

근대건축공간의 생태적 디자인 특성에 관한 연구

A Study on the Characteristics of Ecological Design in Modern Architecture space

이윤희* / Rhee, Youn-Hee

Abstract

Ecological traces appearing in contemporary architecture are based on modern architecture and most aspects on the contemporary architecture are related with the successive trend or break of the modern architecture. The concept of environment in the modern age has established clear destination, as it has been considered as nature. The architecture under a mechanical world view in the modern age has sustained the opposing connection with nature as environment. However, there have been architects maintaining the sympathy with nature in that vortex. This trend has been regarded as same context as ecological architecture and estimated to the outpost of ecological characteristics appearing in the contemporary architecture. This study is to make it clear that the ecological manifestation in the contemporary architecture is based on the ecology in the modern architecture through considering ecological ideals of architects in the modern architecture and considering space composition and structural properties in the modern architecture of ecological paradigm. The scope of this study contains spacial analysis, design strategy, and design types of organic architecture in nature, which has appeared from the modern age. First, the division into period is carried out according to the organic tendency of non-mainstream in the modern architecture: Arts and Crafts Movement, Art Nouveau, Sezession, Expressionism, Organic Architecture, Regionalism, Internationalism. Therefore, this study is significant to be on the search for a start to suggest ecological point of view to architectural space in modern architecture and is search organic characteristics for ecological characteristics in modern architecture; organic relation, thermal buffer space, regionalism, multi-layer, energy efficiency.

키워드 : 근대건축, 생태적, 유기적, 자연적, 지역적

Keywords : Modern Architecture, ecological, organic, natural, regional

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

현대건축에 나타나는 생태적 흔적들은 근대 건축 이전부터 그 뿌리를 찾을 수 있으며, 현대건축 대부분의 양상들은 근대 건축과의 단절 혹은 계승적 흐름과 관련이 있다. 근대의 '환경'에 대한 개념은 자연으로 간주될 만큼 그 환경적 대상이 명확했었고 근대의 기계론적 세계관 하에서의 건축은 환경으로서의 자연과 큰 대립적 관계를 지속시켜 왔었다. 그러나 그러한 와중에도 자연과의 교감을 지속해온 건축가들이 존재해 왔었고 이를 현대 생태건축과 같은 맥락으로 보며 현대건축에서 나타나는 생태적 특성들의 전초라고 판단된다. 따라서 근대건축에서의 생태적 흔적들을 찾아 현대건축과의 연계성을 분명히 하고자

본 연구를 진행한다. 건축 작품에 나타나는 작가의 생태적 이념을 고찰하고 근대건축에서 나타나는 생태적 패러다임에 의한 공간구성, 구조적 특성들, 평면, 매스, 배치 등을 고찰하여 근대 건축의 생태적 특성을 도출하는 것이 본 연구의 목적이다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

연구의 범위는 근대건축에서 나타나는 유기적, 자연적 건축 공간을 대상으로 하여 공간분석과 디자인 전략과 디자인 유형을 분석한다. 시기적 범위로 근대 시기로 한정하여 진행한다. 먼저 근대건축에서의 유기적 경향인 영국의 수공예 운동, 아르누보, 빈 세션 운동, 독일 표현주의, 유기주의, 지역주의 건축, 국제주의 시기를 구분한다.

연구 방법은 시대적 흐름을 살펴 근대의 유기적인 경향과 표현주의적 경향에서의 생태적 단초를 고찰한다. 근대초기와 국제주의 시기의 기능주의적 건축 흐름에서도 유기적이고 자연

* 정회원, 홍익대학교 건축학과, 박사과정

친화적 사례 수집을 거친 후 생태적 특성들을 도출한다. 작품 사례 중 공간 적용 방법, 공간구성 방법, 재료, 설계기법, 구조적 특징 등을 도출하여 근대 기계론적 세계관 하에서의 생태성을 찾고자 한다.

2. 근대건축 생태성의 시대적 배경

2.1. 기계론적 세계관과 합리주의

뉴턴에 의한 기계론적 세계관을 사상적 배경으로 하여, 근대 과학이 출현하게 되었고, 이러한 근대적 사상에 의하여 신, 인간, 자연의 관계는 변화하게 되었다. 자연에 대한 숭배가 사라지고 자연의 신성(divinity)이 제거되었다. 자연에 대한 인간의 착취를 의도하지 않았지만, 신과 인간은 자연에 대립적 구도를 유지해 왔다. 그리하여 자연의 생물은 신의 도구와 소유물임에 지나지 않는다는 극도로 편향된 사고를 지니게 되고, 이러한 사고는 환경에 대한 인간의 태도에 영향을 미치게 되었다.

근세에 이르러 세계관의 변화 속에 자연의 비신격화 현상이 진행되는데, 기계론적이고 요소 환원주의적인 디자인이 발달하고 폐해 또한 나타나게 된다. 근세과학의 성립과 그 후인 16~17세기는 과학혁명의 시대이다. 사색적, 미신적, 형이상학적 요소들이 배격되고 '과학정신'과 '실험적 철학'이 강조되어 인간 능력에 대한 낙관론으로 이어졌다.

2.2. 근대건축 초기의 유기적 경향

국제주의 양식 이전의 건축으로, 근대 초기 일부에서는 생태적인 입장보다 자연에 초점을 두며 건축과 내부공간에 형태와 장식에 있어서 자연을 모방하고 거의 모든 디자인 모티브를 자연에서 취하였다. 이는 생태적 입장의 초기적 경향으로 여겨진다.

낭만주의적 자연주의는 낭만적 고전주의의 인위성, 경직성과 반대되며, 직관과 자연세계로 향하는 것을 주장하였다. 곡선을 강조할 뿐만 아니라 공간의 볼륨과 색채에 초점을 두어¹⁾ 비대칭적인 계획과 매스 처리 방식, 전원풍의 자연 재료를 주로 사용하며, 회화적인 특징을 보인다.

영국 수공예운동(arts and crafts movement)은 공예품의 질적인 하락과 인간이 기계같이 노예화되는 사실 등에 관해 윤리적 관심을 가졌으며, 이에 대한 대책으로 수공예를 고수했다.

형태와 모양은 단순하고 평범하며 선적이거나 유기적인 형태로 제작되었으며, 식물, 새, 동물의 형태들을 강력한 영감의 원천으로 하였다. 윌리엄 모리스는 직물, 벽지 디자인의 평평하고 2차원적인 양식화된 패턴 속에 그러한 형태들을 사용하였다. 수공예운동은 유럽과 미국전역에 걸쳐서 장식 미술에 대한

새로운 이해의 출발점이 되기도 하였으며, 19세기 전반의 기계 문명에 대한 반성과 공예품의 미적 품질을 높이는 의미에서 공헌도가 컸다고 할 수 있으나, 19세기 말경까지 혼미는 계속되고, 물질적인 진보에 정신적인 측면은 부응하지 못하고 있었으며, 예술은 근대화를 겨냥하면서 충분히 그 시대에 대한 성격을 반영할 수 없었으므로 정확한 시대의 표현을 찾을 수 없었다. 유기적 경향을 잇는 시대적 교두보로서의 의미는 충분하다고 본다.

2.3. 국제주의 시기 이전의 움직임

(1) 아르누보(art nouveau)의 확산

아르누보는 과거의 역사적 양식에서 탈피해 새로운 조형미의 창조에 도전한 것으로, 공예와 건축을 중심을 폭넓게 다양한 분야에서 그 모습을 찾아볼 수 있다. 벨기에를 중심으로 확산된 아르누보는 독일의 유겐트 스타일, 오스트리아의 세체션, 이탈리아의 리버티로 불리우며 지역에 적합한 형태로 발전하였다.²⁾ 아르누보의 선례로 수공예운동, 고딕 복고주의, 로코코, 원-라파엘주의(pre-raphaelites)³⁾ 등을 언급할 수 있는데, 특히 영국의 퓨진(A. W. N. Pugin)과 프랑스의 비올레 르 뒤크(E. Viollet-le-Duc)에 의해 제창되는 고딕 부흥(gothic revival) 역시 빅터 오르타(Victor Horta)를 비롯한 다른 아르누보 예술가들에게 신 재료의 선택 및 고딕장식 면에서 영향을 미친다. 아르누보는 낭만적 자연주의와 그 맥락을 같이 한다고 볼 수 있으며, 다소의 차이는 있지만 라이트의 유기적인 연계와 알토의 유기적 반영에서 자연을 수용한다는 동일한 맥을 찾을 수 있다. 자연의 성장과정, 자연의 움직임, 사물의 형태 등을 모티브로 하여 추상적 형상으로 철을 구조화하여 장식적으로 사용한다. 이는 역사적 양식의 포기 및 합목적성을 추구하는 것이다. 맥머도(Arthur Heygate Mackmurdo)의 "렌의 도시교회"이라는 책표지에서 발단이 되었으며 하나의 장식수법의 양식으로서 비교적 짧은 기간이지만 건축에 적용되어 유행하였다. 본격 창시자로는 루이스 설리반과 오르타를 들 수 있으며 미국에서 독창적으로 창안된 설리반의 아르누보는 잠시 적용되다가 소멸하였으나 오르타의 아르누보는 전 유럽에 보급되는 영향력을 가지게 된다. 이외에도 벨데(Henry Van de Velde)의 하아비 이발관, 가우디의 Casa Mila, S. Sagrada Familia 등을 들 수 있다.

2) Stephen Escritt, 정무경, 아르누보, 한길아트, 1998, pp.5-6.

3) 영국 빅토리아 시대의 대표적 미술사조로, 라파엘 전파라고도 한다. 19세기 중엽 영국 미술의 이상화되고 생기없는 표현에서 벗어나 르네상스의 대가였던 라파엘로(1483~1520) 이전 시대의 미술의 진실성을 회복하고자 시작되었다. 그림에서 시각성과 상징성을 절묘하게 결합한 것으로 이를 높이며, 그림이 전통주의와 근대성, 상징주의와 사실주의, 도시와 시골, 여성과 남성, 노동자와 자본가, 식민자와 피식민자 사이의 갈등을 드러내고 있다고 한다. 이러한 역할과 긴장이 바로 라파엘전파 회화가 가진 역동적 에너지의 원천이다.

1) W. Klassen, 심우갑 역, History of Western Architecture, 대우출판사, p.199.

<표 1> 근대 유기적 경향의 전개 양상

구분	지역	명칭	주요 작가	작품
유기적 형태 (곡선적)	벨기에	palling, Vingt	V. Horta	Maison Tassel Maison du Peuple
			H. V. Velde	Werkbund Theater
	프랑스	Art Nouveau	H. Guimard	Castel Beranger Entree Metro
	독일	Jugend Stil	A. Endell	Elvira photographic Studio
	스페인	Modernisimo	A. Gaudi	Sagrada Familia Casa Mila, Casa Batllo
	오스트리아	Secession	J. M. Olbrich	Secession Building
기하학적 형태 (직선적)	미국		L. Sullivan	Guaranty Building
	영국		C. R. Mackintosh	Glasgow School of Art Windy Hill
	오스트리아		J. Hoffman	Palais Stoclet
			O. Wagner	Post Office Savings Bank
	독일		P. Behrens	Behrens House

이러한 유기적 경향은 두 가지로 대별할 수 있다. 하나는 오르타, 반 데 벨 데, 가우디의 요철형상과 곡선적인 형태이고, 또 하나는 바그너(Otto Wagner), 맥킨토시(Charles Rennie Mackintosh)의 기하학적, 직선적 형태이다. 유기적 경향을 떠나 디자인의 직설적인 도입과 자연향상의 추상화에 따라 <표 1>과 같이 대별될 수 있다. 오르타의 디자인은 장식적인 면을 넘어서 전체 구조에까지 이어져 덧붙여지는 표피적인 디자인이 아닌 구조와 장식이 어우러진 전체적인 통일을 추구했으나 과도한 유기적인 디자인은 지나친 기괴감으로 여겨졌다. 또한 맥킨토시는 장식적 디자인이 압도되도록 과장되거나 구조를 뒤덮을 정도는 아니었으며, 우아한 선으로 건축물에 디자인을 부가시키는 특유의 디자인을 보여주었으며, 기능적이면서 비대칭적인 디자인을 펼쳤다. 이는 오르타의 작품에서도 여실히 보여 진다.



<그림 1> Victor Horta, Maison del Tassel 계단, Brussels, 1892-93

오르타의 타셀 주택은 선형 재료를 사용하여 구조적이면서 독창적인 디자인을 보인다. 즉 공간과 표면 장식을 선형구성으로 결합시켜 불규칙한 방향으로 흐르는 듯한 곡선은 주변으로 확장되는 느낌을 주고 있다. 이러한 특징들을 강조하여 장식과 평면의 유기적 연계성을 추구한다. 문손잡이는 기능적이면서도 건물의 외관에 적합한 유기적인 형태를 강조한다.<그림 1, 24>



<그림 2> 오르타 주택, 문손잡이, 1898

헥토르 귀마르(H. Guimard)는 반복되지 않은 자유로움을 추

구하였다. 귀마르의 파리의 Metro station⁵⁾의 출입구 디자인은 잠자리 날개와 같은 유리 덮개와 동물의 형상과 같은 주철 양식으로 구성되어 있다. 스페인의 아르누보인 Modernisimo는 가우디에 의해 주도되었다.⁶⁾ 가우디의 디자인은 모로코와 북스페인의 이슬람 양식(Mohammedian Style)의 영향을 찾아볼 수 있다. Casa Batllo와 Casa Mila의 내부 기둥의 잎이 없는 콘크리트 나무 형상은 당시 프랑스의 아르누보의 성향이라고 볼 수 있다.⁷⁾ <그림 3>



<그림 3> Casa Batllo와 Casa Mila의 내부 기둥의 잎이 없는 콘크리트 나무 형상

<표 2> 아르누보 디자인의 특징

구분	표현 특성	조형적 특성	
디자인 요소	선형적	성장하며 물결치는 자연 형태	
디자인 원리	비대칭	과거의 대칭적 이미지를 벗음	
디자인 모티브	자연성	과거와 유사한 경향을 보임	
형태적 특성	유기성	곡선적	요철형상, 곡선적 형태
		직선적	기하학적, 직선적 형태
표현 방법	모방	자연을 그대로 재현	
디자인 강도	장식적	건축물에 부가적 표현	
	구조적	건축물의 구조와 일체를 이룸	
생성 요인	신재료 및 신공법	신소재의 등장과 건축공법으로 인한 실현	
	반기제화	시대적 상황과는 별개로 디자인 전개	

유겐트 스틸은 역사적 양식에서 해방하여 자연의 형태를 디자인과 장식에 충실히 재현하였다. 과거의 시대를 모방한다거나 영감에서 탈피하여 새로운 것을 추구하게 된다. 페터 베렌스(Peter Behrens), 엔델(August Endell), 엑크만(Otto Eckman), 오브리스트(Hermann Obrist) 등이 대표적 디자이너라고 할 수 있다. 일체의 과거 양식에서 분리한다는 빈 세션 운동은 구시대로부터 탈피하여 현시대의 새로운 양식발전에 노력하였으며, 요세프 호프만(Joseph Hoffmann)이 대표적이다. 오귀스트 페레는 직선적인 디자인과 직사각형 구획체계를 선호하였으나 '자유로운 평면' 사용은 르 꼬르뷔지에의 작품에까지 나타나게 된다. 아르누보 다음으로 표현주의와 유기주의가 그 계보를 이었다고 말할 수 있다.

5) John Farmer, Green Shift: changing attitudes in architecture to the natural world, Architectural press, 1999, p.108.
6) Vittorio Magnago Lampugnani, 이호정 역, 현대건축의 조류, 태림문화사, 1990, pp.34-36, p.83.
7) Nikolaus Pevsner, Source of Modern Architecture and Design, Frederick A. Praeger Inc. New York, 1968, p.106.

3. 근대건축 공간에 나타나는 생태적 양상

아르누보는 인간의 모든 환경에 대한 책임을 강조한다. 모든 디자인이 필요한 곳에는 아르누보와 같은 유기적 디자인의 영향이 미쳤다고 해도 과언이 아니다. 바그너와 맥킨토시의 직선적이고 기하학적 형태는 후에 라이트의 라킨빌딩(Larkin Administration Building)과 유니티 교회(Unity Temple)에서도 찾을 수 있다. 아르누보의 디자인은 단편적인 1차적 모방이나 응용적 방법으로 자연의 형상을 차용하고 있다. 유기적 특성이란 불리어 지는 것과 같이 '유기적 건축'의 면모는 지역적 특성과 유기적 생명체의 형상을 디자인 과정에서 변형하는 것이다. 이 외에 지역적 재료와 천연재의 사용에 있어서 내·외부 공간간의 커뮤니티적 감응을 유도한다. 또한 유기체의 골조를 나타내거나 자연 환경적 요소를 공간 계획시 공간 요소적 혹은 설계 기법적으로 적용하고 활용한다.

3.1. 기계론적 세계관 하의 생태적 가치 지향

앞에서 전개된 내용들에서 기계론적 세계관이 팽배했던 근대시기에서도 생태적 가치 지향들을 찾을 수 있다.⁸⁾ 이 생태적 가치는 근대 건축에서 형태적, 공간적, 구조적으로 나타나며, 근대건축에서의 지향점을 어디에 두었는지를 파악할 수 있다.

(1) 자연친화적 지향

1927년에서 63년 동안 당시 '그린(green)'에 대하여 넓은 의미에서 논의가 진행되었는데,⁹⁾ 그린에 대한 중요성이 부각되어 공간구성, 재료, 형태에 있어서 자연과의 관계적 구성을 전개하거나 재료적 측면에서의 연계, 유기적 형태 등으로 자연과 주변 환경에 대한 관심과 갈망을 표방하였다. 그러한 경향은 사보아 주택의 필로티와 옥상정원, 그리고 로비주택의 대지와외 상호관입적 연계, 카우프만 주택의 자연과의 유기적 구성 등에서 그 예를 살펴볼 수 있다.

(2) 건강(health), 케어(care), 치유(cure) 지향

1920-30년대는 결핵과 같은 질병이 주로 집과 일터에서 발생했다. 산업혁명에 의해 생기게 된 질병에 고통 받는 도시 빈민가가 선진국의 곳곳에 남아있는 동안에도, 영국의 대기 보전법은 수십 년 동안 제정되지 못했다. 근대 운동은 시대정신에 맞는 더 나은 생활 방식으로서의 계획적인 접근을 주장했다.¹⁰⁾ 단적인 예로, 포르뷔지에는 사보아 주택의 응접실과 넓게 개방

8) 근대 초기의 유기적 특성은 당시의 생태적 경향의 전초로서 형태적 성향이 강하다. 여기서 본 연구자가 생태적이라고 간주하는 범위는 형태적 공간적 구조적 측면들이 모두 해당되어 이러한 측면에서의 환경 전 반에서의 생태성을 논하고자 한다.

9) C. Porteous, *The New Eco-Architecture: Alternatives from the Modern Movement*, Spon Press, London and New York, 2002, pp. 47-49 참조할 것.

10) Ibid., p.51

된 다른 실과 객실의 슬라이딩 유리벽이 자유롭게 열리는 곳을 공중공원이라고 하였으며, 밝음과 환기가 충분하도록 디자인하였다.

(3) 유기적 공간 지향

공간의 전개에 있어서 건축 기법 상 시각적, 물리적 연계성과 유기성을 공간에 담고자 한다. 지역적 미기후에 반응하는 공간, 자연환경요소 도입, 전이 공간, 가변적이거나 확장적 공간으로 자연에 친화하고자하는 건축적 발현으로, 노이트라의 Health House, Taylor House, Wilkins House에서 그 특성을 찾을 수 있다.

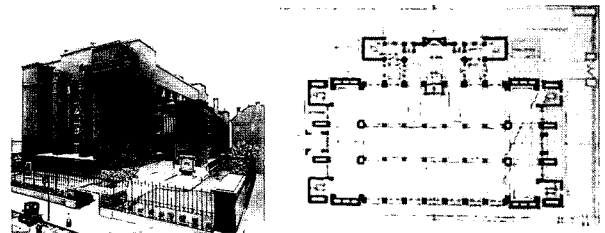
(4) 에너지 효율과 구조적 지향

에너지 효율에 대한 관심으로 여러 다양하고 구체적인 방안들이 모색되어 열적 저항에 대한 구조적 해결, 샌드위치 벽체, 개방된 멀티레이어, 냉각 데크 지붕 등이 점차 관심의 대상이 되었다. 또한 자연형 태양열 시스템¹¹⁾에 대한 사용도 1930년 후반부터 미미하게나마 시작되었다. 이러한 방안들은 Brown의 Brown House, Wright의 Larkin Building, Gropius의 Prefabricated house에서 그 사례를 찾을 수 있다.

위와 같은 근대의 생태적 가치 지향은 다음과 같이 시대적 흐름을 거치면서 뚜렷이 드러난다.

3.2. 1914년 이전 라이트의 유기적 공간성

라이트는 자연과 인간과 건축의 관계를 자연이라는 질서 속에서 파악하려 한다. 이는 인간을 자연에 융합시키려는 의도이다. 라이트는 생명체의 각 부분 부분이 하나의 통일체를 이루며 개체를 형성한다는 것에서 착안하여 유기체 속에 내재된 구조 원리를 건축에 적용하였다. 라이트는 건축을 유기체와 같이 생명을 가지며 인간과 환경의 변화에 따라 반응하는 하나의 생명체로 보았다. 초기의 라이트의 건축은 라킨빌딩과 유니티 교회처럼 상자모양의 콘크리트 조로 된 공공건물에 관심을 가졌으나, 건축에 대한 라이트의 접근은 초기부터 유기적인 공간성을 띤다. 로비주택에서는 상자 형태를 탈피하고 내·외부 공간사이의 새롭고 총체적인 상호 작용을 보여준다.<그림 4>

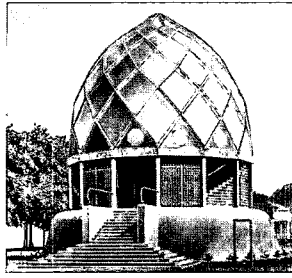


<그림 4> Wright, Larkin Administration Building, 1906

11) 실베스터 모스에 의해 1881년에 태양열 집열기가 발명되고 1930년 후반에 자연형 태양열 시스템에 시작되어 1960년에는 학교에도 보급되었다. ; Ibid., p.121 참조할 것.

3.3. 유기적 표현주의와 유기적 기능성

회화예술에서 시작하여 타 예술로 전개된 표현주의는 감정과 직관의 두드러진 표현을 위해 형태를 일그러뜨리는 경향으로 표현주의 건축은 비취지게 되었다.¹²⁾ 헤링(Hugo Häring)은 유선적인 형태를 보이며 기능성을 강조했다.



<그림 5> Bruno Taut, Glass Pavilion, Cologne, Germany, 1914

스팽글러(O. Spengler)의 유기적 역사관에 영향을 받은 헤링의 유기적 건축 개념은 장소성과 방위성 개념을 중요시 하였으며, 이는 스펅글러의 유기적인 세계관에 주목하였던 것에 기인한다. 이러한 유기적 세계관은 동양 철학과의 연관성을 짐작할 수 있다. 후일 샤로운(Hans Scharoun)은 헤링의 영향을 받으며 하이데거의 현상학과도 연관성을 찾을 수 있다. 그것은 헤링이 시간과 공간의 관계가 유기적인 조직과도 같은 불가분의 구조로 보고 있으며, 문화 또한 인간의 삶을 충족시키는 유기적인 공간을 구성한다고 보았던 것으로 짐작할 수 있다. 1914년 독일공작연맹전시회에 출품한 타우트(Bruno Taut)의 유리의 집(Glass Pavilion)¹³⁾은 제 1차 세계대전으로 인한 건축가들의 공황상태와 그들의 갈증을 이상주의적이고 유토피아적인 건축형태로 표출된 한 예라고 할 수 있다. <그림 5> 표현주의 건축가들은 1920년을 기점으로 급변한 건축성향을 보였는데, 표현주의적인 요소를 지남과 동시에 기능성을 근본으로 하였다. 뿐만 아니라 국제주의 건축가들의 초기 건축 성향들에서도 표현주의적 성향을 나타냈었다. 이러한 점으로 미루어 볼 때, 근대건축에서 나타나는 대별적 성향은 가시적으로는 대립구도로 전개되나 국제주의 건축도 내적으로는 표현적 성향을 내포하고 있으며, 표현주의 역시 기능성을 배제할 수 없음을 인지할 수 있다.

3.4. 국제주의 시기 건축에서의 생태적 유기성

근대건축은 환경통제를 위하여 더 정밀한 구조를 요구했고, 보다 많은 제안들이 이루어졌다. 특히 재료적 특면에서의 유리 사용은 모더니즘의 경향을 드높이는 듯하였으나, 오히려 환경적 측면에서도 이로운 작용을 보이는 재료이다. 유리의 원 재료인 모래와 소다의 합성은 '그린'적이며,¹⁴⁾ 태양광선 중 단파장을 가두는 온실효과로 인한 유리의 난방에 대한 이점은 널리 알려져 있는 사실이다. 유리는 물리적으로 뿐만 아니라 감각적 특징을 보이는 이중적 재료이다. 유기적 관계는 알바 알토(Alva Aalto)와 프랭크 로이드 라이트(Frank Lloyd Wright)와

같이 건축 공간의 유기적인 기능성으로 공간을 구성하고 주변과 관계적으로 배치하며 재료적으로도 연계하며 주변의 환경적 상황을 건축의 내부공간과 연계하여 디자인에 반영했다는 특징을 살펴볼 수 있다. 주변 환경과의 유기적 연계성, 장소와의 조화, 지역적 미기후에 반응하는 디자인, 자연환경요소의 도입, 상호 관입적 공간구성에 의한 전이 공간 등으로 유기적인 공간 구성을 전개할 수 있다. 건축과 자연환경의 공간 구성적 연계에 있어서 경계 공간을 주변 환경과 매개화시키고, 경계 소멸에 의하여 공간은 이중적 성격을 띠며, 영역 확장에 의해 공간 성격이 다중화되기도 한다.

4. 근대건축공간에 나타나는 생태적 특성 분석

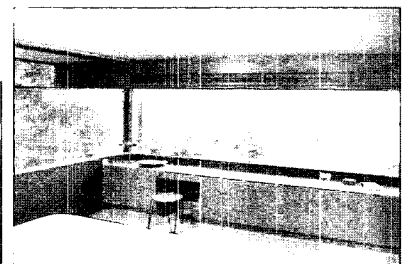
4.1. 주변과의 유기적 연계성

(1) 주변 환경과의 맥락적 연계

자연 환경적 요소를 공간 계획시 공간요소적 혹은 설계기법적으로 적용하고 활용한다. 그 흔적은 노이트라(Richard Neutra)의 Health house에서 그 내용을 찾을 수 있다.<그림 6> 밖에서 불어오는 뜨거운 바람이 수공간을 거치면서 냉각되어 내부로 시원한 바람이 전달되도록 계획하였으며 이러한 수공간은 내부로의 반사광을 깊게 전달하여 자연채광 최대한의 효과를 노렸다. Wilkins House의 창문 디테일은 주변경관의 시각적 연장을 위하여 건물의 골조를 밖으로 드러내어 시선의 차단을 없게 하였으며, 주변경관과 일체적 조망을 가능하게 하였다.<그림 7>

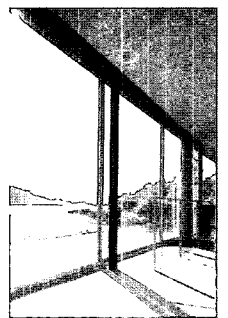


<그림 6> Neutra, Health House, LA, California, 1927-29



<그림 7> Richard Neutra, Wilkins House, California, 1949

Taylor House는 건물 뒤에 흐르는 강물을 시각적으로 연장감을 주기 위해 창 바로 앞에 주변 환경을 반영하는 수공간을 조성하여 시각적 확장감뿐만 아니라 심리적으로 멀리 있는 전경을 끌어들이어는 차경효과를 이끌어냈다.<그림 8> 라이트의 커뮤니티 시설은 대지 및 자연과의 조화를 이룬, 주변 자연 환경과의 유기적 연계성을 보여준다. 라이트의 Unitarian church의 매스(mass) 구성은



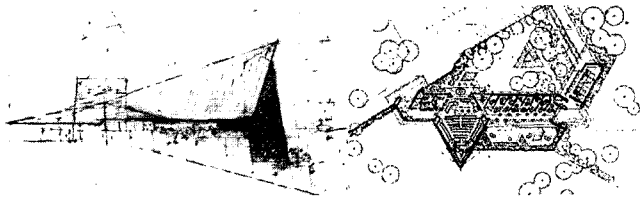
<그림 8> Richard Neutra, Taylor House, California, 1964

12)박정대, 곡면형상의 구축을 위한 디지털 기술과 건축 디자인 프로세스, 서울대 박론, 2005, p.23.

13)John Farmer, op. cit., 1999, p.117.

14)C. Porteous, op. cit., p.49 참조할 것.

대지로 연결되는 매스의 수평적 확장과 부가적 공간구성을 볼 수 있다.¹⁵⁾ 예배실과 외부 공간을 매개적 공간으로 자연스럽게 연결시켰으며, 또한 지역적 재료 및 천연재의 사용에 있어서 커뮤니티적 감흥을 유도하고 예배실 창문의 디테일은 유기체의 골조를 나타내는 듯하고 빛과 전망을 예배실 전면에서 끌어들이며 자연환경과의 교감을 배가시켰다.<그림 9>¹⁶⁾



<그림 9> Drawing & Plan, F. L. Wright, Meeting house & Unitarian Church, Madison, Wisconsin, U. S. A., 1947-49

자연요소의 도입은 수평적 도입과 수직적 도입으로 나눌 수 있는데 사보이 주택과 같이 옥상정원(roof garden)은 꼬르뷔제의 건축 5원칙 중 하나이지만, 수직적 연계로 생태적 정신의 실현의 결과로 볼 수 있다.

<표 3> 유기적 관계의 기능과 형태적 사례 분류

구분	작품 사례	형태적 특성
공간의 유기적 기능	Brown House	기하학적 형태
유기적 연계	부오세너스카 성당, 신교교구 센터 Villa Mairea, house in Helsinki, Säynätsalo town hall	유기적 형태
	카프만 주택, Larkin Administration Building	기하학적 형태
	Talesin West	유기적 형태
	유기적 관계	Health House, Talesin House

(2) 건축과 주변 환경과의 연계 기법

근대건축에서 나타나는 내·외부 공간적 특성을 살펴보면 공간의 경계(boundary)의 성격에 따라 관계적 의미가 달라진다. 건축과 주변 환경과의 공간적 연계는 경계 공간을 매개화하여 경계 소멸에 의한 이중적 공간 성격을 가지기도 하며, 영역 확장에 의해 공간성격이 다중화되기도 한다. 내·외부 공간의 관계는 안과 밖의 통합(integration)과 연속(continuity)으로 관계 맺으면서 공간에 연속성을 부여하며, 자연환경과의 유기적 연계성을 가지며, 주변 환경과의 맥락적 일체성을 가지기도 한다.

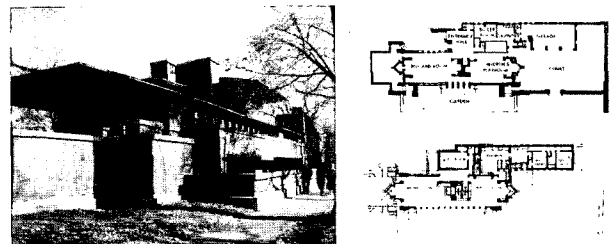
1) 개방(open)

근대건축에 나타나는 사례들을 살펴보면 라이트의 낙수장과 같은 유기적이고 물리적인 공간구성상의 연계와 판스워드 주택

이나 글래스 하우스와 같이 심리적 개방감을 부여하는 시각적 연계로 인한 간접적·매개적 연계로 나타난다. 공간의 열리고 닫힘의·유기적 공간구성의 경우와 시각적인 개방상태로 내외부 공간의 시각적 연계로 대별된다. 물리적 개방은 재료의 물성과 색채를 이용하여 내외부의 연계성을 유지한다. 라이트의 낙수장은 내부와 발코니의 바닥 재료를 같은 판석을 사용하여 동일하게 하고 문턱 없이 연속적인 패턴을 이어나갔다 그리고 공간구성이 있어서의 유기적인 구성으로 공간의 연속적 흐름을 보여준다. 심리적인 경계를 모호하게 하여 공간의 연계를 극대화한다. 투명성에 의한 시각적 개방 효과를 위해선 투명한 재료의 사용을 들 수 있다. 이는 전망성으로 인하여 심리적 만족감을 고취시키며, 내부공간에 생동감을 준다. 그러나 이는 생태적인 쾌적함(amenity)과는 거리가 있으며, 시각적 만족감 이외의 효과는 거의 없다고 보아야 할 것이다.

2) 상호관입(inter-insertion)

거대 매스의 분절로 인하여 내·외부공간의 교차는 내외부 공간의 의미가 희미해지거나 공간의 경계가 모호해지거나 혹은 내외부 공간의 교차되어 상호 연속적으로 이중적 공간감을 제공한다. 로비주택(Robie house)에서는 내·외부 공간 사이의 새롭고 총체적인 상호 작용을 보여준다. 이 주택의 기본 개념은 주변의 자연 환경에 대한 건물의 안정성과 내부 공간의 유동성에 있다.



<그림 10> Wright, Robie House, Chicago, 1909

성장의 시작을 벽난로를 기점으로 하여 각각의 기능에 부합되어 낮게 깔리면서 전개되어 주변 대지로 안정적으로 펼쳐진다. 외관은 비대칭성과 균형에 의해 주변 환경과 자연스럽게 조화되고 있다. 이처럼 라이트의 건축은 낭만주의적 자연주의적 흔적을 볼 수 있다.<그림 10>

3) 공존적 외피형성(enveloping)

건축물의 경계를 피복하는 물질, 방법으로 주변과의 연계로 관계성을 지닌다. 타우트(Bruno J. F. Taut)는 자신의 계획으로 목적과 무관한 아름다움을 만들어내려는 유토피아주의자였으며, 건축적 몽상가이다. 주거의 내부와 외부공간이 인간의 개성과 개별성



<그림 11> Bruno J. F. Taut, Hufeisensiedlung, Berlin, Germany, 1925-1930

15) Peter Gossel, Gabriele Leuthauser, *Frank Lloyd Wright*, Taschen, 1991, pp.158-159.

16) Yukio Futagawa, Brice Brooks Pfeiffer, *Frank Lloyd Wright*, A. D. A. Edita, 1984, p.154.

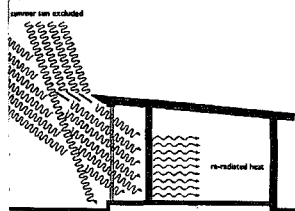
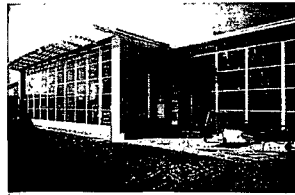
형성에 영향을 미치고 사회 윤리적으로도 작용한다고 확신했다. 말굽형태 집합주택(Hufeisensiedlung)은 주택의 바깥쪽과 내부 디테일의 예술적인 수준과 내외부공간의 공존을 보여주며, 이는 내부적 외부공간과 주변 지역과의 연계 등 전체적 구성이 돋보인다. 이 주택은 집과 사람과 그들의 삶을 담는 공간 구성에 중점을 둔 타우트의 건축관을 드러내고 있으며, 내·외부 공간의 유기적 혼재와 조화를 보여준다.<그림 11>

42. 전이공간의 유기성

전이공간은 환경적 친화의 에너지 효율적 구조와 공간 계획으로 전개된다.

(1) 열적 완충 시스템

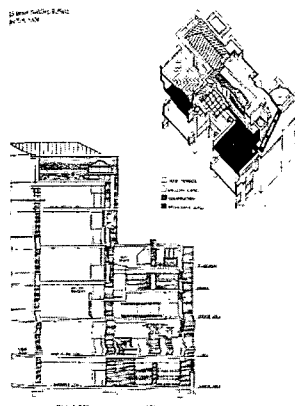
미국의 건축가인 브라운(Arthur Brown)은 1945년 투스콘에 있는 그의 집에서 태양열 주택시스템의 직접적인 해결책에 대한 연구를 했는데, 낮 동안 태양열을 집적하는 밀폐된 벽은 이 열을 저녁에 북쪽의 방으로 이동시킨다. 이는 열적 완충 개념을 공간에 적용한 것이다.<그림 12>



<그림 12> Arthur Brown, Brown House, Tucson, Arizona, 1945

(2) 생태적 구조

기술적인 세부 사항에 있어, 라킨 빌딩은 공기를 자연 순환시키는 것이 아니라, 기계적으로 환기시킨다. 라킨 빌딩은 겨울에 외부의 따뜻한 공기가 수동적으로 이중창의 뚜껑을 올리면서, 안으로 들어오는 신선한 공기의 온도를 낮추고 높이기 위해 지붕에서부터 지하실까지 긴 흡입 덕트를 사용한다. 좋은 효과를 위해 길고 좁은 가벽을 사용하며, 지붕 테라스로 연결되는 온실과 같은 그 아래의 내부 공간을, 작업실로부터 편안함을 주기 위한 공공의 휴식공간으로 사용한다.¹⁷⁾<그림 13>



<그림 13> Wright, Larkin Administration Building, Buffalo, New York, 1906

(3) 반외부적 공간

내부적 외부공간, 외부공간에서의 외부적 내부공간과 자연물의 도입으로 구조적으로 연계되는 것과 같이 조경(Landscape)을 적용하거나, 지붕의 녹화나, 외부와의 경계 요소의 비움(void)으로 인한 자연채광과 자연환기 유도, 외부와의 직접적 접촉을 도모한다.

43. 형태적 유기성

유기적 형태는 형태적 측면에서의 유기성을 건축디자인에 반영하여 유기체적인 성장과정과 형상들을 건축조형에 담고 있다.

(1) 형태적 맥락에 의한 물리적 연계-주변 환경과의 일체화

주변 환경의 형태적 조건을 수용하고 연속성을 지닌다. 또한 주변과의 유사성을 띠며, 매싱(Massing), 지붕선, 지표면, 입면형상, 지붕형상에서 같은 맥락을 보인다.

(2) 사회 문화적 맥락 연계

역사성, 지역성, 시대정신, 건축형태미의 강조¹⁸⁾, 상징 및 은유적 형상화로 도시 내부에서의 주변 환경과의 연계성을 보여준다. 특성으로는 연속성과 유사성을 들 수 있다. 이러한 맥락적 연결은 건축공간에서 요소적으로 작용하기도 하며, 전반적인 형태에 영향을 미치기도 한다.

(3) 알바 알토의 지역적 유기성

자연과 건축의 유기적 통합과 유기적 원리를 표방하는 알바 알토는 스칸디나비아 모더니즘을 대표하며, 그의 건축 속에는 모더니즘과 지역적 특성을 보이며, 재료, 기후, 커뮤니티와 공간에 대한 사고들이 지역적 기반에서 묻어난다. 그의 작품은 빛에 대한 극적인 공간 적용과 공간과 공간 사이에 전이공간을 두어 내부공간의 연계성과 흐름을 중요하게 표현하였다. 게다가 다양한 지역적 자연재료 사용과 표현으로 자연 재료와 기술적 공법으로 그의 감성과 기능을 잘 드러내었다. 헬싱키에 있는 오타니에미 공과대학(Otaniemi technical university)은 파이미오 요양원(Paimio sanatorium), M. I. T 베이커 하우스(Baker dormitory), 그리고 이마트라 교회(Church of the three Crosses in Imatra)와 함께 알토의 대표적인 작품이다. 이 건물은 알토의 말기 대표작으로, 푸른 초원과 하늘을 향해 펼쳐있는 듯한 조형적 형태는 그의 건축적 상상력을 느낄 수 있다. 내부의 둔탁해 보이는 기둥이나 기능적인 콘크리트 구조물들도 마치 자연의 나무결이 느껴지듯 적절하게 조형적으로 처리되고, 그것들은 내부 인테리어 분위기를 전체적으로 감싸는 듯한 느낌을 준다. 계단 입구나 핸드 레일, 그리고 테이블에서도 알토의 가구 디자인 기법들이 잘 나타나 있어 목재를 다루는 그의 섬세함을 느낄 수 있다. 외부 전망과 채광을 끌어들이도록 넓고 깊게 구성된 연속의 수평 창들은 인공적인 조명들과 함께 복도를 지나가는 이들에게 상쾌함과 쾌적한 기분을 선사하기에 충분하다.

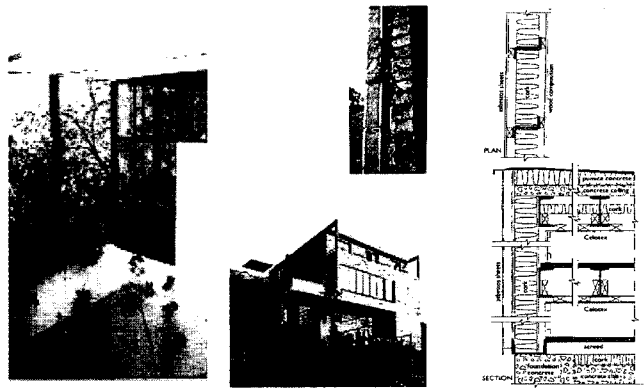
알토는 공과대학이라는 이미지가 주는 기계적이고 기능적이며 구조적인 기억들을 배척하면서 새로운 이미지를 선사했다.

18)건축형태를 강조하거나 은유, 상징하는 것은 사회적 그리고 문화적으로 의미를 지니거나 메시지를 담고 있는 경우이다.

17)C. Porteous, op. cit., p.101.

<표 4> 유기주의와 신표현주의의 형태적 유기성 분류

구분	적용	작품 사례	표현 기법
유기적 형태	매스형태	통상 성당	은유, 상징
	외부형태	Metro station entrance	재현, 모방, 유추
	내 외부	Casa Milla, Güell Park The Sagrada Família	은유, 상징
		The Bavinger House	모방적 재현
	내부 공간 디자인	구겐하임 미술관	자연형상
존슨 왁스 사옥		경량구조, 재현	
표현주의	추상적 표현주의	베를린 필하모닉 콘서트 홀	추상, 은유
		로미오와 줄리엣 아파트	추상
		담스타트 학교	다가적(multivalent)이미지



<그림 14> Richard Neutra, Dr. Lovell's Health House, Los Angeles, 1929

<그림 15> Adolf Bensch, House by Prague, 1932, with Ocelydt insulation

<그림 16> Gropius, Prefabricated house, Stuttgart, 1927

4.4. 단열을 위한 다층적(multi-layer) 구조

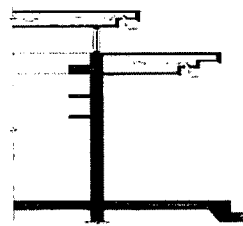
1920년대와 1930년대에 벽의 단열 처리된 다층적 특성에 대해서는 그다지 잘 인식되지 않았다.¹⁹⁾

라이트가 밀라드 하우스(Millard House)를 기준으로 삼아 만든 3겹의 마감층, 단일 제재, 65mm의 두꺼운 목재를 사용한 유소니언(Usonian) 구조²⁰⁾는 단열 수치를 25%까지 향상시켰다. 그러나 구조적으로는 단순했었다. 한편, 라이트가 아리조나에서 고밀도의 콘크리트 벽을 사용했던 것에 반해, 1927년 독일에서 그로피우스는 라이트의 '카드보드(cardboard)'라는 별명에 걸맞는 실험적 집을 스투트가르트에 지었다. 이 집이 빈약하기는 했지만 이 집의 마감층과 재료들은 밀라드 벽에 사용된 것보다 5배나 단열 효과가 있었으며, 비록 강철 프레임 처리가 되었어도 이는 수많은 목재 충전재의 사용으로 냉교(cold-bridging)를 미연에 방지했다. 멀티 레이어적 방법은 건식공법 뿐만 아니라 습식 구조에서도 찾아 볼 수 있다. 1932년 아돌프 벤스(Adolf Bensch)가 프라하에 지은 집을 보여준다. 이 집에는 30mm 올세디트 단열재(Olcedyt Insulation) 층이 바깥쪽의 150mm 중공 타일과 안쪽의 140mm 셀룰러 벽돌 사이에 끼워져 있다.²¹⁾<그림 14> 멀티 레이어 구조는 벽보다 지붕이 더 효과적이다. 노이트라는 콘크리트 격자 구조(concrete cross-frames) 대신 신중하게 철골을 사용하였다. 또한 이것은 구조상 메탈 창문을 매개로 하여, 미묘하게 부분적으로는 투명성이 드러나도록 했다.<그림 15>

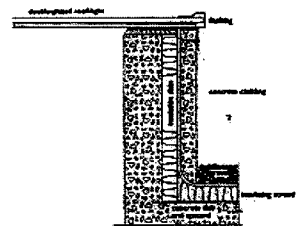
그로피우스의 바이센호프 지들룽의 작은 주택의 지붕은 3개의 단열층과 2개의 공기층, 그리고 1개의 철근 콘크리트 구조층

을 지닌 좋은 예이다.<그림 16> 이러한 구조는 지붕뿐만 아니라 벽에도 사용되었다. 1930년대에는 대부분의 영국 모더니스트들도 이러한 방법을 사용하였다. 멀티 레이어 구조의 특성은 습기차단, 열기 시간 지연, 절연, 단열, 난방, 냉각 통풍 등이다.

멀티 레이어 단열 구조는 알바 알토의 핀란드 Noormarkku에 있는 마이레아 주택(Villa Mairea)의 초기 설계 단계에서도 찾을 수 있다.²²⁾ 이 주택은 재료 및 디자인에 있어서의 지역적 특색이 나타날 뿐만 아니라 열효율에 대한 열손실, 냉교 방지 등 구조적 방안 모색을 하였다.<그림 17> 또한 멀티 레이어에 의한 공기의 흐름은 매우 유용하였다. 라이트의 Goetsche - Winckler 주택의 차양에 서로 겹치게 사용된 2" x 4" 크기의 3개의 장선 판형 시스템은中间的 단을 처마에서 열 수 있고, 여름에 지붕의 공간을 통풍시키는데 사용될 수 있다.<그림 18>



<그림 17> Goetsch-Winckler House, F. L. Wright. Okemos, Michigan, 1945



<그림 18> Alvar Aalto, Villa Mairea, Finland, Noormarkku, 1938-1939

4.5. 자연에너지의 에너지 효율적 이용²³⁾

(1) 패시브 솔라 디자인(자연형 태양열 시스템)

1930년 후반에 패시브 솔라 디자인의 미미한 출발 후 1960년에 와서야 그 윤곽이 뚜렷해 졌다. Trombe Wall은 벽에 내려져진 태양에너지를 저장하는 육중한 벽으로 외부의 유리벽 사이의 데워진 공기가 대류에 의해 상승하여 벽의 개방된

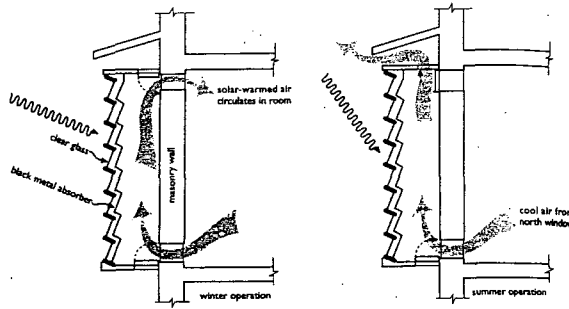
19)Ibid, p.9.

20)Usonian construction: 도시 집중 현상을 해결하기 위한 계획의 수립과 미국 중산 가정이 살 수 있는 housing을 제공하는 것. 그 해결책으로 Broadacre City와 Usonian House 가 제안되었다. Usonia라는 단어는 1925년 라이트의 기록물에 최초로 나온다. 미국을 위한 자신의 건축적 제안을 구체화하기 위해 사용한 말로서, 유소니언 주택에서 저택이라는 개념은 사라졌지만 대지에 순응하는 수평적인 요소는 계속 강조하여 미국 시민의 자유를 공간 속에서 표현하려는 의도는 계속 유지한다.

21)C. Porteous, op. cit., p.9 참조할 것

22)Ibid, p.21.

23)Sim Van Der Ryn and S. Cowan, Ecological Design, Island Press, Washington D. C., 1996, pp.69-72, p.75.

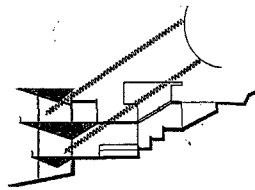


<그림 19> Edward S. Morse's Solar air Collector, Salem, Massachusetts, 1982

윗부분을 통해, 내부로 들어가고, 아랫부분은 차가운 공기가 실외로 빠져 나와 실내기의 온도를 조절하고 계절에 따라 자연 에너지를 활용하여 내부 환경을 설비에 의하여 조절 가능하게 되었다. <그림 19>

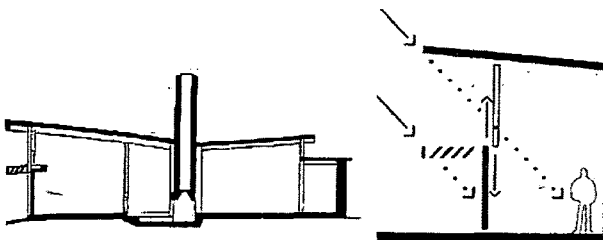
(2) 차단막과 passive system에 의한 자연 채광

해리스(Harwell Harris)의 단면 계획은 일 년이나, 하루의 시간 흐름에 따라 햇빛을 받으며, 유리창과 고측창을 통해 햇빛을 유입하고 발산하는 작용을 지붕의 역할에 기대했다. 그 예로 1940-41년의 해븐스 하우스(Havens House)는 평평한 상부와 기울어진 하부로 되어 있는 경사진 천장은 아침과 저녁에 낮은 태양고도에 의해 햇빛을 받게 되고 고도가 높을 때는 적은 양의 태양빛을 받아들인다. 구축적 방법에 의해 내부로 유입되는 자연 채광량을 조절하는 것이다. <그림 20>



<그림 20> Harwell Harris, Havens House, Berkeley, California, 1940-1

1948-9년 칸(Louis Kahn)의 Weiss House는 주변 기후를 조절할 수 있는 차양과 일체적인 창문(window-kit)을 사용하여 주변 외부환경에 따라 내부 환경을 조절할 수 있도록 계획되었다. 또한 지붕의 경사물매가 집 중앙으로 모아지는 butterfly roof로 하여 추운 겨울에 대응하는 내부 배수구를 설치하였다. 게다가 그 지역의 목재와 석재를 사용하였으며, 유리사용을 최대화하여 자연 채광을 제공한다.²⁴⁾ <그림 21>



<그림 21> Louis I. Kahn, Weiss House, Norristown, Pennsylvania, 1948-9

자연채광과 환기는 1926년 르 꼬르뷔지에의 새로운 건축의 5원칙 중 유리와의 관계가 있는 자유로운 평면과 자유로운 입면

은 기동 구조에 의해 가능했으며, 이로 인하여 최대한의 환기와 빛을 받아들일 수 있게 했다.²⁵⁾

5. 결론

근대 건축 이전부터 '생태적'이라는 명분하에 찾을 수 있는 그 흔적들은 이름과 명칭을 달리하지만 유사하거나 같은 범주 안으로 묶여지는 것을 알 수 있었다. 이는 현대건축에서의 대부분의 양상들에서 나타나는 건축가들의 생태적인 사고들이 근대건축에서도 부분적으로 혹은 전반적으로 나타나고 있음을 알 수 있었다.

단절 혹은 계승적 흐름을 반복하며 오늘에 이르고 있는 생태적 특성들은 '지역적', '유기적', '연계성', '기술성', '경제성', '환경조절'과 같은 용어들로 수렴된다.

이러한 근대건축에서의 생태적 흔적들이 지향하는 바는 자연 친화, 환경의 건강성, 유기적 공간 구성, 에너지 효율을 위한 구조적 노력들로 미약하나마 근대건축의 근저와 일면에서 찾을 수 있었으며, 구체적으로 주변 환경과의 친화와 연계, 유기적 전이 공간, 유기적 형태, 멀티 레이어 구조, 태양 에너지의 이용 등은 맥락적 지역성, 에너지적 경제성, 기술성 그리고 실내 환경 조절이라는 특성들로 정리할 수 있으며, 결국 '생태성'이라는 대표성으로 귀결되었다. 근대에는 자연으로 간주될 만큼 그 환경적 대상이 명확했었고 근대의 기계론적 세계관 하에서의 건축은 환경으로서의 자연과 대별적 관계임에 분명하다.

근대건축에서의 생태적 흔적들을 찾아 현대건축과의 연계성을 분명히 하고자 본 연구를 진행하였다. 건축 작품에 나타나는 작가의 생태적 이념은 '지역적', '유기적', '기술성', '경제성', '환경조절' 등으로 압축될 수 있다고 보며, 생태적 패러다임의 근대건축에서 나타나는 공간구성과 구조적 특성들을 고찰에서 그러한 근거들을 충분히 발견할 수 있다.

본 연구에 나타나는 바와 같이 근대건축에 나타난 생태적 특성들은 현대의 생태건축과 같은 맥락으로 보며 현대건축에서 나타나는 생태적 특성들의 전초라고도 판단된다.

참고문헌

1. 권영길, 공간디자인 16강, 1판, 도서출판국제, 서울, 2001.
2. 김자경, 자연과 함께하는 건축, 시공문화사, 서울, 2004.
3. 임상훈 · 이시용 · 김정태 공저, 생태건축론, 도서출판 고원, 서울, 2003.
4. Winand W. Klassen, 심우갑 외 역, 서양건축사, 대우출판사, 1994.
5. Daniels, K., The Technology of Ecological Building, Birkhauser, 1997.
6. Farmer, John, Green Shift: changing attitudes in architecture to the natural world, Architectural press, 1999.
7. Giedion, S., Space, Time and Architecture, Cambridge/Mass, 1967.
8. Lamprecht, Barbara, Richard Neutra, Tachen, 2004.
9. Lampugnani, Vittorio Magnago, 이호정 역, 현대건축의 조류, 태림문

24)C. Porteous, op. cit., p.95.

25)Ibid., p.52.

- 회사, 1990.
10. McHarg, I. L., Design with Nature (Ecological Planning and Design), 1st ed., Wiley, New York, 1995.
 11. Pevsner, Nikolaus, Source of Modern Architecture and Design, Frederick A. Praeger Inc. Publishers : New York, 1968.
 12. Porteous, C., The New Eco-Architecture ; Alternatives from the Modern Movement, Spon Press, London and New York, 2002.
 13. Senosiain, Javier, Bio-Architecture, Elsevier Ltd., 2003.
 14. Van Der Ryn, S. and Cowan S., Ecological Design, Island Press, Washington D. C., 1996.
 15. 박정대, 곡면형상의 구축을 위한 디지털 기술과 건축 디자인 프로세스, 서울대 박론, 2005.
 16. 박두용 · 이근택, 근대건축의 유기론적 특성에 관한 연구, 환경연구, V. 11 N. 2, 1992.
 17. 황보봉, 휴고 헤링의 유기적 건축과 이론창조의 문제(1925-1934), 대한건축학회논문집, 18권 10호, 2002. 10.

<접수 : 2005. 8. 31>