가시키거나 환경적 영향요소를 저감시킴으로서 환경효율성을 향상시킬 수 있으며 환경효율성 평가요소는 <Table 4>와 같다.

본 논문에서는 Lee(2012)가 제안한 환경효율성 평가방

7) Choi et al.(2014)에서 수정 인용함

8) <http://www.edp.or.kr/>

9) Lee, J. (2012). Application of Product Function and Price Based Eco-efficiency Factors to Electronic Products: A Case on Drum Type Washing Machine. Ajou University, Suwon-si.

Table 4. Eco-efficiency Evaluation Factor

Division	Out Indicator(y)	Investment Index(x)
Elements Type	Sales Price, Output, an Annual Profit	Elements (Energy, Resource, Water, Land, Waste), Environmental Impact
Evaluation Category	Gate to Gate, Cradle to Gate, Cradle to Grave	

법을 이용하여 탄소성적표지 인증제품의 기능적 가치와 경제적 가치를 환경적 가치와 비교하여 환경효율성을 평가하였다.

<Modification 1>과 같이 산출지표(y)로는 판매가격<sup>10)</sup>을 사용하고, 투입지표(x)로는 탄소배출량을 사용하여 환경효율성을 평가하였다.

$$\text{Eco-efficiency} = \frac{\text{Product or service value}}{\text{Environment impact}}$$

Modification 1. Eco-efficiency Calculation

### III. 건축자재 탄소성적표지 인증 현황 조사

#### 1. 탄소성적 표지 자재 분류

탄소성적 인증제품은 대한건축사협회에서 제공하는 건축자재분류<sup>11)</sup><Table 5>를 기준으로 분류하였다.

Table 5. The Classification System of Building Materials Instituted by KIRA

Division No.	Contents
Division 01	General Data
Division 02	Sitework
Division 03	Concrete
Division 04	Masonry
Division 05	Metals
Division 06	Wood and Plastics
Division 07	Thermal and Moisture Protection
Division 08	Doors and Windows
Division 09	Finishes
Division 10	Specialties
Division 11	Equipment
Division 12	Furnishings
Division 13	Special Construction
Division 14	Conveying Systems
Division 15	Mechanical
Division 16	Electrical

10) 한국물가정보에서 제공하는 종합물가정보와 대한건설협회의 월간거래가격 2013년 12월호 참조

11) 대한건축사협회에서 제공하며 건설자재에 대한 정보를 제공자와 실사용자가 공유함으로써 비효율적이고 비능률적인 현행의 정보 전달체계를 개선함으로써 건설 분야의 경쟁력을 제고함을 목적으로 한다.

#### 2. 건축자재 탄소성적 인증 현황

2014년 1월 기준, 탄소성적표지 인증 제품은 탄소배출량인증 제품 892개, 저탄소 인증제품 173개로 인증유효제품은 총1,065개이며, 이 중 97개 제품이 건설부분 탄소성적 표지 제품이다. <Table 6>에 표시되어있듯이 가장 많은 비중을 차지하는 자재는 마감재(54개)로 집계되었다.

Table 6. Acquired Certification Numbers of Building Material (2014.01.)

Code No.	Contents	Product
Division 03	Concrete	7(7%)
Division 06	Wood and Plastics	8(8%)
Division 07	Thermal and Moisture Protection	2(2%)
Division 08	Doors and Windows	6(6%)
Division 09	Finishes	54(56%)
Division 12	Furnishings	20(21%)
Total		97(100%)

인증 받은 마감재는 바닥재, 천장재, 벽지, 데코 시트로 분류된다. 바닥재는 다시 비닐시트 바닥재, 염화비닐타일(PVC), 플로어링재로 분류되는데, 현재 건축 바닥재의 경우 LG 하우스시스, 한화, KCC의 세 회사가 주도적으로 인증을 취득하고 있다. <Table 7>에 나타나있듯이 LG하우스시스 Z:IN이 11개 제품으로 가장 많았고 이어 한화 L&C가 7개, 한솔참마루가 4개 제품의 인증을 받았다. 탄소배출량 저감율을 높인 저탄소제품 인증(2단계)을 받은 곳은 LG하우스시스(Z:IN Floor ELSTRONG Crever·VIP타일 갤러트)와 KCC(일반 석고보드(9.5T)) 2개사뿐이다.

본 논문에서는 <Table 7>에 표시된 24개의 탄소인증표시제품에 대한 환경효율성을 분석하였다.

Table 7. Certification Numbers in Floor Material Industry

Company	Product Types	Product	Total
LG Housis	PVC Tile	7(29%)	11
	PVC Sheet	4(17%)	
Hanwha L&C	PVC Tile	4(17%)	7
	PVC Sheet	3(13%)	
KCC	PVC Tile	1(4%)	2
	PVC Sheet	1(4%)	
Hansol	Flooring	4(17%)	4
Total		100%	24

### IV. 탄소성적표지 건축 바닥마감재 환경효율성 분석

#### 1. 환경성 지수 도출 방법

한국환경산업기술원에서는 제품의 탄소성적 산정의 기본 방법론을 LCA 표준인 ISO 14044의 절차에 따라 전과정<sup>12)</sup>에서 발생한 온실가스 배출량을 정량적으로 파악하여 인증을 부여한다. 전과정 평가는 목적 및 범위정의, 전

Table 8. Eco-efficiency Value of Flooring Materials &amp; Price Value of Flooring of Building Materials

Product	Certification Division	Type	Size	Phase <sup>13)</sup>		Total	
				Build preparation	Manufacture	LCA (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	Environmental Value (Won)
Z01	C.E	Tile	3T-450*450	1.818	0.713	2.531	16.81
H01	C.E	Sheet	5T-500*500	3.283	1.120	4.403	29.24
H02	C.E	Sheet	3T-450*450	1.269	1.302	2.571	17.07
H03	C.E	Sheet	3T-450*450	0.772	1.265	2.160	14.35
H04	C.E	Sheet	3T-450*450	1.142	1.451	2.469	16.40
K01	C.E	Tile	3T-450*450	2.132	1.652	3.904	25.92
Z02	C.E	Tile	5T-500*500	5.227	1.043	6.333	42.06
Z03	C.E	Tile	5T-500*500	2.967	5.353	8.333	55.34
Z04	C.E	Tile	3T-450*450	3.519	3.827	7.346	48.78
Z05	C.E	Tile	4T-457.2*457.2	3.939	2.424	6.364	42.26
Z06	C.E	Tile	3T*180*920	2.115	1.511	3.625	24.07
Z07	L.C.E	Tile	3T-450*450	2.500	2.160	4.660	30.95
S01	C.E	Flooring	8T-100*800	7.425	1.406	8.831	58.64
S02	C.E	Flooring	8T-100*800	7.425	1.406	8.831	58.64
S03	C.E	Flooring	8T-100*800	7.425	1.406	8.831	58.64
S04	C.E	Flooring	8T-100*800	7.425	1.406	8.831	58.64
H05	C.E	Sheet	3T*1830	2.717	0.664	3.380	22.45
H06	C.E	Sheet	4.5T*1830	4.026	0.875	4.900	32.54
Z08	C.E	Sheet	2T*1830	1.870	0.419	2.289	15.20
Z09	C.E	Sheet	2T*1.83 m*18 m	2.085	0.480	2.565	17.03
Z10	C.E	Sheet	6T*1.83 m*18 m	5.301	2.471	7.772	51.61
Z12	L.C.E	Sheet	2T*1.83 m*18 m	3.210	0.340	3.549	23.57
K02	C.E	Sheet	2T*1830	2.095	0.606	2.701	17.94
Z13	C.E	Sheet	4.5T (20 m)	4.336	2.000	6.337	42.08

Note. Abbreviates of the Certification Division  
Carbon Emission: C.E, Low Carbon Emission: L.C.E

과정 목록분석, 전과정 영향평가, 전과정해석의 4단계를 거쳐서 수행 한다. 이를 해당 제품에 대한 배출 기준치로 보고 있으며, 현재 탄소성적인증마크에는 지구온난화 영향범주만을 고려하여 표시되어 있다.

## 2. 인증제품의 환경측면의 가치 산출

<Table 8>은 탄소성적표시 인증을 받은 제품 중 바닥 마감재를 대상으로 제품의 환경영향에 대한 가치를 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>의 가격으로 환산하여 산출한 표이다.

2014년 1월 기준 톤당 CO<sub>2</sub> 가격은 약 6,640원<sup>14)</sup>으로, 이는 탄소거래제<sup>15)</sup>의 가격을 참조하였다.

12) 본 연구의 대상인 건축바닥재는 제조전단계(자원생산단계, 1차 원료생산단계), 제품제조단계가 고려되었으며, 항목은 <Table 8>에 표시되어 있다.

13) 현재 제품에 표시된 탄소배출량은 제조전단계와 제조단계에서 발생량만 표시되어 있고, 사용단계와 폐기단계에서 배출량은 표시되어 있지 않다.

14) 2014년 1월 기준 ton CO<sub>2</sub>당 탄소배출권 가격은 4.6유로 후반(원화 약 6,640원) 수준을 기준으로 계산하였다.

15) Information on <http://www.pointcarbon.com>

<Figure 3>은 <Table 8>의 제품의 환경적 영향지수만으로 비교한 것으로, 탄소배출량은 S01,02,03,04(플로어링재) 제품이 8.831 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>로 가장 높게 나타났고, H03(염화비닐타일) 제품은 2.160 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>로 가장 적은 양을 배출하는 것으로 나타났다. 따라서 환경적 가치만으로 비교한다면, H03 제품이 가장 친환경적인 제품이라 판단할 수 있다.

## 3. 제품의 가격인자 산출

바닥마감재 인증제품의 가격인자는 <Table 9>의 절차에 따라 산출되었다.

먼저 바닥마감재 별 가격인자를 분류화(Classification) 하고, 분류화된 가격의 단위를 생략하기 위해 정규화(Normalization) 과정을 거쳐 제품의 가치를 창출하는 과

Table 9. Process of Price Value of Eco-efficiency

Classification	Normalization	Value Creation
Price (product, carbon emission)	⇒ max., min., average	⇒ Product Value

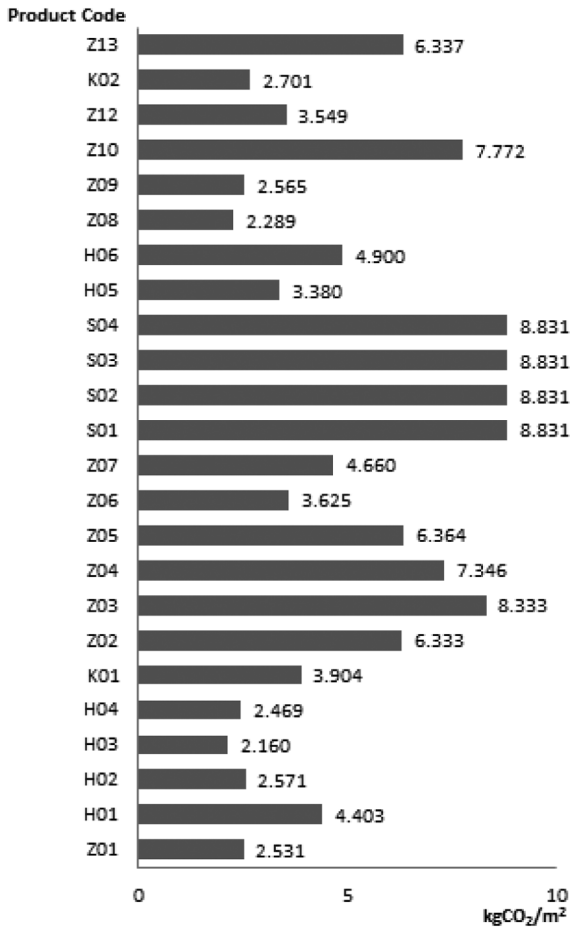


Figure 3. Environmental Impact of Flooring (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)

정으로 이루어졌다. 즉 제품의 정규화 결과 값이 제품의 가치(Value)로 산출된다. 이러한 결과를 거쳐 <Table 8>와 같이 바닥재의 가격측면의 가치를 산출하였다.

1) 분류화

탄소성적표지 인증을 받은 건축 바닥마감재 24개의 가격정보를 입력하고, 가격에 따른 제품의 가치를 산출하기 위해 제품의 최종 판매 가격을 고려하여 제품의 경제적 가치를 산출하였다. 또한 제품의 판매가격은 최종소비자가 제품을 선택하는데 있어 크게 작용하는 요소로서, 판단 기준에 포함되어야 할 중요한 인자이다. 가격정보는 대한건설협회의 「거래가격」과 한국물가정보의 「종합물가정보」 2013년 12월 호를 참조하였다.

2) 정규화

정규화는 최대, 최소 및 평균값을 산출하고 이를 각 가격 인자로 나누어서 각각의 부분비율을 산출하면 각 가격에 대한 가중화 값이 된다. <Table 10>은 가격에 대한 최대, 최소, 평균값을 표시하였다.

<Table 11>에는 가격 기반의 바닥 마감재의 정규화 결과가 나타나 있다. 염화비닐 타일의 경우 H04 제품의 가격이 가장 낮기 때문에 제품 가치가 높게 나타나게 된다. 즉 가격 기반으로 제품 및 서비스 가치를 산출 할 시 가

Table 10. Min, Average, Max of Price (Won)

Flooring type	min.	average	max.
PVC Tile	7,400	20,458	35,000
Flooring	46,000	46,000	46,000
PVC Sheet	9,500	23,463	41,500

Table 11. Normalization of Price

Type	Product	Normalization
PVC Tile	Z01	0.974
	H01	0.211
	H02	0.477
	H03	0.510
	H04	1.000
	K01	0.841
	Z02	0.211
	Z03	0.211
	Z04	0.274
	Z05	0.274
	Z06	0.411
	Z07	0.503
	Flooring	S01
S02		1.000
S03		1.000
S04		1.000
PVC Sheet	H05	0.380
	H06	0.343
	Z08	0.594
	Z09	0.576
	Z10	0.229
	Z12	0.401
	K02	1.000
Z13	0.326	

중화단계가 별도로 필요하지 않기 때문에 정규화 결과가 제품의 가치가 된다. 가격기반 제품의 가치는 염화비닐타일의 경우 H04가 가장 높은 값을, H01, Z02, Z03이 가장 낮은 값을 나타냈다. 플로어링재의 경우는 동일 업체의 제품으로 같은 값으로 측정되어 가격기반 가치비교가 불가하였으며, 비닐시트 바닥재의 경우 K02가 가장 높고 Z10이 가장 낮은 값을 나타냈다.

4. 환경효율성 가치 분석

제품군별로 가격 기반 환경효율성 가치를 비교하면 먼저 <Figure 4>는 염화비닐타일의 환경효율성 가치 산출 결과이다. G01 제품은 기존제품으로 탄소인증제품과 비교를 위해 추가하였다. 염화비닐타일의 경우 탄소배출량이 높고 경제성이 낮은(환경효율성이 낮은) 그룹과 탄소배출량이 적고 경제성고 뛰어난(환경효율성이 높은) 그룹으로 나뉘는 것으로 나타났다. H04, Z01은 경제적 가치 뿐 아니라 환경적 가치를 동시에 만족시킬 수 있는 지표로서 유용하게 사용될 수 있는 제품이다.

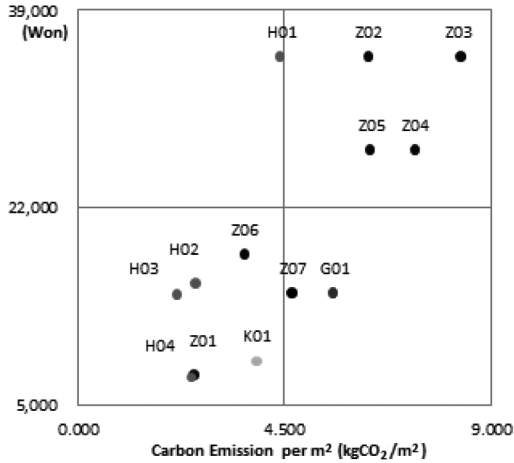


Figure 4. Eco-efficiency Value of PVC Tile

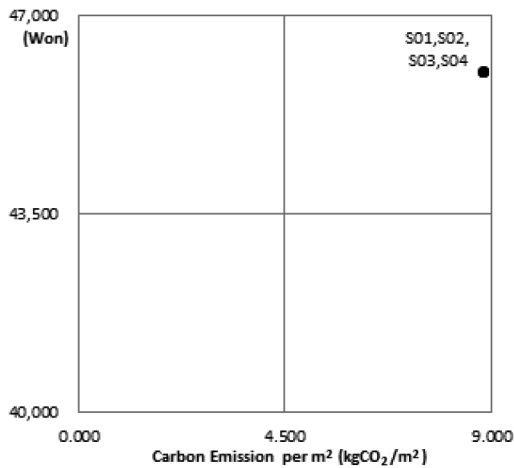


Figure 5. Eco-efficiency Value of Flooring

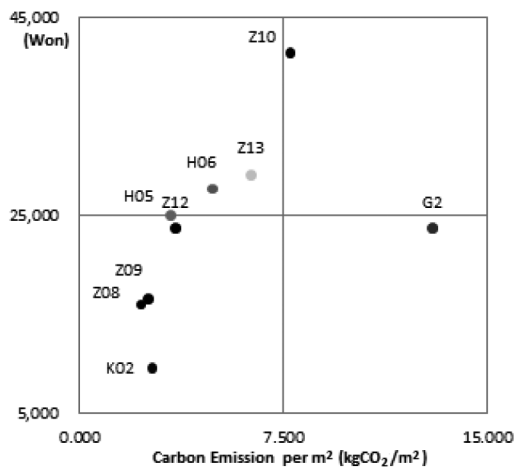


Figure 6. Eco-efficiency Value of PVC Sheet

<Figure 5>는 플로어링재의 환경효율성을 나타내고 있는데, 가격도 높고 탄소배출량도 많아 경제적 가치와 환경적 가치가 낮은 제품이라고 볼 수 있다. <Figure 6>은 PVC 시트 바닥재의 환경효율성을 비교하였는데 기존 제품 G2에 비해 탄소성적 표시 제품이 탄소배출량이 적은

것뿐만 아니라 가격경쟁력에서도 뒤지지 않아 환경적 가치가 매우 높은 것으로 나타났다.

### V. 결 론

최근 리모델링 관련 법안 개정 및 소비자들의 녹색구매활동 촉진 정책들로 건자재 업체로 하여금 탄소저감 기술개발에 대한 적극적인 대응을 요구하고 있다. 이에 건자재 시장에서 높은 시장점유율을 확보하고 있는 상위 자재업체의 경우 바닥마감재의 친환경성을 갖추기 위해 탄소성적표시 인증을 취득하고 저탄소 제품을 개발하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 이러한 기업들의 노력은 실제 기업들의 실적 개선으로 이어져 기업의 시장가치(주식가격)가 지속적으로 상승하는 선순환구조가 이루어지고 있는 것으로 나타나고 있다.

하지만 소비자 입장에서 탄소성적표시마크에는 제품의 구매 시 고려되는 경제적 관점이 포함되어 있지 않기 때문에 녹색구매를 촉진하고 있지 못하고 있다는 문제를 제기하고, 본 연구에서는 소비자가 환경성과 경제성이 우수한 제품의 구매를 유도하고자 탄소성적표시 제품의 환경 효율성을 분석하는 방법을 제안하였다. 바닥마감재 종류별로 가격인자를 분류화하고, 분류화된 가격의 단위를 정규화하는 과정을 거쳐 제품의 가치 도출하는 과정을 통하여 바닥마감재의 환경효율성을 측정하였다.

현재 탄소성적표시를 인증 받은 건축바닥마감재의 환경 효율성 분석결과, 염화비닐타일의 경우 환경성과 경제성 모두 우수한 그룹과 환경성과 경제성 모두 낮은 두 그룹으로 분류되었다. 플로어링재의 경우 염화비닐타일과 비닐시트 바닥재보다 환경성과 경제성 모두 불리한 것으로 나타났다. 비닐시트바닥재의 경우는 기존 제품보다 환경적 측면이 모두 개선되었고, 경제성도 탄소성적표시제품의 가격이 골고루 분포되어있는 것으로 나타났다. 이를 통해 본 논문에서 제안한 탄소성적표시 제품의 환경 효율성 가치가 소비자들에게 녹색구매를 위한 적절한 의사결정 정보로 활용될 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

한편 상대적으로 두께가 두꺼운 플로어링재(8T)의 환경 효율성이 낮게 나왔는데, 이는 층간소음 향상, 단열 및 내구성 개선 등의 기능적 측면이 반영하지 못해 나타난 결과로 판단된다. 현재 탄소성적표시의 인증마크에는 자재의 성능 정보가 표시되어있지 않지만, 추후 성능 향상까지 반영된다면 탄소성적표시자재의 환경효율성은 훨씬 높아질 것이다.

### REFERENCES

1. Go, J. (2010). *An Analysis on the Purchasing Behavior of Carbon Footprint Labelled Agro-food*. Chungang Univ, Seoul.
2. Kwak, N. (2011). A Study on the Improvement of the Carbon Footprint Label on Food in Korea. *Health-welfare*

- Policy Forum*, 172, 68-80.
3. Park, J., Cha, G., & Hong, W. (2013). A Study on Problems and Improvement for G-SEED of Evaluation System through Investigating Transition Process of Overseas Green Building Certification Criterion. *Journal of the Korea Housing Association*, 24(10), 69-76.
  4. Yeo, M., Jeon, G., Hong, W. & Cho, W. (2012). A Study on Improvement and Effect of Carbon Point Program for Residential Buildings in Daegu. *Journal of the Korea Housing Association*, 23(4), 11-18.
  5. Oh, J., & Kim, M. (2009). A Comparison of the Awareness and Preferences of Interior Designers and Housewives for Environment Friendly Interior Finishing Materials in Apartments. *Journal of the Korea Housing Association*, 20(1), 19-26.
  6. Lee, J. Ock, J., Yun, D., & Kim, S. (2012). Impact Analysis of Corporate Environmental Responsibility on the Marketing Effect: Focus on Corporate Carbon Reduction Efforts. *Journal of Korea Strategic Marketing*, 20(1), 17-31.
  7. Bribián, Z. et al. (2011). Life Cycle Assessment of Building Materials: Comparative Analysis of Energy and Environmental Impacts and Evaluation of the Eco-efficiency Improvement Potential. *Building and Environment*, 46(5), 1133-1140.
  8. Choi, J., Lee, Y., Jang, H., Lee, J., & Kim, J. (2014). Status and Trends of Low Carbon Activities of Construction Materials in Korea. *Applied Mechanics and Materials*, 510, 51-56.
  9. Conejos, S., Langston, C., & Smith, J. (2014). Designing for Better Building Adaptability: A Comparison of AdaptSTAR and ARP Models. *Habitat International*, 41, 85-91.
  10. Ho, L.W.P., Dickinson, N.M., & Chan, G. (2010). Green Procurement in the Asian Public Sector and the Hong Kong Private Sector. *Natural Resources Forum*, 34(1), 24-38.
  11. Hsieh, T.T. et al. (2013). Eco-Efficiency Model for Green Building Material in a Subtropical Climate. *Environmental Engineering Science*, 30(9), 555-572.
  12. Lee, J., Beak, C., Lee, K. (2012). Application of Product Function and Price Based eco-efficiency Factors to Washing Machine. *Design for Innovative Value Towards a Sustainable Society: 7th International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing* (p. 990-991), Netherlands.
  13. Li, D.Z. (2013). A Methodology for Estimating the Life-cycle Carbon Efficiency of a Residential Building. *Building and Environment*, 59, 448-455.
  14. Mitsubishi et al. (2001). Efforts to Improve the Eco-efficiency for Products of Mitsubishi Electric Corporation-factor x by Using MET Indicators. *Proceedings EcoDesign 2001: Second International Symposium on* (p. 864-841), Tokyo.
  15. Ng, S.T., Wong, J.M. & Skitmore, M. (2013). Challenges Facing Carbon Dioxide Labelling of Construction Materials. *Proceedings of the ICE-Engineering Sustainability*, 166(1), 20-31.
  16. Park, Y., Kim, J. & Kim, K. (2010). Study for the Design of Zero-carbon City through the Application of Renewable Energies. *J. The Korean Society for New and Renewable Energy*, 6(4), 15-29.
  17. Saling, P. (2002). Eco-efficiency Analysis by BASF: The Method, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 7(4), 2003-218.
  18. Tatari, O. & Kucukvar, M. (2012). Eco-Efficiency of Construction Materials: Data Envelopment Analysis. *J. Constr. Eng. Manage.*, 138(6), 733-741.
  19. Zhang et al. (2008). Eco-efficiency analysis of industrial system in China: A data envelopment analysis approach. *Ecological Economics*, 68(1-2), 306-316.
  20. Information on [www.kosis.kr](http://www.kosis.kr)
  21. Information on <http://www.me.go.kr/index.jsp>
  22. Information on <http://www.pps.go.kr>

접수일(2014. 1. 24)  
 게재확정일자(2014. 3. 17)