

에너지생태과학관의 태양에너지 시스템 분석 연구

임 상훈¹⁾, 천 원기²⁾, 현 준호³⁾

An Analytical Study on Solar Energy Systems at the Energy Eco-Science Center

Sanghoon Lim, Wongee Chun, Junho Hyun

Key words : Ecology architecture(생태건축), Solar Energy(태양에너지), Biotop(생태연못), Energy Eco Science Center(에너지생태과학관)

Abstract : This paper introduces various natural energy systems installed at the Eco-Science Center in Geumsan near Taejon. The center, especially, features different solar energy systems to harvest the solar energy to its full extent. Such passive schemes as direct gain and attached sun space are applied along with active solar ingredients using flat plate and double skin solar collectors. Space and water heating depends very little on the conventional means. Also, a number of photovoltaic modules deployed within its premise supplies power to drive a water pump for the biotop. Combined with other natural energy utilizing systems, the solar energy systems make an exemplary model of a self sustainable public facility which is the first of its kind in Korea.

1. 서론

본 고에서는 건축 환경의 생태학적 상호의존성에 바탕을 두고 설계된 생태건축 국내 사례로서, 최근에 건립된 에너지생태과학관에 대하여 분석하였고, 특히 생태건축의 본질인 태양열시스템의 적극적인 도입에 중점을 두고 연구하였다.

2. 자연에너지 이용기술

에너지생태과학관은 자연에너지의 이용기술을 적극 도입하여 환경친화적인 건축의 저변확대를 위한 체험의 장이 되고 있다.

2.1 자연형태양열시스템(Passive Solar System)

2.1.1 직접획득형(Direct gain)

에너지생태과학관의 주방 공간에서 채택하고 있는 이 시스템은 남향의 집열창을 통하여 겨울철 많은 양의 햇빛이 실내로 유입되어 얻어진 태양 에너지를 바닥이나 실내벽에 열에너지로 저장하여 야간이나 흐린날 난방에 이용할 수 있고, 계획 및 시공이 용이하여 손쉽게 응용할 수 있으며 가격이 저렴한 특성을 갖고 있다. 또한, 집열창이 조망, 환기, 채광 등의 다양한 기능을 유지시켜 준다.

표 1. 에너지생태과학관의 개요

항목	내용
위 치	충남 금산군 복수면 백암리 505-5
준공일	2002.11.9
대지면적	583.2m ² (180평)
건축면적	130m ² (40평)
적용수법	태양열집열기(진공관식, 평판형)태양광 발전, 풍력발전기, 비오름, 온실부착형 구조

-
- 1) 임 상훈
E-mail : shlim@kier.re.kr
Tel : (042)860-3517 Fax : (042)860-3739
 - 2) 천 원기
E-mail : wgchun@cheju.ac.kr
Tel : (064)754-3646 Fax : (064)757-9276
 - 3) 저자3의 소속
현 준호 : junho214@hanmail.net
Tel : (064)758-3640 Fax : (064)757-9276

2.1.2 부착온실형(Attached sun space)

한옥의 처마에 샌드위치판넬을 지붕에 덧댄 뒤 유리로 벽을 세워 복도식으로 된 이 공간은 집열창과 축열체가 주거공간과 분리되어 건물의 난방공간과는 독립적으로 작용하는 부착온실형 시스템이다. 이 시스템은 온실의 역할을 겸하면서 주거공간의 온도를 조절할 수 있고 기존건물에도 적용이 용이하다는 장점에서 이곳에 설치되었다.

이 공간에서 휴식이나 식물재배와 같은 다양한 기능을 갖는 여유공간을 확보할 수 있고 온도 변화의 폭이 적다는 특징을 갖고 있다.

2.2 태양열 시스템(Solar Thermal System)

2.2.1 평판형 집열기

1) 특징

- ① 흡수면은 동판과 동판을 Roll Forming에 의한 접합방식으로 열전도도 향상
- ② 흡수면을 Selective Coating 처리
- ③ 투과체를 저철분 강화유리 사용
- ④ 열매체는 Riser 및 Header에 의한 순환 방식

2) 적용 대상

- ① 주택 및 상업용 건물 온수급탕 시스템
- ② 온실의 지중난방 및 축사난방
- ③ 수영장 온수급탕 및 난방
- ④ 공공 시설(체육관)의 온수 급탕 및 난방

2.2.2 진공관 집열기

1) 특징

- ① 파이렉스 내열유리관으로 제작하여 내구성과 안전성 강화
- ② 고효율집광경(CPC)방식으로 집열하므로 설치각도에 적은 영향
- ③ 이중유리관 사이를 진공단열 처리하여 외부로의 열손실을 최소화
- ④ 특수코팅처리로 태양열에너지를 95%이상 흡수하는 우수한 집열 성능
- ⑤ 동절기와 일사조건이 열악한 환경에 탁월한 성능
- ⑥ 외관이 미려하고 20%이상의 고효율화와 90℃이상의 고온화

표 2. 진공관 집열기 제원

구분	에센진공관집열기 CPC-1800
진공튜브수량	18개
진공튜브규격	∅47mm×L1,500mm×Th1.6mm
집열면적	3㎡
집열효율	60%(평판형 45%, ΔT=50℃기준)
최대허용압력	10bar
중량	54kg
1일집열용량	약150ℓ
집열방식	이중진공관 및 고효율집광경방식

2.3 태양광발전 시스템(Solar photovoltaic system)

태양광 발전은 무한정, 무공해의 태양 에너지를 이용하므로 연료비가 불필요하고, 대기오염이나 폐기물 발생이 없으며, 발전 부위가 반도체 소자이고 제어부가 전자 부품이므로 기계적인 진동과 소음이 없으며, 태양 전지의 수명이 최소 20년 이상으로 길고 발전 시스템을 반자동화 또는 자동화시키기에 용이하며, 운전 및 유지 관리에 따른 비용을 최소화 할 수 있는 장점을 지니고 있다. 그러나, 태양 전지는 가격이 비싸 많은 태양광 발전 시스템의 건설에는 초기 투자가 요구되므로 상용 전력에 비하여 발전 단가가 높고, 일사량에 따른 발전량 편차가 심하므로 안정된 전력 공급을 위한 추가적인 건설비 보완이 필요한 단점이 있다.

광전지를 이용한 태양광 발전기는 대체로 독립형과 계통 연계형으로 나뉜다.

1) 독립형

- ① 자가발전 시스템처럼 생산된 전기를 전력망에 연결하지 않고 사용
- ② 등대나 섬과 같이 전력 계통이 정비되지 않은 지역에서 이용
- ③ 현재 가장 많이 사용
- ④ 항상 에너지원, 에너지 저장장치, 충전 조정 장치, 배전장치 및 소비장치로 구성되어 있어 설비상에 부담

2) 계통연계형

- ① 모듈에서 생산된 전기를 전력망에 연결해서 전력공급회사로 보내는 원리
- ② 태양전기 생산자는 자신이 쓰고 남은 전기를 전력회사에 팔고, 태양전기로 필요한 전기를 충당하지 못할 때는 전력망으로부터 전기를 공급
- ③ 전기 저장장치가 필요없고, 비용도 적게 든다.
- ④ 에너지생태과학관에 설치된 태양광 발전시스템은 다음과 같다.

표 3. 계통연계형발전기제원

구분	솔라테크 STM50P
태양전지	다결정
정격용량(WP)	50
개방전압(V)	21.0
정격전압(V)	16.8
정격전류(A)	2.97
단자합	1단자합

2.4 풍력에너지

풍력발전은 풍차가 바람을 받아 그 힘으로 발전기를 돌려서 발전하게 되는데, 이러한 풍력발전은 대기오염, 연료소비 등을 유발하지 않지만, 발전시설 인근지역에서는 약간의 소음 및 전파장애를 가져올 수 있다. 풍력발전은 용량에 따라 100kW미만은 소형, 100kW~1,000kW는 중형, 1,000kW이상은 대형으로 구분된다.

에너지생태과학관에 설치된 풍력발전기는 400w급의 발전성능을 갖는 소형 발전기이다.

표 4. 풍력발전기 제원

항목	내용
Rotor diameter	46" (1.14m)
Weight	13lbs (6kg)
Start up wind speed	7mph(3m/s)
Voltage	12, 24, 48 volts
Output	400watts at 28mph(12.5m/s)

2.5 생태연못

생태연못이란 습지의 한 유형으로, 도시화와 산업화 등으로 훼손되거나 사라진 자연적인 습지를 대신하여 다양한 종들이 서식할 수 있도록 조성된 인공습지의 한 유형이다. 이러한 시설은 현재의 산업화에 따른 환경오염에 시달리고 있는 현대인에게 필요하다.

에너지생태과학관에 조성된 이 시스템은 우수나 중수를 활용하는 별도의 급배수 시스템을 도입하여 수자원의 재생가능한 모습과 쓸라벨을 통한 분수실험을 통해 대체에너지에 대한 체험의 기회를 제공하고 있다.

생태연못의 기능 및 기대효과는 다음과 같다.

<물리적 환경의 개선>

- 지하수 함양 및 홍수 예방
- 미기후 조절 효과

<도시경관의 개선>

- 친수공간 및 경관 연출
- 도시 내 경관의 다양성 부여

<화학적 환경의 개선>

- 식물 생산성 증가로 인한 각종 유해가스 흡수, 산소 방출 효과
- 미생물에 의한 유기물 분해 효과

<생물적 환경의 개선>

- 수생 및 습지식물의 도입
- 동물의 은신처, 확산장소, 이동통로 역할
- 동식물 종의 다양성 증대

이러한 역할을 하는 환경을 조성하기 위해 무엇보다 중요한 요소는 충분한 일조량을 확보하고 주변산림이 인접하도록 하여 서식처간 상호 연계망을 확보하는 것이다.

2.6 우수의 이용

전 세계적으로 수자원의 친화경적 확보가 시급한 사안으로 대두되고 있는 시점에서 우수의 이용 확산은 아주 중요하다. 특히 UN산하의 국제인구행동연구소(PAI)에 따르면 우리나라는 이미 모로코, 남아프리카 공화국등과 같이 물 부족 국가로 분류되고 있다. 생태 건축에서도 우수를 이용하여 가정 및 여러 건물에서 이용하고 있다.

에너지생태과학관에서는 우수를 비오름에 물을 공급하는 역할을 한다. 비오름에 공급된물은 풍력발전 및 태양전지로 작동되는 펌프로 순환을 시켜서 물이 썩지 않도록 해준다.

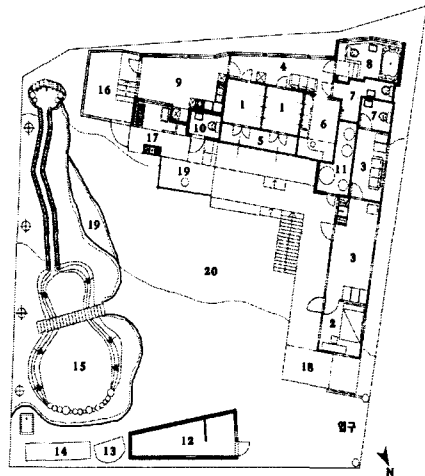
3.7 친환경소재 건축재료

생태건축 0 번지는 기존의 낡은 한옥을 리모델링함으로써 건축물의 철거로 인한 폐기물의 발생을 최소화하였고, 이 과정에서 사용된 재료들 또한 친환경적이며 에너지 절약형의 재료들을 사용하였다.

빌레가 살 수 있도록 나무 기둥에는 무독성의 페인트를 칠하고, 재래식 장판지를 칸 뒤 니스 대신 공기름을 발랐다. 또한 탁자와 문은 재활용품을 사용하였다.

창고와 화장실에는 투명소재 폴리카보네이트를 천장과 일부 벽에 붙여 자연채광을 적극 유도하였다. 또한 건물과 마당을 연결해 주는 계단과 장애인용 경사로에는 페벽돌과 페유리 등을 활용하였고, 건물에서 나온 대부분의 폐자재는 재활용되었다.

그림 1. 에너지생태과학관 배치평면도



1. 한옥침실
2. 관장실 및 교육준비실
3. 사무실 및 교육장
4. 빛과 열의 복도
5. 한옥 뒷마루
6. 놀이방
7. 샤워실(자연채광)
8. 욕실(월풀, 야외전망조망)
9. 주방 및 거실
10. 야외 화장실
11. 기계실
12. 창고겸 평판형 집열기
13. 태양전지와 풍력발전
14. 진공관식 집열기
15. 비오름
16. 테라스겸 야외 회의실
17. 야외주방
18. 태양에너지기전시장
19. 채마밭
20. 놀이마당

3. 결론

본 연구에서는 에너지생태과학관을 사례로 들어 생태건축수법에 대하여 고찰하였다. 그러나 오늘날 한 시대의 건축사조처럼 되어버린 생태건축이 가장 좋은 건축기술을 말하는 것은 아니다. 생태건축은 합리적인 철학과 디자인 이론을 배경으로 해서 인간과 환경사이의 바람직한 질적인 관계를 설정하는 개념으로 비경제적인 건축이 아니라 건물의 생산에서 철거될 때까지 종합적 비용을 고려하면 아주 경제적인 건축방법이다.

앞서 살펴본 바와 같이 에너지생태과학관은 기존에 제시되어 왔던 생태적 이론과 그린빌딩개념 등과 같은 친환경적인 건설방법에서 사용되고 있는 환경 중심의 디자인을 사용하고 있으며 또한 체험할 수 있도록 조성되었다. 에너지생태과학관은 환경과 조화를 이루면서 인간에게 쾌적함을 가져다 줄 수 있는 건축 환경을 제시하고, 앞으로의 건축 및 도시계획, 조경, 토목 등 공간을 다루는 일에 종사하는 사람들로 하여금 우리 세대만의 것이 아닌 우리 후손들에게 물려줘야 할 모습들이 어떤 내용인지 설명해 주고 있다.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 (R01-2003-000-11578-0) 지원으로 수행되었음.

References

- [1] Judy corbett, Micheal corbett, 'Designing sustainable communities learning from village homes', Island press
- [2] Timothy Beatley, 'Green urbanism - Learning from European cities', Island press
- [3] Laura C. Zeiber, 1996, 'The Ecology of Architecture', whitney Library of design
- [4] Beyond The Petroleum Age-Designing The Solar Economy, 1991, World Watch Report
- [5] Crosbie, Michael, 1994, Green Architecture : A Guide to Sustainable Design. Washington, DC : AIA Press
- [6] Dodge, Sue E. (1994) "Green by Design", National Parks Magazine. September/October