

# 환경친화적 생태주거 건물의 설계

환경친화적 생태주거 건물에 대하여 개념적으로 살펴보고 아울러 이의 구현을 위한 여러 방법론 등에 대하여 기존의 건축 기법과 시공예를 분석하여 이에 대한 이해를 제고한다.

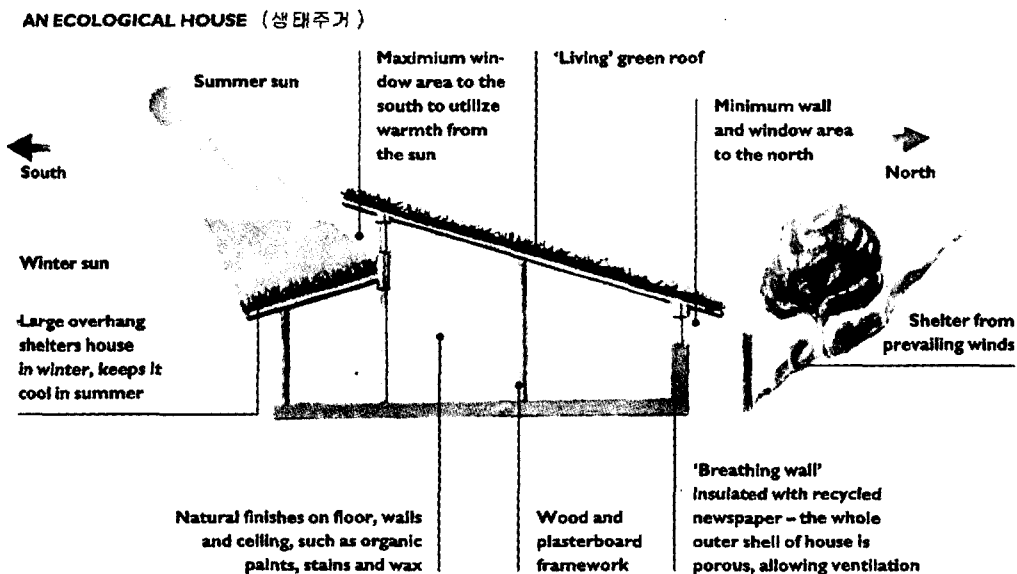


한 현 주

현대 인간에게 있어서 가장 이상적인 건축 공간은 현대 문명의 이기를 모두 누릴 수 있으며 아울러 자연과 함께 하는 자연 속에 어우러져 있는 건강한 생활 공간일 것이다.

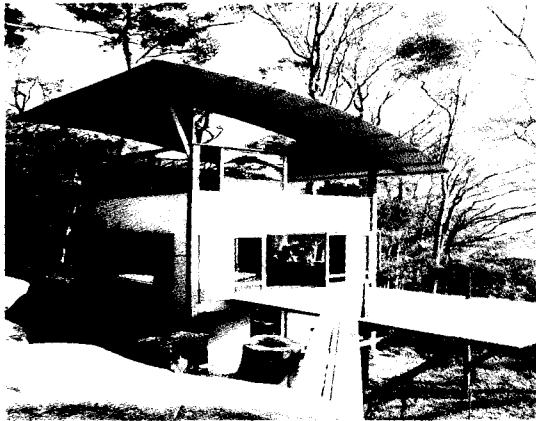
이러한 건축 공간은 얼핏 “이상”에만 그치고 현존할 수 없는 것으로 비춰질 수 있지만, 우리

는 가장 가깝고 친근한 데서부터 시작하여 이 이상에 접근시킬 수 있다는 사실에 놀라지 않을 수 없다. 예컨대, 우리의 전통 가옥 기법인 흙을 이용한 건축에 태양에너지 등 자연에너지를 합리적이고 체계적으로 현대의 최첨단 기술의 힘을 빌어 도입하면 훌륭한 생태 주거 건물



<그림 1> 환경친화적 생태주거 건물의 개념도

을 탄생시킬 수 있는 것이다. 물론, 이의 구현에는 건축재료 뿐만 아니라 환경 건축 개념에서 모든 건축 계획 요소를 유기적으로 잘 결합시켜 전체적인 하모니(harmony)를 이루어야 한다는 대명제가 깔려있다. 본 논문에서는 환경친화적 생태주거 건물의 구현을 위하여 현재 어떠한 건축 계획과 방법론 등에 대하여 살펴보고, 또한 향후 이를 보다 더 효율적으로 구현하기 위한 무엇을 어떻게 하여야 하는지 등에 대하여 몇 가지 실제 예를 들어 조사해 보고자 한다.

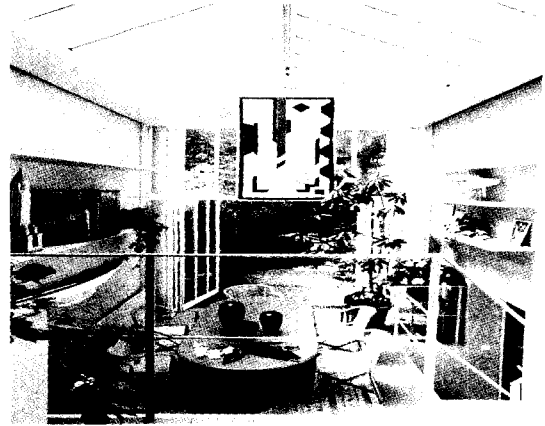


〈그림 2〉 자연재료를 활용한 생태주거 건물

## ◆ 태양에너지의 이용

일반 건물도 마찬가지로 생태주거의 궁극적 목표인 건강한 실내 공간의 창출에 있어 빼놓을 수 없는 것이 바로 태양에너지이다. 태양에너지는 태양으로부터 전자기파 형태로 방출되는 복사에너지를 일컫는 말인데 그 파장의 길이에 따라 자외선, 적외선, 그리고 가시광선으로 분류되며 우리가 일상 빛이라고 부르고 있는 부분은 가시광선 부분을 지칭하며 전체 태양 복사에너지의 40% 가량을 차지한다.

인간은 하루 생활중 대부분을 실내에서 보내고 본질적으로 일광을 건강에 필수적인 것이라



〈그림 3〉 자연광을 이용한 쾌적한 실내공간의 연출

고 여기며, 또한 이를 선호한다. 이러한 인간의 심리적, 생리적 면에서 천혜의 자원인 태양 에너지를 이용하여 주거 및 근무 환경 조건이 적절한 상태가 되도록 유지하는 것은 매우 중요하다. 환경적 측면에서도 조명 및 난방에 필요한 화석에너지를 대체함으로써 생태계의 보전에 미치는 영향은 상당하다고 할 수 있을 것이다.

일반적으로 태양이 인간의 주거환경에 미치는 영향을 논할 때에는 태양빛이 가지는 일조 효과와 난방효과를 고려한다. 즉, 기능적으로 건물에 있어 태양에너지의 역할은 크게 두 가지로 나뉘볼 수 있는데, 태양열을 이용한 실내 온열 환경 조성 and 태양광을 이용한 실내 조명(자연채광)이 바로 그것이다. 물론, 건물의 개구부를 통해 실내로 유입된 태양빛이 바닥, 벽, 천장, 가구 등의 실내 표면에 흡수되어 결국은 열로 변한다는 사실은 자연채광과 태양열 난방의 불가분성을 얘기한다.

건물이 창출하는 실내 공간은 인간이 생활하기 가장 쾌적한 실내 열환경을 연출하여야 하는데 태양열은 이에 있어서 아주 중요한 역할을 수행한다. 인간의 주거 공간에 있어 태양광(빛)은 중요한 자연환경조건 중의 하나이며 건강

한 생태 건축에 있어 빼놓을 수 없는 구성요소이다. 우리나라에서는 예로부터 양지바른 집을 선호하여 남향집을 많이 지었는데 이는 체험적으로 태양빛이 우리 건강에 미치는 좋은 효과를 깨달았기 때문이다. 물론, 우리나라가 북반구의 북쪽에 위치하여 기후 특성 상 건물을 남쪽으로 배치하면 겨울에는 태양광에 의한 실내 난방을 꾀할 수 있고, 여름철에는 반대로 태양광의 실내 유입을 줄여 냉방부하 감소 효과를 가져올 수 있음은 더 설명할 나위도 없다.

경제의 성장과 더불어 현대식 건물에서 소모하는 에너지는 냉·난방에너지 외에 실내 조명에도 상당히 많은 전기에너지가 소비되고 있다. 특히, 현대 건물이 초고층화 되어감에 따라 일조 문제의 중요성은 날로 강조되고 있어, 실내로 자연광을 도입하기 위한 가장 기본적인 방법으로 창을 통한 채광 방법과 Window Design에 대한 다각적인 검토와 연구가 이루어지고 있다.

일반적으로 자연채광기법을 건축적으로 적용 도입하는 데에는 건물을 사용하는 사람들에게 심리적으로 안정된 분위기를 제공하여 생산성 향상을 도모하고 실내의 빛 환경 및 열 환경을 좀 더 개선하는 데에 궁극적 목적이 있다고 할 수 있다.

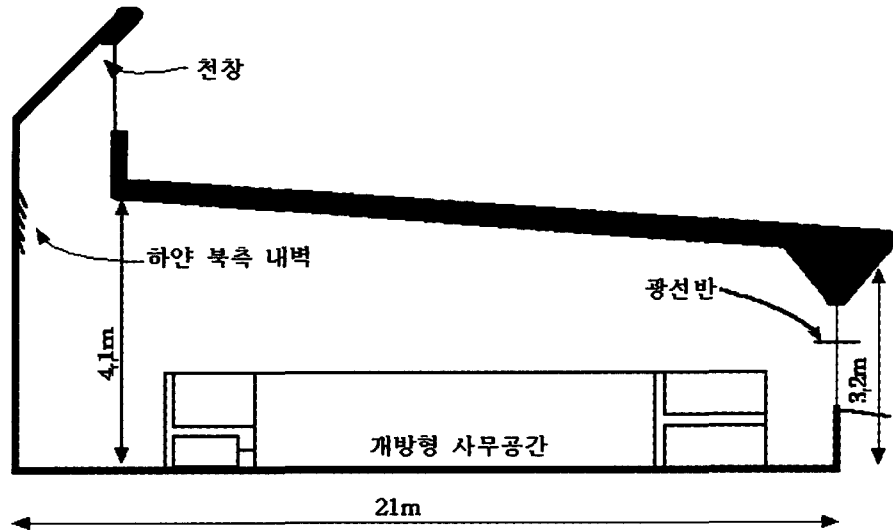
## ◆ SLC 지사 건물

대형 공조시스템의 제어 장치를 취급하는 Johnson Contros사의 SLC(Salt Lake City)지사는 사무실 건물의 에너지 절약을 위해 전문가 Group을 구성하여 자연채광 시스템의 적용에 따른 제반 계획을 입안, 분석하여 이를 실용화 하였다. 기획과정에서 고려되었던 자연형 태양 열 시스템 중 Trombe Wall과 부착형 온실은 이미 정해진 회사 자체의 예산범위를 크게 초과할 뿐 아니라 투자에 대한 회수가 불가능한 것으로 판단되어 고려대상에서 제외되었다. 이 건물

의 주된 특징은 무엇보다 자연채광 시스템의 효율적 도입으로 기존 건물 대비 50% 이상의 전기 에너지의 절감 효과와 쾌적한 근무 환경의 조성 및 생산성 향상에 있다.

본 건물은 에너지 절약 및 실내 환경의 조성을 자연채광에 크게 의존함에 따라 SLC지사는 기존의 지사 건물에 비해 독특한 건축 형태를 이루고 있다. 특히, 자연광의 유입을 충분히 하기 위해 기존 건물에 비해 약 2배 가량의 창문 면적을 취했고 이 창문 면적은 건물 바닥 면적 930㎡의 12%인 112㎡를 차지하고 있다. 또한 건물의 평면 구성은 최대한의 난방 및 조명효과를 도모하기 위해 사무실은 가능한 한 남측에 위치하게 했고 북측에는 창고 등의 비업무용 공간으로 배치하였다. 또한, 사무실은 "Open Office"의 개념을 도입, 불필요한 칸막이나 장애물을 제거하여 창을 통해 들어오는 태양광을 최대한으로 이용하게 하였다.

〈그림 4〉에서 보는 바와 같이 남측면에는 광선반을, 북측벽에는 남측을 향한 고창(clerestory)을 설치했고 건물내의 균일한 빛환경을 조성하기 위해 북측은 4.1m, 남측은 3.2m의 경사진 천장을 이루고 있으며 이는 남측창으로부터의 일광을 실내 중앙으로 끌어들이는 효과를 나타내고 있다. 한편, 창의 배치 비율은 남측에 60%, 북측에 40%로 구성되었으며 모든 창은 야간 단열카텐과 고정 혹은 가동성의 차양을 설치하였다. 남측창은 창의 가장 윗 모서리로부터 60cm가량 아래에 설치된 광선반에 의해 두 부분으로 나뉘어진다. 윗 부분은 자연 채광을 위한 개구부(daylight aperture)로서 자연광은 매끈하게 다듬어진 광선반 윗면에 일단 반사된 후 다시 천장에서 반사되어 실내로 유입된다. 한편, 하단부는 시야를 위한 개구부(view glass)로서 강한 일광의 차단과 창가의 조명 조절을 위해 차광 장치가 설치되어 있으며 태양 전지(photocell)를 이용한 센서(sensor)에 의해 기계적으로 작동되게끔 되어있다.



〈그림 4〉 SLC 지사 건물의 설계 개념도

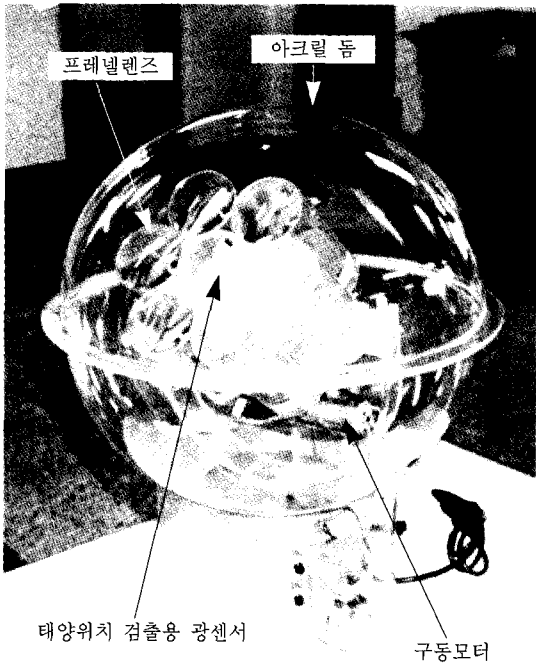
SLC지사 건물은 자연 채광 장치인 광 선반과 고창을 이용하여 인공 조명의 도움없이 실내 조도 분포가 6월에는 60 footcandles 12월에는 27 footcandles 정도를 유지하였다. 한편, 실내의 조도는 전체적으로 좀 균일하지 못한 점도 있으나 작업환경에 필요한 조도는 sensor가 국부 조명을 작동시켜 보완하게끔 되어 있어 작업면에서는 충분한 밝기를 유지하고 있었다. 실내조도의 연중 변화가 장기적으로 사용자에게 어떤 영향을 미칠 것인지는 계속 연구 중에 있으면 아직 실 사용자들의 대부분이 이렇다 할 부정적 반응을 보이지 않고 있다. 한편, 이와 같은 태양광의 이용으로 기존의 이와 유사한 건물에 비해 조명에너지의 50%와 난방에너지의 30%가량을 절약할 수 있어 경제적 측면에서도 타당성이 매우 높은 것으로 판명되었다.

### ◆ 인공적 자연채광

자연채광을 이용하는 방법에는 자연적인 방법과 인위적인 방법 두가지가 있다. 자연적인

방법은 천창(天窗)이나 고측창(高側窓) 또는 광정(光井, light well)을 사용, 주광을 실내로 삽입시키는 등의 방법으로 전통적인 빛환경의 자연형 조절이라 할 수 있다.

한편, 인위적인 방법은 광섬유와 특수 집광기를 사용, 자연 채광을 이용한 것이다. 인위적인 방법은 조명 부하의 절약이라는 초기 개발 목적과는 달리 현재 건강·미용 효과면에서 미용실, 헬스클럽, 치료 효과면에서 병원, 식물 재배용으로 온실, 자연스런 자연광선에 의한 분위기 조성용으로 레스토랑 등에 설치되고 있다. 또한 수족관·동물원·해저공원·양식장 등 어류·동물사육용, 우주정거장·원자력시설·연구시설 등의 특수환경용, 제약·식품 및 사막 지역 등에서 생체공학용 등으로 널리 보급되고 있는 실정이다. 일본의 경우, 광섬유를 이용한 자연채광 시스템을 처음으로 연구, 가장 앞서가는 라포레 기술 정보서비스(La Foret Engineering and Information Service)사가 '히마와리(Himawari - 해바라기라는 뜻)'라는 제품을 개발 판매하고 있다.



〈그림 5〉 자연채광 장치

## ◆ 제주의 생태주거 건축

제주도는 한반도의 최남단에 위치한 한국 최대의 화산도로서 토양은 화산회토가 대부분을 차지하며 화산회토는 화산 분출물인 화산회, 화산사, 또는 화산벽을 모체로 생산된 토양이다. 제주도 토양은 유기물의 집적량의 차이에서 오는 토색에 의하여 암갈색토, 농암갈색토, 흑색토, 적황색토 등 네 개의 토양으로 분류된다. 화산회성 토양은 상층에 다양한 부식물을 함유하여 흑색 또는 암갈색을 띠고 있고 상층이 두터우며 해안일수록 토심이 깊다.

지표면은 투수성이 강한 현무암으로 이루어져 있기 때문에 물은 곧 지하로 빠져 해안선 가까이 가서 용출한다. 따라서 취락이 해안선 가까이 밀집하기 마련이다.

## 제주 전통의 생태주거

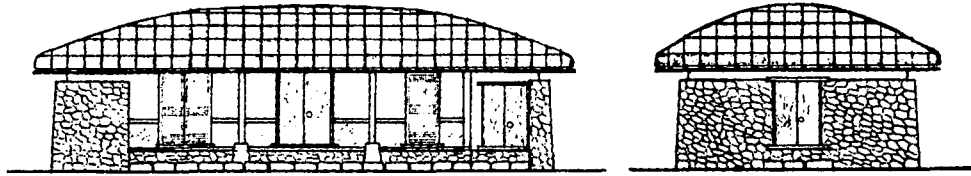
제주도 전통민가는 제주도의 특수한 자연 환경에 순응하여 건물의 향과 배치가 결정되고, 집터는 자연의 지세를 이용하고 있으며, 배치형태는 기하학적 질서가 아닌 생태학적 질서를 갖고 있다. 또한 주거 환경을 위해 겨울철에는 북서쪽의 한풍을 차단하고 태양열을 최대한 수열하며 여름에는 바람으로 인한 자연 냉각 효과를 이용함으로써 물리적 환경 조절 면에서 우수성을 나타내고 있다.

제주도 전통민가의 방위를 살펴보면 겨울철 일사량 취득과 여름철 통풍에 의한 냉방 효과를 주로 고려하였다. 제주도 전통민가의 향은 대부분 정남향을 중심으로 서남향 또는 동남향인데, 정남향 주택은 겨울철 동안 최대의 일사량 취득이라는 측면에서는 우수하지만 차양을 충분히 하지 않을 경우 여름철 동안의 과열 현상을 유발시킬 수 있다. 한편 서남향 배치는 일사량 취득이 길어지며 동남향 배치는 오전중의 일사량 취득으로 실내 온도 변화폭이 작은 잇점이 있다.

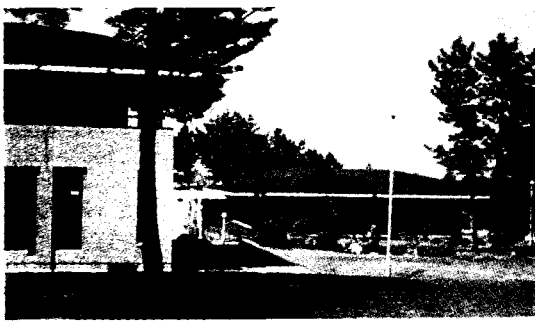
또한 제주도 민가의 들담은 바람의 속도를 완만하게 해주는 작용을 하며 동시에 제주도 특유의 향토성을 반영하는 시각적 요소가 된다. 제주도의 강한 비, 바람 등 기상조건은 주거공간과 부속공간이 마당을 중심으로 모이는 형태를 만들고 있다

## 건축재료 특성

제주도 전통 주거는 고유한 재료들을 잘 이용하였다. 지붕을 잇는 주재료는 태양 복사열의 차단 효과가 큰 새이며 벽체의 주원료는 열용량이 큰 흙이었다. 이러한 재료의 열적 특성으로 여름철에는 뜨거운 태양 복사열을 차단시켜 실내를 쾌적하게 하고 겨울철에는 열용량이 큰 흙벽으로 시간 지연 효과(time-lag)에 의해 실온 변동폭을 적게 했다. 특히 제주도 전통민가에서는 개구부가 큰 개방형 평면을 구성하여 여름철 냉방효과를 높이고 실내 온도분포를 균



〈그림 6〉 제주 고유의 생태주거



〈그림 7〉 제주 탐라 도서관(제주 화산석 벽돌)

등하게 하였다.

지붕과 흙벽은 방습성이 좋으므로 실내 상대 습도의 변동을 완화시켜 쾌적한 습도 조건을 유지하는데 큰 도움을 주었다. 지붕의 재료로 사용되는 새는, 제주도의 동반부와 서반부의 새줄의 굵기가 다르게 나타난다. 동반부에서는 직경 3cm내외의 쇠줄로 얹어매고, 서반부에서는 직경 4cm의 새줄로 얹어매어 동반부보다 육중한 느낌을 준다. 이것은 겨울의 북서풍과 여름의 남서풍이 서반부에 강하기 때문이라고 생각된다.

창호재, 가구재, 마루의 바닥재로 사용한 나무는 열전도성이 낮아서 실내의 차가운 냉기가 스며들지 못하도록 하고 열교현상에 의한 건물의 열손실을 적게 하였다.

또한 입면요소중 창살은 격자형 살창으로 하여 현대 건축의 썬 스크린(Sun Screen)과 동일한 역할을 함으로써 여름에는 그늘을 제공할 뿐만 아니라 겨울철에는 창문의 바깥쪽에 공기막을 형성하여 열손실을 적게 하였다. 우리나라 전역과 제주도에 볼 수 있는 창호의 주된 마

감재인 창호지는 한냉지에서의 사용에는 다소 제약을 받으나 온난한 제주도 지역에서는 사용의 폭이 보다 넓을 수 있었다. 창살 앞뒤로 두 겹게 바른 맹장지는 겹창의 하나로서 겨울철의 보온 역할을 해주며 창호지는 자외선의 투과율이 좋고, 직사광선의 50% 만을 투과시키므로 부드러운 확산 자연광을 실내에 이용함으로써 실내 빛 환경을 쾌적하게 한다. 이와같이 제주도 전통 민가의 창호지는 투명성, 통기성 및 열적 성능면에서 매우 우수하다.

제주도 특산의 건축재료에는 돌이 많은데 전통주택에 주로 사용되는 검은색 다공성의 현무암의 열적 특성을 살펴보면 열전도율 값은 기포가 제일 많은 것이 0.462 kcal/m·hr이고, 그 밖에 0.399kcal/m·hr, 0.580kcal/m·hr, 0.484 kcal/m·hr 이다.

콘크리트(1 : 2 : 4)의 열전도율의 값이 1.2 kcal/m·hr 이고 벽돌의 열전도율이 약 1.1kcal/m·hr 인 것과 비교하여 제주산 건축자재(돌)의 열전도율 값은 현대 주택의 건축 자재보다 열전도율이 작으므로 상대적으로 단열 성능이 우수하다.

80년대 이후 지어진 제주의 환경친화적 생태주거 건물을 살펴보면 대부분 제주 고유의 자연 건축재료의 사용을 통해 건강한 생활 공간을 창출하였으며 아울러 주위의 지형 뿐 아니라 자연 환경과도 잘 어우러지도록 지어져 “자연 속에 있는 건축” 또는 “자연의 일부로서의 건축”이라는 이상적인 생태주거 건축의 구현을 꾀하고 있다. ㉔