

# 건축친환경인증에서 수자원 및 환경오염에 대한 평가항목 연구

## - 학교시설을 중심으로 -

■ 최창호 / 광운대학교 건축공학과, choi1967@kw.ac.kr

실제 친환경인증을 받은 학교의 사례 중 수자원 및 환경오염 평가항목만을 분석하여 향후 개선방안을 제시하고자 한다.

### 서론

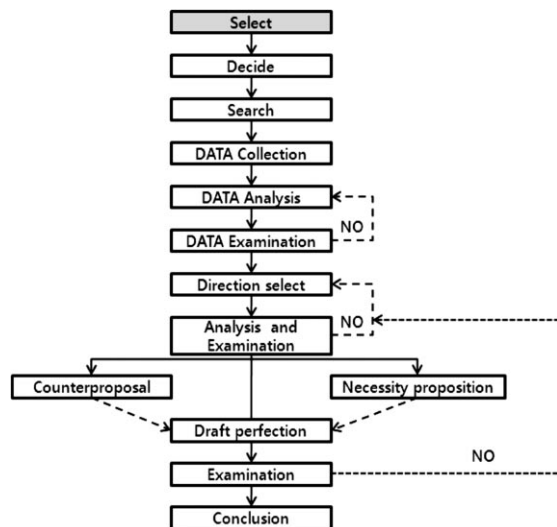
#### 연구의 배경 및 목적

최근 근래에 있어 친환경인증이란 단어는 더 이상 추상적인 추구사항이 아닌 우리의 삶 속에 필수적인 요소로 현실화 되어있다. 또한 국민의 삶의 질이 향상 되면서 주거공간이나 업무용 공간을 좀 더 나은 환경으로 추구하고려는 경향이 있다. 이러한 사회적, 시대적 요구 속에 국토해양부는 친환경 건축물 인증제도를 2002년 1월부터 시행하였다. 이중 특히 학교시설 친환경 건축물 인증제도는 2005년 3월부터 시행되어 2006년까지 총 8건의 실적에 그쳤지만, 2007년 BTL 사업에 친환경 건축물 인증획득이 의무화되면서 대부분의 신설학교는 친환경인증을 서둘러 받았고, 그 결과 2007년도 한해에만 무려 120여건의 인증실적이 남겨져 친환경 건축물 인증제도의 초석을 다졌다. 그러나 친환경 인증을 받은 학교시설의 사례를 살펴보면 일부 평가항목에서는 점수를 득점하지 못하거나, 여러 가지 시행의 어려움을 이유로 평가에 소극적인 것으로 드러났다. 특히나 그 9개의 평가항목 중 수자원부와 환경오염부문의 인증사례수준은 평균 60%에 그치는 결과로 나타나 인증설계 수준의 현실을 보여준다. 즉 수자원 부문의 환경오염 관련 인증제도를 시행하면서 발생하는 인증기준, 인증절차, 인센티브 등에 관련된 문제

점과 보완사항이 계속 발생하고 있어 이에 대한 검토와 해결방안이 시급한 상황이다. 이에 실제 친환경인증을 받은 학교의 사례 중 수자원 및 환경오염 평가항목만을 분석하여 향후 개선방안을 제시하고자 한다.

#### 연구의 방법 및 절차

본 연구에서 사용한 자료는 2007년 이후 친환경 건축물 인증을 받은 40개의 학교를 선정, 친환경 건축물 인증제도 평가결과가 나타난 객관적인 자료이다. 분석에 사용된 통계자료는 수자원부와 환경오염부문의 평가점수를 집계하여 총취득점수



[그림 1] Flow chart of the research

와 취득비율로 제시하였으며, 연구절차는 첫 번째로 연구대상 선정과 연구주제를 선정하였다. 먼저 연구대상은 앞서 언급한 친환경 건축물 인증을 받은 학교시설은 40여개이며, 연구주제는 수자원 및 환경오염이라는 친환경인증항목의 평가실태분석과 인증수준향상 방안으로 결정하였다.

이러한 연구바탕을 가지고, 둘째로 연구방법을 결정하였다 주된 방법은 실제 친환경 건축물 인증을 받은 40여개 학교의 사례자료를 토대로 수자원 부문과 환경오염 부문만을 대상으로 인증평가서를 수집하여 평가내용을 정리하고, 평가받은 배점을 집계, 통계결과 값으로 도출하여 결론에 다다른 방법을 택하였다. 도식적인 연구의 절차는 그림 1과 같다.

본 연구의 본론인 인증 설계 수준향상안 제시는 다음과 같이 대안을 분류하여 분석하였다.

첫째, 인증기준 및 인증절차, 인증 인센티브라는 인증기관의 관점에서 설계 수준 향상방안을 제시해 보았고, 둘째는 합리적인 경제성을 가지고, 효율성을 극대화 할 수 있는 시공사 및 발주자의 관점에서 수준향상 방안을 제시하는 분류로 하였다. 이러한 분석의 절차와 근거를 갖기 위해 수자원 부문 및 환경오염부문의 친환경 인증 평가결과 점수를 통계화 및 그래프화하여 현상을 파악한다.

## 학교시설 친환경 건축물 인증제도

### 학교시설 친환경 건축물 인증제도

학교시설에 대한 친환경 건축물 인증 시행은 학교시설의 친환경적 건축이 활성화 되는 계기를 마련, 더욱 쾌적한 환경에서 학생들이 수업을 받을 수 있도록 할 뿐만 아니라 학생들과 교사들의 건강에도 긍정적으로 작용할 것으로 기대된다. 또한 국토해양부와 환경부는 교육과학기술부 및 서울시 교육청 등과 협조해 학교시설의 친환경건축을 앞으로도 지속적으로 확대해 나가도록 할 계획을 발표한 실정이다. 국가 전체의 에너지 절약과 온실가스 저감이라 친환경 학교 인증을 받으려면 유해물질이 낮게 함유된 자재 사용, 운동장의 미세 먼지를 줄이는 공법 채택, 녹지공간이나 생태학습원 조성, 교실 내 소음도, 오존층 보호를 위한 특

정물질 사용금지 항목 등에서 일정 점수 이상의 평가를 받아야 한다. 이러한 학교시설의 질적인 향상과 근래 대두되는 환경오염과 관련하여 학교 부문 친환경 건축물 인증제도는 필수요소로 자리를 잡아가고 있는 것이다. 학교부문 친환경 건축물 인증제도의 기준은 9개 부문 25개 범주 총 43개의 평가항목으로 이루어져있다. 총 9개 부문에서 총점 124점 만점에 85점 이상을 받게 되면 최우수등급을 받게 되고, 85점 미만 65점 이상을 받게 되면 우수등급이 된다. 학교부문 친환경 건축물 인증제도가 다른 시설부문과 다른 평가의 특징은 수생비오염설치 운영과 운동장 먼지발생억제 등의 항목이 추가 되어 있거나, 다른 시설물에서 적용되는 일부 평가항목이 생략된 점이다.

본 연구에서 다루고자하는 평가항목은 5. 수자원 부문과 6. 환경오염 부문으로서 이에 대한 자세한 설명 및 분석은 이어서 하고자 한다.

### 학교부문 수자원 및 환경오염 인증현황

본 연구의 기본 자료는 친환경 건축물 예비인증을 통과한 전국의 40개의 학교를 대상으로 표본을 선정, 세부 인증 평가항목을 분석하였다. 40개 학교의 평가결과를 분석해보면 최고점 75점, 최저점 65점, 평균인증 획득점수는 68점으로 학교별 점수의 표준편차는 약 1.86점이다. 결국 기본 우수등급(65점 이상)만을 받기위한 점수 층에 머물러 있다는 것을 짐작할 수 있으며, 이에 인증에 대한 고찰과 인증수준에 대한 검토가 필요하다는 판단을 내렸다.

특히 본 연구에서 중점적으로 다루는 수자원 및 환경오염 인증부문은 평가항목 7개, 총 배점 22점으로 전체 배점의 17.7%를 차지한다.

그림 2는 40개 학교가 9개 인증평가 항목별 받은 점수의 비율을 만점을 기준으로 나타낸 것이다.

결과를 보게 되면 일부 평가항목에서는 100%에 가까운 점수획득을 보여주나, 본 연구에서 다루고자 하는 5의 수자원 항목이나 6의 환경오염 항목은 득점비율이 70%에도 못 미치는 것으로 드러났다.

이러한 세부항목의 점수취득 부진은 결국, 앞에서 지적한 친환경인증 총 배점 평균이 70점 이상을 넘지 못하는 점에 영향을 미친 것으로 파악되



었다. 따라서 수자원부문 및 환경오염부문 인증평가 항목에 대한 인증기준, 인증설계 및 시공에 대한 적극적인 검토가 필요하다.

### 수자원부문 인증사례분석 및 수준향상방안

#### 수자원

근래에 들어 물자원 확보에 대한 관심이 시작되면서 친환경 건축물 인증제도에서도 이를 적극 평가 항목으로 반영하게 되었다. 특히나 물자원의 원천이라고 할 수 있는 우수(雨水)는 건축물에서 적극 끌어들이 수 있는 수자원이라고 할 수 있다. 수자원 평가부문은 우수에 대한 대처와 우수의 활용 그리고 생활용 상수(上水)의 효율적 사용을 친환경적인 측면에서 고려하여 건축물에 적용한 항목이다. 따라서 학교시설에 대해서는 우수의 활용 여부와 상수의 효율적 사용을 평가하여 해당 배점이 주어진다.

세부 범주와 평가항목을 보면 5.1 수순환 체계 구축 범주 내 평가항목으로 5.1.1 우수부하절감대책의 타당성과 5.2 수자원 절약 범주 내 평가항목

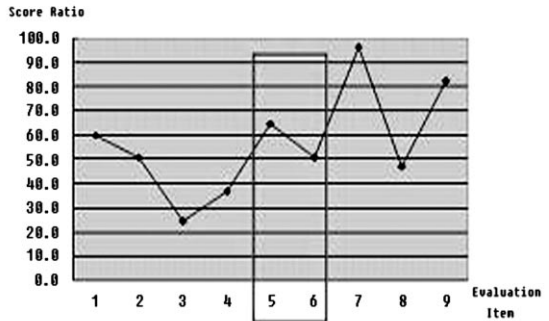
으로 5.2.1 생활상수 절감대책의 타당성, 5.2.2 우수이용, 5.2.3 중수도 설치 항목 이렇게 총 4개의 평가항목으로 구성되어있다.

수자원 부문 전체평가점수는 총배점 124점 중 14점인 전체 총 9개 항목의 약 11%를 차지하고 있다. 그리고 40개 학교를 대상으로 수자원부문의 인증 득점 사례를 분석해보면 그림 3과 같이 총 배점 14점 중에 평균 9.1점(약 65%)만을 득점한 것으로 집계되었다. 집계된 결과만을 근거로 40개 학교의 수자원부문 인증 득점이 65%에 그치는 원인을 분석해보면 다음과 같다.

표 3과 같이 수자원 부문의 득점비율이 65%에 그치는 것은 수자원 부문의 4개 항목 중 다른 3항목은 평균 90%의 득점을 나타내고 있으나, 5.2.3 항목인 중수도설치가 40개 학교에서 모두 이루어 지지가 않아 득점률 0%로서 평균 득점비율에 큰

<표 1> Grade of Green Building Certification

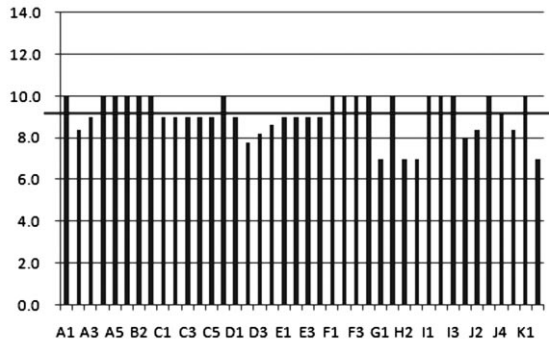
Score	Grade
Over 65 point	Excellent
Over 85 point	The very best



[그림 2] Acquired scores of each items

<표 2> Evaluation table of the water resource section

Section	Category	Items	Max score
5. Water resources	5.1 Water circular of foundation	5.1.1 Rainwater curtail	3
		5.2.1 Water curtail	4
	5.2 Water resources economy	5.2.2 Rainwater use	3
		5.2.3 Reusing of supernatant liquid	4



[그림 3] Certification scores of water resources in 40 schools

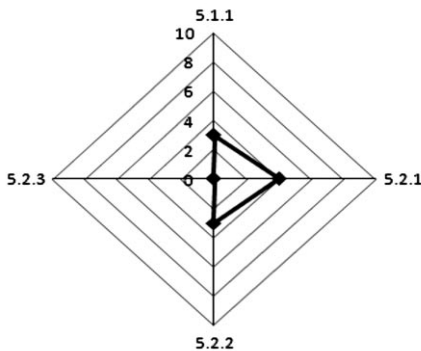
영향을 미친 것이다.

이와 같이 수자원부문에서 일부 평가항목의 득점이 전무하여 인증에 관한 설계 및 시공 수준이 친환경 건축물 취지와 상반되는 결과를 발견할 수 있다. 이러한 점에서 인증에 관한 설계 및 시공 수준향상 혹은 인증기준에 대한 검토가 요구될 것이다. 이에 대한 세부방안은 다음에 이를 세부항목분석에서 살펴보고자 한다.

수자원부문의 우수부하 절감대책 타당성부문은 집중호우 시 도시 홍수 발생가능성을 저감하고 하수도, 처리장 및 우수 체수지와 같은 우수 배제시설 등의 건설, 관리비를 절감할 뿐만 아니라 토양 생태계 유지 및 하천수량, 지하수 수량 확보 등의 효과를 얻을 수 있으므로 이러한 효과를 얻고자 하는데 그 목적을 두는 평가항목이다. 구체적인 평가방법은 우수침투를 위한 투수성 포장 설치비율 및 우수처리시설 등의 설치 여부에 따라 평가를 하게 된다. 총 배점은 3점으로 투수성 포장면적율과 우수처리시설사용 항목으로 나누어 각각 2점과 1점으로 채점하게 된다. 투수성 포장면적에 관한 인증평가는 표 4를 기준하여 배점하게 되는데, 투수성포장 비율을 토대로 5개의 등급 및 점수를 기준화하였다.

표 4에 제시된 등급 및 배점 기준표를 토대로 투수성포장면적율에 대한 40개 학교 득점 현황을 살펴보면 40개 학교 중 32개(80%) 학교가 1급 판정을 받았다. 결과는 표 5와 같다.

앞서 언급한바와 같이 40개 학교 중 80% 학교가



[그림 4] Score comparison of each items in water resources section

35%의 투수성 포장면적 적용으로 1급 판정을 받았다. 이 결과를 더욱 세분화하여 1급 판정을 받은 학교 중에서 투수성 포장면적비율을 50% 단위로 다시 집계를 해보면 표 6과 같다.

표 6을 보면 실제로 인증기준에서는 1급 판정을 받았지만, 1급 판정을 받은 학교 32개교 중 12개교는 투수성 포장면적비율이 50%에 미치지 않고 인증기준(35% 이상)에만 만족하여 1급이라는 평가를 받았다. 이는 친환경인증기준에만 만족하며, 실제 적용 시에는 최고의 친환경 인증설계를 하지 않는 소극적 자세이다. 더불어 등급 지정에 대한 인증기준설정의 검토가 필요하다. 투수성 포장면적비율 35%를 1급으로 정하고 5% 단위만으로 등급의 상하관계를 기준한 점에 대해서는 정량적인 측면에서 기준범위에 대한 재검토가 필요하다. 또한 40개의 학교 중 6개의 학교는 투수성 포장면적비율이 100%를 초과하는 적극적인 인증시공을 하였음에도 불구하고 투수성 포장면적비율이 50%를 약간 넘는 학교와는 차별된 인센티브적용이 없었다. 따라서 인증기준에 대한 검토와 인센티브에 대한 고려가 필요할 것이다. 그 외 투수성 포장방식을 분석해보면 40개의 학교 중 틈새투수포장방

<표 3> Score table of an evaluating standard in water resources section

Items	Max score	Average score	Score ratio
5.1.1	3	2.53	84%
5.2.1	4	3.88	97%
5.2.2	3	2.70	90%
5.2.3	4	0.00	0%

<표 4> Standard table of a transmissible pavement grade and score

Basis	Max point
More than 35% of 1st	2
More than 30% of 2nd	1.6
More than 25% of 3rd	1.2
More than 20% of 4th	0.8
More than 15% of 5th	0.4



<표 5> Number of schools by transmissible pavement size grade

Classify	A number of schools
1st	32
2nd	1
3rd	2
4th	1
5th	4

<표 6> Pavement rate divided by 50%

Pavement ratio	A number of schools
100%	6
100% ~ 50%	17
50% ~ 0%	12

식이 두드러지게 나타났다. 이와 관련하여 투수성 포장면적비율이 100%에 미치지 않는 학교 수가 월등히 많은 원인은 이점에서 또한 찾아볼 수가 있다.

다음에 제시된 **그림 5**는 투수성 포장방식별 가중치를 토대로 투수성 포장면적비율을 계산하는 공식이다. 먼저 부분포장은 자연지반 위에 조성되고 공기와 물이 통과되는 포장으로서 식물생장이 가능하며 시공 예로 잔디블럭, 목판 또는 판석 부분포장이 있다. 가장 큰 가중치인 2.5배를 받게 된다. 전면투수포장은 공기와 물이 통과되는 전면투수포장으로 식물생장이 불가능하며 자연지반 위에 시공된 마사토, 자갈, 모래 등이 시공 예이다. 가중치는 1.5배를 받게 된다. 다음으로 틈새투수포장은 공기와 물이 통과되는 틈새를 확보한 포장 방식으로 시공 예는 포장틈새를 가지는 바닥벽돌 포장, 사교석 틈새포장 등이 있다.

이러한 포장방식에 대해 **표 7**과 같이 40개 학교 중 37개 학교가 틈새투수포장을 주로 적용하였으며, 일부 학교는 틈새투수포장방식과 전면투수포장방식 등을 혼용하는 방법을 사용하여 득점을 하고자 하였다.

하지만 오로지 틈새투수포장만 적용한 학교 수는 12개 이상이 되어, 이에 대해 가중치 점수를 적

$$\frac{(\text{Portion} \times 2.5) + (\text{The entire surface} \times 1.5) + (\text{A gap})}{\text{pavement area}} \times 100$$

[그림 5] Number of schools by the grade of transmissible pavement

용 받지 못하여 실제 투수성 면적비율부분에서 추가득점에 실패한 것으로 드러났다.

우천 시에는 하수보다 상대적으로 많은 우수량이 합류식 관거에 의해 하수처리장에 이송되므로 우수가 부하로 작용하게 된다. 이에 따라 학교시설에는 넓은 평지의 운동장이 있음에 따라 우수처리시설에 대한 필요성은 크다. 또한 피할 수 없이 유입하게 되는 우수는 물관리 차원에서, 그리고 경제적인 이유 때문이라도 처리시설을 설치해야 한다. 이에 따라 친환경 건축물 인증제도의 우수처리시설부문에서는 맹암거, U형측구, 침투통, 유공관과 같은 우수처리시설을 1개 이상 적용 시 1점의 가산점을 부여하는 상황이다. 40개의 학교를 대상으로 우수처리시설현황을 살펴보면, **표 8**과 같다.

우수처리시설의 적용사례를 보면 맹암거 사용과 U형 측구의 사용이 가장 많은 것으로 나타났다.

이는 두 가지 처리시설을 혼용하여 사용하는 시공방식이 가장 일반적이며, 이와 같은 인증시공을 학교시설의 운동장에 적용 시 넓은 면적을 효과적으로 우수처리를 할 수 있다.

생활용 상수 절감대책의 타당성

도심 인구 증가로 인한 물수요의 증가는 수질 악화와 도시하수 처리비용 증가 등의 문제를 발생시킨다. 생활용 상수소비 절감률을 평가함으로써 에너지와 상수 공급, 하수처리를 위한 설비 및 비용을 줄일 수 있다. 따라서 생활용 상수 절감대책 평가항목은 학교시설에서 사용하는 급수와 관련하여 물의 사용량 절약여부를 수자원 범주에 두고 평가하고자 하는 부분이다.

구체적인 평가기준은 **표 9**에서와 같이 환경표지 인증을 얻은 제품의 적용 여부에 따라 평가하는데 그 제품군은 크게 절수형 양변기 사용 시 1점, 세면용 절수형 수도꼭지 사용 시 1점, 절수용

<표 7> Using status of transmissible pavement method

Pavement method	A number of schools
Portion pavement	21
The entire surface pavement	12
A gap pavement	37

<표 9> Status by water saving equipments

Items	A number of schools
Washbowl of water saving	30
A shower head of water saving	40
A urinal of water saving	40
A urinal of electromagnetic induction	39
A reducing valve	5

샤워헤드 사용 시 1점, 층별 급수압이 일정하도록 감압밸브를 사용하거나 급수압력이 2 kgf/cm<sup>2</sup> 이하, 토수량이 30 l/min가 되도록 조닝한 경우 1점, 전자감응식 소변기 사용시 1점으로 나뉜다.

총 배점은 각각항목 적용 시 각 1점을 부과, 총 최대 배점 4점을 부여하고 있다. 즉 절수형 급수설비를 사용했을 시 친환경인증을 한다는 취지이다.

실제 인증사례를 분석해보면 표 9에서 샤워헤드 설치와 절수형 양변기 설치는 40개의 학교가 모두 적용하는 것을 알 수가 있다. 그리고 전자감응식 소변기 또한 39개의 학교가 적용하는 것을 알 수 있다. 이는 샤워헤드와 전자감응식 소변기와 같은 설비는 일반적으로 화장실 및 샤워실 급수설비에서 많이 적용하는 아이템으로 그로인하여 시공기술이 비교적 용이하고, 구입이 편리하여 적용이 비교적 적극적이다. 반면에 40개 학교 중 5개만이 감압밸브나 조닝을 적용한 것을 알 수 있다. 이러한 결과에 대한 원인은 각 대상학교 건설프로젝트 전체를 보았을 때 초기 실시설계단계에 감압밸브나 조닝계획이 포함되지 않아, 추후 인증항목 시공에 미적용 되었거나, 추후 해당인증항목을 적용하려고 해도 설계변경의 어려움이 시공결과에 영향을 미친 것으로 나타났다. 이와 관련하여 학교시설에서는 계획과 설계단계에서부터 감압밸브와 조닝을 미리 고려하여 실시설계와 시공에 적용

<표 8> Status of rainwater disposing facilities

French drain	U-shaped side ditch	perforated drain pipe
35	39	1

<표 10> Status of use of rainwater

landscape architecture	watering	cleanup
37	4	2

할 수 있는 방안이 요구된다. 따라서 넓게 해석해 보면 친환경인증을 건물의 설계가 다 마무리 되는 시점 혹은 착공 전에 검토하는 현 사례가 많다는 것을 지적하여, 설계 전 혹은 설계와 동시에 친환경인증요소를 고려, 검토하는 프로세스 또한 필요할 것이다.

우수이용

우수의 이용은 강우 시 우수 유출을 억제하고, 이를 수자원으로 전환하여 재활용함으로써 상수 소비 절감 및 우수 유출 억제 등의 효과를 기대할 수 있으며, 에너지 절감 및 공공시설 규모의 축소로 이어질 수 있으므로 수자원을 효율적으로 활용하게 하고자 한다. 따라서 우수이용 부문은 우수 저장용 수조를 설치하여 우수를 수집 및 저장, 활용까지의 적용에 대하여 친환경인증을 적용하는 항목이다. 또한 우수는 살수용, 조경용, 청소용, 수세식 변소용수로 이용 시에만 총 배점 3점을 부여하게 된다. 실제 인증사례를 분석해 보면 우수이용 학교는 총 40개 중 4개를 제외한 36개의 학교이며 우수의 이용별 현황은 표 10과 같다.

우수의 용도를 분석해 보면 총 40개의 학교 중 37개의 학교가 조경용수로 사용하거나 살수용수와 중복 사용하는 것으로 드러났다. 반대로 변소용수와 청소용수로의 사용은 0개이거나 2개로 매우 저조한 것으로 나타났다. 우수를 변소용수 및 살수용수 등으로 사용하기 위해서는 추가적인 급수설비장치 및 배관이 요구된다고 할 수 있는데, 시설설치 투자비용에 대해 우수의 저장량은 충분



하지 않아 적용에 대한 어려움이 있는 것으로 드러났다. 추후에 검토할 중수도 설치와 관련하여 이 부분은 시설설치에 대한 경제성이 학교시설이라는 특징으로 인하여 떨어진다. 그밖에 우수조의 용량은 최소 11.5 t에서 최대 60 t 까지 분포를 이루었으며, 특히 60 t 으로 수조용량이 큰 이유는 수생비오톱과 관련하여 우수를 수생비오톱에 공급할 시에 수조용량이 커지는 것으로 드러났다. 이런 사례를 바탕으로 우수이용과 실제로 친환경인증 대상항목에도 포함되어있는 수생비오톱설치와 관련하여 상호 효율적인 이용과 인증평가 효과를 얻을 수 있다. 다시 말하자면 한꺼번에 여러 이용효과를 얻을 수 있는 동시에 인증항목 적용에 포함된다는 장점인 것이다. 더불어 수조용량을 대용량으로 사용할시 그에 대한 인센티브도 함께 검토되어, 우수 이용 면에서 효율성을 극대화 방안도 고려해 볼 수 있다.

**중수도설치**

중수도 설치부문은 수도법 설치기준에 따라 중수도를 설치하여 수자원을 절감하고, 공공수역의 오염부하 저감 및 오수 처리시설 비용의 감소를 기대하는 평가부문이다. 평가방법은 사용한 수도물을 처리하는 중수도의 설치로 생산한 중수의 살수용수, 조경 용수 등으로의 활용 여부를 통해 총배점 4점을 부여하고 있다. 하지만 대상 학교 40개 중에서는 실제 적용 학교 수가 0개인 상황이다. 이에 대해서는 아직 중수도 적용에 대한인식이 부족하며, 중수도 설치비용과 노력에 대한 인증평가에서 받을 수 있는 인센티브가 비교적 적어 적용에 대해 소극적이라 할 수 있다. 하지만 무엇보다 학교시설의 특징에서 보면, 중수도로 사용할 양의

일일 배수량이 학교시설에서는 나오지 않는다는 점에 크게 기인하게 하겠다. 즉 건물 특성별로 중수도 설치 항목에 대한 적용 여부나 기준을 특별히 고려하지 않아 사례와 같은 결과가 나타났다고 할 수 있다. 실제로 일본(사)영선협회에서는 다음과 같이 중수도시설이 설치되기 위한 조건으로 대상시설을 분류하고 있다.

- 물을 대량으로 사용하는 시설,
- 대규모 오피스빌딩, 연구소
- 호텔, 병원, 쇼핑센터, 스포츠, 레크레이션시설
- 대도시에서 연바닥 면적 30,000 m<sup>2</sup>이상 또는 순환이용 수량이 1일당 100 m<sup>3</sup> 이상인 건축물

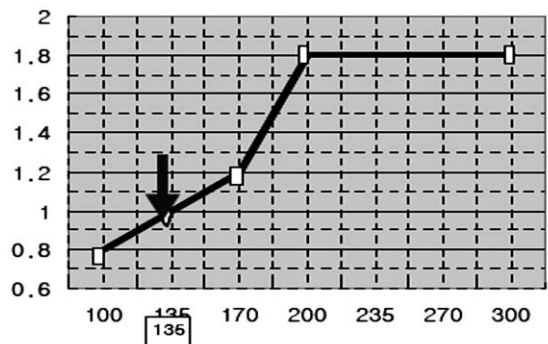
그러나 시설은 고등학교의 기준으로 1인 1일 물 사용량이 최대 80리터에 불과하며 방학기간에는 급수사용량이 제로에 가깝고, 급수사용량 기간이 타 시설에 비해 짧아, 경제성면에서 오히려 손해라 볼 수 있다.

표 11을 보면 학교시설의 1인당 1일 급수량이 다른 업무시설이나 상업시설에 비해 적은 것을 알 수가 있다. 그리고 그림 6은 건축물의 중수도 설치에 대한 개선방안(공영효) 연구논문에서 제시된 시설용량에 따른 중수도의 경제성을 나타내는 그래프이다.

그림 6에서 말하고자 하는 점은 시설용량이 135 m<sup>3</sup> 이하인 시설에서는 오히려 중수도의 사용이 비경제적이라는 것이다. 즉 중수도 설치가 수자원의 재사용이라는 큰 의미가 있을 수는 있으나 시설별

<표 11> Water consumption per day and person of each facilities

building	consumption[ ℓ ]	use time[ h ]
dormitory	120	10
hotel	250 ~ 300	10
Junior high school	40 ~ 50	5 ~ 6
High school	80	6



[그림 6] Profit and loss turning point of the individual reusing of supernatant liquid

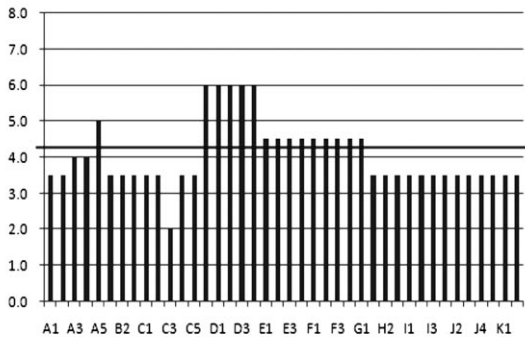
로 적용 시 학교와 같은 예는 중수도 활용이 오히려 비경제적인 결과가 나타난다는 것을 의미한다.

또한 중수도의 생산단가가 상수도보다 높을 수 있는 점을 감안할 때 중수로 활용할 물의 양이 적게 되면 중수도의 설치 및 적용에 대한 어려움은 있을 수밖에 없다는 것이다. 하지만 결국, 중수의 이용이 환경오염의 방지 및 상수원의 보호라는 취지에서는 큰 의미를 가지고 있는바 학교시설에서의 적극적인 중수도 설치를 권장하기 위해서는 학교시설에서의 경제적인 중수도 설치용량에 대한 구체적인 연구와 중수도 설치에 대한 국가적인 지원, 그리고 인증에 따른 인센티브를 추가하여야 할 것이다.

## 환경오염부문 인증사례분석 및 수준향상 방안

### 환경오염 부문

환경오염부문은 탄소배출저감에 목적을 둔 인증 항목으로 탄소가스나 오존층파괴물질, 분진 등과 같은 대기오염에 관한 친환경인증을 평가한다. 세부범주와 평가항목을 보면 6.1 지구온난화 방지 범주 내 평가항목으로 6.1.1 이산화탄소 배출저감, 6.1.2 오존층보호를 위한 특정물질의 사용금지, 6.2 공기오염 범주 내 평가항목으로 6.2.1 운동장먼지발생방지로 3개의 평가항목이 있다. 평가 배점은 총 124점 중 8점으로 약 6%를 차지하고 있다. 그리고 실제 인증사례를 통해 본 점수현황은 총 배점 8점 중 평균 4.1점으로 50%를 나타내



[그림 7] Score of pollution section in 40 schools

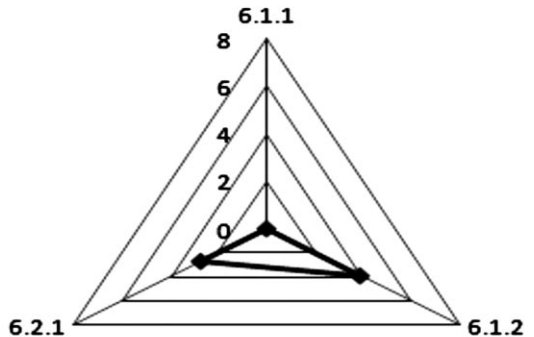
고 있다. 실제 데이터를 그래프로 보면 그림 7과 같다.

환경오염 부문의 득점비율이 50%에 그치는 것은 그림 8을 보면 그 결과를 알 수 있다. 다른 3항목은 평균 90%의 득점을 나타내고 있으나, 6.1.1 항목인 이산화탄소 배출저감 항목이 총 40개 학교에서 모두 이루어지지 않아 0%로서 평균 득점비율에 영향을 미친 것이다. 무엇보다도 환경오염 부문이 친환경인증의 중요한 항목으로 득점률이 50%에 그친다는 것은 꼭 검토할 필요가 있다.

### 이산화탄소 배출 저감

이산화탄소 배출 저감 평가항목은 날로 더해가는 탄소가스 배출저감에 대한 관심이 친환경 건축물 인증제도에도 적극적으로 반영된 항목이라 말할 수 있다. 대표적인 온실가스인 이산화탄소는 건설부문에서 많은 양이 발생하므로, 이를 건축물의 계획단계에서부터 고려하여 환경부하를 줄일 필요가 있다. 이를 위해 설계 및 운영단계에서 이산화탄소 배출량 절감을 위해 적용된 기술 및 사용 에너지원별 이산화탄소 배출량을 평가하고 있다. 특히 학교시설에서는 탄소가스 배출의 또 다른 주범인 냉난방설비와 관련하여 평가항목을 선정, 그 구체적인 항목사항을 나누어 평가하고 있다. 그 세부사항은 다음에 제시된 3개 종목을 적용 시 종목별 차레대로 2점 1.4점 1점을 취득할 수 있다.

- 최대 난방부하 또는 최대 냉방부하의 20% 이



[그림 8] Score ratio of detailed items





상을 이산화탄소 배출을 저감시킬 수 있는 시스템으로 충당하는 경우

- 지역난방방식인 경우
- 주된 난방 사용연료가 도시가스(LNG) 혹은 LPG인 경우

하지만 대상 40개의 모든 학교시설이 적용률 0%로 나타나고 있다. 미적용에 대한 원인을 분석해보면 지역난방이나 도시가스난방을 하기보다는 근래 학교시설에서는 전기 냉난방시설을 적용하는 추세점도 있지만, 정확한 원인을 분석해보면 지역난방이나 도시가스로 난방을 하기위한 학교시설이 갖는 위치적 제약에 있다. 즉 대지 계획적으로 지역난방을 할 수 있는 인프라가 없거나, 도시가스가 공급되지 않는 맹점에 있다.

**오존층보호 위한 특정물질 사용금지**

오존층보호를 위한 특정물질의 사용금지 항목은 다음에 제시된 3개 항목을 각각 적용 시 각 1점씩 총 배점 3점을 획득하는 평가항목이다. 오존층 파괴물질을 포함한 제품/시설을 사용하지 않도록 시방서에 명시한다.

- 냉동기 및 공기조화기기의 냉매가 오존층파괴물질(ODP)을 포함하고 있지 않거나, 냉방시설이 설치되어있지 않는 경우
- 오존층파괴물질(ODP)이 없는 단열재를 전체 소요량의 80% 이상 사용하는 경우
- 할론을 포함하지 않는 소화기를 사용하는 경우

표 12를 보면, ODP가 포함된 에어컨 냉매를 사용하지 않는 학교는 총 40개 중 19개이며 0개의 학교가 배점을 오존층 파괴물질이 없는 단열재 사

용을 하고 있으며 39개의 학교가 할론을 포함하지 않는 소화기 사용 부문에서 점수를 획득하고 있다.

먼저 냉동기 및 공기조화기에서의 냉매 중에서 HFC는 CFC(프레온가스 : 오존층 파괴물질)의 물성을 갖는 우수한 불소함유화합물로 오존층 파괴와 지구온난화현상을 현저하게 떨어뜨린다.

HFC-134a에서부터 R507A에 이르기까지 다양한 물질이 있지만, 특히 최근 출시되는 에어컨에서 사용되는 냉매 R410A는 친환경적이면서도 높은 에너지 효율까지 두루 갖추고 있어 전력을 적게 소모하며 오존층을 파괴하지 않는 신냉매로써 각광을 받고 있다. 최근 학교시설에서 부쩍 늘고 있는 천장형 전기 냉난방기의 경우는 R410A 냉매를 사용하고 있어서 이 부분에 대해서는 천장형 전기 냉난방기를 적용 시 이산화탄소배출저감 항목에 배점을 주는 동시에 오존층 파괴 없는 냉매를 사용하게 되는 이중적 인증효과를 기대할 수 있다. 따라서 R410A가 사용되는 냉난방기의 사항에 대한 홍보와 앞서 언급한 천장형 전기 냉난방 방식에 대한 설비에 대한 검토가 필요하겠다. 두 번째로 오존층을 파괴하지 않는 단열재의 경우 시중에 해당 단열재가 있으나, 인증을 받기 위한 조건으로는 해당 단열재를 학교시설 내 모든 벽면에 적용했을 시에만 인증을 받는 기준으로 실제로 적용을 기피하는 상황이다.

일반적으로 건축에서 사용하는 저렴한 비용의 단열재는 스티로폼을 들 수가 있다. 이에 비해 친환경성 단열재는 고가이며, 인증기준에 충족되는 큰비율의 사용을 요구하고 있어 많은 학교에서 적용을 하지 않고 있다. 이에 대해 친환경성 단열재 혹은 흡음재를 사용할 시 인센티브를 부여하는 방안을 검토하여야 할 것이다.

비할론 소화기 적용에 대해서는 대부분의 학교가 분말소화기를 적용하고 있어 이 평가항목에서는 득점률이 높다. 또한 2009년부터는 할론소화기 생산이 금지됨에 따라 비할론소화기 사용의 증가는 늘어날 것으로 내다보고 있다. 가격면과 성능면 비교에서도 비할론소화기가 우수한 평가를 받고 있다.

<표 12> Status of using materials not destroying the ozone layer

Items	A number of schools
R410A refrigerant	19
Not ODP a heat insulator	0
halotron fire extinguisher	39

〈표 13〉 Installation status of the playground dust suppression materials

Nature lawn	Sprinkler	Artificial lawn
4	24	14

운동장 먼지발생방지

학교시설이라는 특징과 함께 운동장에 대한 먼지 및 분진에 대한 발생을 억제하기 위해 만든 평가항목이다. 특히 천연잔디나 인공잔디를 설치하는 초중고 학교들이 늘어나는 추세에 맞추어 학생들에게 쾌적한 학교시설 제공하려는 학교 측의 적극적인 노력이 필요한 항목이라 하겠다. 운동장 먼지발생방지항목은 다음 6가지 항목에 맞춰 점수를 부여하고 있다.

- 천연잔디 조성 : 3점
- 스프링클러 설치 + 먼지역제 포장재 사용 : 2.1점
- 인조잔디 조성 + 스프링클러 설치 : 2.1점
- 스프링클러 설치 : 1.5점
- 인조잔디 조성 : 1.5점
- 먼지역제 포장재 사용 : 1.5점

표 13을 보면 먼지역제제를 사용하는 학교 수는 0개이며, 스프링클러와 인공잔디 부문에서 점수를 가장 많이 취득하는 것을 볼 수 있다. 천연잔디에서 점수 획득이 부진한 이유는 초기설치비용과 유지관리에 있어서의 어려움이라 할 수 있다. 인공잔디보다 더 많은 설치비가 들어가는 천연잔디의 경우, 설치 후 잔디 관리에 대한 부담이 작용하며, 일부 학교에서는 잔디로 인한 해충을 이유로 꺼리고 있는 상황이다. 결국 사후관리가 부담이 되는 천연잔디의 설치 경우 인공잔디와 스프링클러 혼용설치와 점수 차이가 0.9점에 불과해 인증절계 수준향상을 도모하기는 어렵다고 판단된다. 일부 페타이어 재료를 이용한 인공잔디가 최근에 문제시 되고 있어, 학생들에게 인체에 무해한 천연잔디 설치에 인센티브를 강화하고, 사후관리에 대한 평가 또한 수립되어야 하겠다.

결 론

학교시설로 인증을 획득한 40개 학교시설을 대상으로 수자원 부문 및 환경오염 부문으로 나누어 설계 및 적용사항을 파악하고 득점분석을 통해, 향후 개선 가능한 인증수준 방향도출을 위한 연구의 결론은 다음과 같다.

추후 인증수준 및 인증제도상의 개선을 위해 고려되어야 할 사항은 각 부문별로 살펴보면 5. 수자원 부문의 중수도 설치와 6. 환경오염부문의 이산화탄소배출저감 항목과 오존층파괴물질의 사용억제 먼지역제를 위한 천연잔디 사용 등이다.

이 중 중수도의 설치항목을 개선하기 위해서는 중수도설치에 대한 적극적인 권유와 함께 국가적인 지원이 필요하다는 판단이다. 이산화탄소 배출저감 항목의 경우는 인증항목과 학교시설이 갖는 지리적 여건과의 연관성을 더 분석하여 인증기준에 대한 다른 해석이 필요하겠다.

본 연구는 학교시설의 수자원 부문 및 환경오염 부문을 분석함으로써 친환경 건축물 인증제도상에서 평가항목에 대한 적용사항과 관심요소를 도출함으로써 인증수준의 향상을 위한 토대를 마련하는데 목적이 있다. 향후 추가적인 인증사례에 대한 분석을 통해 인증분류에 따른 미흡한 점을 도출하고 분류상 나타나는 건축물 성능을 분석할 필요가 있겠다.

참고문헌

1. Lee, Seung-Min, Park, Sang-Dong, Shin, Kee-Shik, Choi, Moo-Hyuck, 「Comparing and Analyzing Assessment Results of Case Study by using Domestic and Foreign Green Building Certification Criteria」, Journal of AIK, Vol. 21, No. 10, 2005.
2. Mo, Ji-Sun, Kim, Chul, Lim, Tae-Sub, Kang, Youn-Do, Kim, Byung-Seon, 「A Study of Case Analysis on Green Building Certification Criteria for Advanced Methods」, Conference of KSES, 2008.