기후에 순응하는 환경-친화적 건축 기법 특성에 관한 연구

A Study on the Characteristics of Friendly Building Techniques of Environment to Adapt to Climate

Author 김정곤 Kim, Jung-Gon / 정회원, 건국대학교 건축공학과 교수
고귀한 Koh, Gwi-han / 정회원, 한국건설생활환경시험연구원 위촉연구원

Abstract This study intends to clarify the key elements of designing low energy residential building construction by planning out residential construction in nature oriented designing method utilizing nearby environment and nature oriented energy from designing stage instead of construction of low energy residential building. Development of building technology is proportional to the development of technology that lasts already. However, what is no less important than the advancement of technology, it is the study of fundamental phenomena energy use in response to climate, reduction, such as recycling. It is possible in such a purpose, it is assumed that there is a need to study elements implementation plan in accordance with the climatic characteristics of the study. Method for controlling the condition solar radiation, sunshine, depending on the characteristics of the weather, by utilizing the convection phenomenon of nature, to maintain the air comfort in the interior space is the essence of eco-friendly construction and passive Property This is an important architectural elements to be aim. For through the analysis of this case, corresponding to the phenomenon of the features of the macro climate and micro climate due to climate change, a combination building blocks of classification placement of each, shape, structure, elevation, space, of the material appeared in various it was possible to know the construction characteristics were. As shown in each case, construction method to address climate change has been found to apply to a comprehensive analysis climatic characteristics of each region, in response to this, the construction of element each corresponding.

Keywords 패시브 건축, 생태건축, 기후건축, 건축기법
Passive Architecture, Ecological Architecture, Climate Architecture, Construction Method

1. 서론

1.1. 연구의 배경과 목적

다양한 환경-친화적 건축물의 방법론이 대두되면서 단열 및 설비적 측면에서의 고효율 에너지 사용과 신-재생에너지 및 자연형 에너지의 활용을 통한 에너지 절약을 하고자 산학간 연계를 통해 활발한 연구가 진행되고 있으나 이러한 방법은 결국 또 다른 에너지 사용량을 유발함으로써 원천적인 문제의 해결에 대해선 한계점을 드러내고 있는 상황이다. 따라서 본 연구는 특정 방법론에 따른 친환경 건축물에 대한 분석이 아닌 에너지를 저감시킬 수 있는 최적의 조건이자 최우선으로 고려되는 기후-환경에 따라 구축된 건축물에 대한 귀납적 연구를 통해 건축 기법을 분석하고 탐구하여 사례를 통한 특성 요소를 모색 및 체계화 하고 발전적으로 활용할 수 있는 지표를 마련하는 것이 목적이라 할 수 있다.

1.2. 연구 방법 및 범위

현재 친환경 건축에 대한 연구의 흐름은 에너지 저감의 실현을 위한 건축 설비 및 통합 설계 프로세스에 대한 내용이 주를 이루고 있으나 본 연구가 주장하고자 하는 내용은 자연환경의 조건을 활용하여 기후에 순응하는 패시브적 건축을 구축하는 요소에 대한 특성을 분석하고 그에 따른 상관성을 알아보기 위함이다. 본 연구는 시대적 요구에 따른 자연 에너지를 활용하여 에너지 소비를 절감하고 기후에 순응하는 건축물 구축 요소에 대한 분석을 통해 다음과 같은 구체적인 연구 방법을 진행하고자 한다. 첫째, 기후에 대한 개념, 원리, 특성에 대한 이론을 건축 계획의 프레임워크를 기준으로 정립하고, 둘째, 기후에 순응하는 건축물의 구축요소에 대한 개념을 도출하여 체계화한다. 셋째, 체계화된 개념을 바탕으로 기후에 순응하는 건축물의 구축 요소를 항목별로 분류 및 구성하고 귀납적 연구를 통한 분석을 기반으로 하여 기후에 순응하는 패

시브적 구축 기법 특성에 대해 분석하고자 한다.

2. 기후 환경의 이론적 고찰

2.1. 기후의 정의와 요소

기후(氣候, Climate)란 특정지역에 있어서 일정기간에 걸친 기상(氣象, Weather)의 평균 상태를 의미하며, 기상(氣象, Weather)은 시시각각 변화하는 대기의 상태를 말한다. 기후는 건물이 위치하는 지역의 전반적 기후(Macro-Climate)와 대지 및 주변의 기후(미기후, Micro-Climate)로 나눌 수 있으며, 특히 이들 중 건축에 영향을 미치는 기후요소에는 기온, 습도, 바람 등이 있다.¹⁾ 기후현상은 태양복사 에너지의 유입에 의한 지표면에서의 온도, 강수, 습도 등 기후 조건의 장기간에 걸친 통계치를 의미한다. 태양복사량과 대기 및 지표조건에 따라 다르게 나타나며 기후는 인간의 생활양식에서부터 지역의 문화와 형식의 차이를 결정하고 서로 다른 환경과 공간을 창조하게 되는 결정적 역할을 해왔다.

<그림 1> The Hakka Tulou in Yongding, China

<그림 2> TAOS PUEBLO, NEW MEXICO, USA

버네쿨러 건축의 디자인을 살펴보면 이러한 점이 또렷이 나타나는데, 바로 기후조건인 온도, 습도, 강수량, 바람의 조건에 따라 각각의 특성을 드러낸다. <그림 1, 2> 지역성과 기후성, 전통성을 포함하는 디자인의 원형인 버네쿨러 주거는 기후환경을 통해 내부 공간을 지역적 특성에 따라 주거환경에 순응하기 위한 형태와 구조로 도출이 되었으며 이러한 기후 패턴은 세 가지의 지리적 요소가 작용한 결과로 인해 상이한 현상으로 나타난다.

2.2. 기후와 환경의 상관관계

기후는 위도, 바다로부터의 거리, 식물, 산의 존재 또는 다른 지리적 요소에 의존하기 때문에 장소에 따라 다양하게 변하며 시간에 따라서도 변하게 된다. 즉, 계절과 계절, 일년주기, 10년 주기 그리고 빙하 시기 같은 시간 규모에 따라 다르게 나타난다. 수십년 또는 그 이상 지속되는 기후 또는 변동성이 평균적 상태에 대해 통계적으로 중요한 변동을 기후변화라 말하고²⁾ 이것은 환경과 깊은 관계성을 가지고 있다. 기후변화는 외적으로 야기된 변화뿐만 아니라 기후시스템 요소의 변화와 환경 요

소간의 상호 작용에 의해서 발생한다. 외적 요소에 의한 기후변화의 대표적인 예로는 화산분화에 의한 성층권의 에어로졸 증가, 태양 활동의 변화, 태양과 지구의 천문학적인 상대위치 변화 등이 있다. 외적 요인 없이도 기후시스템은 자연적으로 변할 수 있다. 이는 기후시스템의 5가지 주요 구성요소, 대기권, 수권, 빙권, 지권, 생물권 각 요소들이 각기 상호 작용하여 끊임없이 변화하기 때문이다.

3. 기후에 대응하는 구축 기법

3.1. 기후에 따른 구축 기법 특성

건물의 근본적 역할은 외부환경 변화로부터 인간을 보호하기 위한 환경 조절체의 기능이다. 환경조절의 기본개념은 기후변동에 대처하기 위해 기후를 활용하거나 기후에서 오는 환경부하를 조절하여 기본적인 에너지 절약기법을 통한 조절이 필요하다. 태양, 바람등의 기후로 생성되는 자연에너지를 적극적으로 활용하여 순응하는 자연형 기법으로 기후에 대한 조절을 최대화하고 나머지 영역을 액티브적인 설비를 통해 조절 하고 있다. 이러한 과정에서 소비되는 에너지를 최소화하기 위한 자연형 에너지 활용의 극대화를 도입할 수 있는 구축 기법이 필요하다.

<그림 3>
기후와 건물사이의 관계성

<그림 4>
환기와 일사의 조절구조

(1) 기후에 따른 배치(컨텍스트)

대지가 가지고 있는 형태와 경사 그리고 위치는 기후에 큰 영향을 미치고 일사량과 더불어 바람의 유형을 결정할 수 있다. 배치 계획은 지형의 상황에 따라 비례하는 결과를 도출시킬 수 있다.

또한 대지의 고저차에 따라 일사량을 조절하고 바람영향의 정도, 그리고 대기중의 습도를 조절할 수 있다. 북반구에 위치 한 경우 남사면이 북사면에 비해 많은 태양 일사량을 받아 공기의 온도가 높아지게 되면 그 주위와의 공기의 흐름이 많아지게 된다. 또한 남사면은 보통 북측에서 불어오는 겨울의 찬 공기를 차단 할 수 있는 효과가 있다. 서측의 경사면은 오후의 강한 일사가 고온의 공기를 형성하여 동측의 경사면보다 열적 환경이 우수하다 할 수 있다. 저 지역의 경우 무거워진 저온의 공기가 쌓이는 경향을 띄고 있고 만약 대기 중의 습도가 높아지면 안개 지역을 형성 하게 되고 이는 태양 일사를 방해하여 이 지역을 오전 중 저온이 지속되게 한다.³⁾

1) 안젤라 로이스틴, 미래를 여는 건축, 이승복 역, 다섯수레, 2011
2) 기상청 기후변화정보센터에서 취득 <http://gihoo.changwon.go.kr>

3) 박대훈, 공동주택의 미기후 조절 계획요소에 관한 연구, 건국대 석

<표 1> 기후 요소

요소	내용
배치	-연간 각 방위별 수직면 일사량(각 기간 동안의 일사량 정도) -과열기간 일사량 값이 최소, 저열기간 일사량 최대의 방위 -대지의 형상, 기후, 식생, 주변 건물에 따른 미기후
↓	한랭성 : 태양빛 방사의 온난효과 극대화, 겨울바람의 효과 감소 온난성 : 겨울 태양의 온난효과 극대, 여름에 음영 극대화 기후
고온건조 : 음영을 극대화하고 바람을 극소화 고온다습 : 음영과 바람을 극대화	

기후에 따른 배치 요소는 생산, 활용가능한 신재생 에너지의 순환 공급을 가능하게 한다. 대지 주변의 강, 호수, 연못 및 인공적 수공간이 가지는 열용량으로 기후변화의 진폭을 완화하고 대지 방향과 경사도는 대지에 입사하는 일사량과 바람의 방향을 결정한다. 겨울철에는 태양광선을 충분히 받기 위해 남쪽으로 배치하고 고층보다는 저층 건물을 짓는 것이 고층건물로 인한 하강기류와 돌풍을 감소시켜 난방에너지를 줄일 수 있다.⁴⁾

<그림 5> 지형에 따른 에너지 저감⁵⁾

(2) 기후에 따른 형태(구성)

건축물이 나타내는 형태의 사유는 포괄적인 내용을 내포하고 있다. 따라서 분석의 프레임에 따라 다각적인 결과로 해석할 수 있는 건축물의 형태 특성은 자연과 에너지의 이용에 있어서 구체적인 건물형태로 도출하기 위한 종합적인 디자인 방법이라 할 수 있다.

<표 2> 기후 요소

요소	내용
형태	-효율성을 위한 체적과 외피면적의 비율 조절(SVR)-장·단변비 -침기, 구조체 표면으로의 풍속 저하 -당해 지역 기후에 따른 지붕계획
↓	한랭성 : 동서방향으로 폭을 확장, 정방형의 형태 구축 온난성 : 동서로 긴 형태 유리, 계절 변화에 대응할 수 있는 형태 기후
고온건조 : 길게 확장된 평면이 유리 고온다습 : 세장한 형태로 확장(동, 서쪽 단부에 태양 자극 제한)	

형태를 결정하기 위한 태양의 고도와 입사각 등 자연요소를 고려한 형태는 최근 계획되는 다양한 프로젝트에서 다양한 모습으로 나타난다. 형태는 곧 기후 조건을 활용할 수 있는 기능을 담고 있으며 그 개념과 사상을 시각적, 구조적으로 알아볼 수 있다.

<그림 6> Tjibaou Cultural Center, 1998

<그림 7> 기후에 따른 형태의 기능

기후조건을 고려한 건축물의 형태에서는 용도와 기능에 의해 환기 및 채광을 조절하고 기후특성에 따라 에너지 저감의 목적을 달성하기 위해 태양에 의한 빛의 조절과 열의 차단, 축열 및 환기, 통풍 등을 패시브적으로 조절하

사논문, 2001.11, p.7

4) Michael Houg, 도시경관 생태론, 최승희 외 공역, 기문당, 1991, p.61

5) Ministerium fuer verkehr, Energie und landesplanung des landes Nordrhein-Westfalen, Planungsleitfaden, 2002, p.16

기 위한 형태를 구성하기 위해 정형화된 모듈로 구성된다.

(3) 기후에 따른 입면(외피)

기후 특성에 따라 적용된 형태는 냉난방을 위해 사용되는 에너지를 저감하며 쾌적한 실내기후를 조성할 수 있다. 대지와 주변 환경에 순응하여 자연 및 지형을 보존하는 형태를 통해 지형, 태양, 바람 등 자연요소의 적용 및 효율을 고려한 에너지 부하가 적은 건축물로 나타난다.

<표 3> 기후 요소

요소	내용
입면	-차양장치 고려(선 스크린, 롤 블라인드, 여념, 고정차양장치 등) -이중외피 고려(일사차단조절, 열적완충작용, 열손실저감 등) -색채고려(흡수되는 빛의 색정도에 따른 방사를 조절)
↓	한랭성 : 태양빛 유입 유도, 시스템 입면을 통한 공기조절 최소화 온난성 : 수직, 수평차양 및 시스템 차양 도입 기후
고온건조 : 입면의 보이드와 솔리드 면적에 대한 비율 제한 고온다습 : 통풍을 통한 내부공간 쾌적도를 위한 입면 개구 계획	

에너지소비가 가장 큰 비중을 차지하는 것이 외피를 통한 열손실이다. 대체로 건물의 냉, 난방부하의 40%이상을 차지한다. 건물외피 디자인에 영향을 주는 주요 환경적 요인은 기후, 열전도율, 습도 조절, 태양열 복사 이용, 주광의 이용, 풍압력, 공기의 침투 정도, 소음 조절등을 들 수 있으며, 이에 따라 건물외피의 재료, 개구부, 벽, 차양길이, 공조방식, 냉열원 방식 등이 결정된다고 볼 수 있다.⁶⁾ 이는 에너지 성능향상의 기본적 요구를 충족함과 동시에 외부형태 구성 요소로 작용하게 된다. 즉, 에너지 절감을 통한 기후친화 건축의 기능요건 충족 및 외부 형태의 디자인 구성에 영향을 주게 된다.

<그림 8> Water cube, Doubleskin facade, Beijing

베이징의 워터큐브 입면에 3겹으로 구성된 ETFE필름은 외피 사이의 공기층을 확보하여 실내 환경이 외부의 기후로 인한 변화에 민감하게 반응하지 않고 항상성을 유지한다. 외피가 패시브 건축에서 중요한 계획요소로 작용하는 이유는 외부환경 기후의 영향을 조절함으로써 건물내부에 쾌적한 환경 조건을 제공하는 기능을 수행할 뿐만 아니라 외부공간과 접하는 경계로서 인접되는 외부 환경에 영향을 미칠 수 있기 때문이라고 할 수 있다.

(4) 기후에 따른 내-외부 공간(구조)

건축과 외부환경 사이에는 일정한 상호관계가 형성된다. 기후의 조건을 분석하며 구축되는 환경 친화적인 건축에서는 이 상호관계성을 통해 건축적 특징이 내외부의 공간구조로 드러난다고 할 수 있다.

이 상호관계는 외부환경과 내부 환경의 조건사이에서 결정되고 내외부의 연관성을 구축한다. 공간 요소의 내외연관성은 열적성능의 축열성, 단열성, 냉각성, 차열성의 특성을 나타내고 채광성능의 확산과 차단 그리고 환기 성능의 통풍과 기밀성으로 나타난다. 기후에 친화적인 건축 공간의 구축은 다양한 요소들로 구성된 하나의 시스템적인 집합체로 구성되어 내부와 외부의 연관성을 가지고 자연적 순환체계에 최대한 적합해야 한다.

6) 이경희, 건축환경계획, 문운당, 2007

<표 4> 기후 요소

요소	내용
공간	-열관리의 효율적 조절을 위한 계획(맞통풍 및 환기계획) -난방과 비난방 고려(주공간, 완충공간, 복합 공간, 아트리움등) -단면구성(베르누이효과, 벤츨리 효과 적용, 맞통풍 등)
↓	
기후	한랭성 : 정방형 구조로 열 손실 최소화 온난성 : 공간 구조의 다양성, 개구부의 극대화, 개방된 평면구조 고온건조 : 개별 공간 기하학적 최소단위는 전체적 배치에 반영 고온다습 : 독립 형태, 최소한의 벽, 좁고 긴 형태, 개방공간구조

기후 특성의 분석정도에 따라 구축되는 각 요소나 부분들은 내-외부의 환경을 조절하는 기능을 가지게 된다. 이러한 공간요소로는 아트리움, 온실, 광장 및 발코니 축열체와 같은 영역으로 나타나고 이러한 단위공간요소는 열적 환경에서의 완충성의 기능을 가지거나 환기와 같은 공기순환성, 채광 문제의 해결로 에너지의 절약, 정감의 효과를 가져다 준다.

<그림 9> ACROS FUKUOKA, Emilio Ambasz, Japan, 2005

(5) 기후에 따른 재료(디테일)

일반론적으로 건축의 행위는 전체 재료 소비의 약 50%, 에너지 소비의 40%를 점유하고 있다.⁷⁾ 2010년 완공된 E+그린홈 외벽에는 4계절에 적응가능한 이끼를 탄화코르크 식생기판에 배양하여 외벽을 구성하였다. 단열을 위한 온도조절의 기능과 공기의 쾌적성을 증대시켜주며 미적으로도 부족하지 않은 장점을 가지고 있다.

<표 5> 기후 요소

요소	내용
재료	-기후환경 영향정도에 따른 기획과 설계단계에서 분석 및 평가 -원료채취에서부터 가공을 통한 시공에 이르는 프로세스 최소화 -해당 지역의 토속재료를 사용(에너지의 수집과 저장에 유리)
↓	
기후	한랭성 : 나무, 가죽, 얼음(해당 지역 재료 활용) 온난성 : 벽돌, 종이, 돌, 진흙, 나무 고온건조 : 진흙, 벽돌, 돌, 모래 및 점토, 짚, 펠트, 가죽등 활용 고온다습 : 기공이 많고 열을 흡수하지 않는 재질 사용

건축물을 구축할 때 들어가는 재료의 구성방법과 디테일의 요구는 이러한 문제점에 대응하는 건축가의 아이디어로 대지의 특성과 기후의 조건에 따라 다양하게 나타난다.

<그림 10> E+ Green Home, Unsangdong Architects, South Korea, 2010, 탄화코르크 식생기판에 부착된 이끼의 벽면 모듈화

<그림 11> German demonstration building features algae-powered facade, 2011, 태양열을 이용해 이끼를 생산하여 에너지로 활용

또한 환경문제에 따른 신재생에너지의 활용을 위해 외벽을 이끼에 의해 공급되는 시스템을 이용한 녹색 파사

7) 장극관, 환경친화적인 목조주택, 대한건축학회지 Vol.47 No.5, 2003, pp.33-36

드를 아파트시설 외벽에 구축하여 단열재의 기능과 함께 에너지를 생산하여 활용하는 시스템을 구축하였다.

3.2. 기후에 따른 환경요소와 구축방법간 상관성

건물에서 사용하는 에너지를 재생가능한 신재생에너지로 대체하고 난방 및 조명등으로 사용하는 에너지량을 최소화하지 않는 이상 현대 기후 변화에 대한 대응이 불가하다. 또한 기후의 조건은 단열, 열손실, 일사조절의 원인과 요소로 작용하게 되어 현대건축에서는 이를 활용하고 대응하기 위해 배치, 형태, 입면, 공간, 재료등의 사용을 통한 자연환경 조절적인 측면과 에너지의 경제적 사용 측면이 원활하도록 하고 있다. 최초 기후특성의 파악으로부터 대지환경과의 조합적 분석은 배치, 형태, 입면 공간, 재료에 대한 선택적 사항에 비례하는 조건을 나타내 보인다.

<표 6> 환경요소에 따른 구축방법간 관계

기후	대지환경	구축요소	2차 구축 항목
일조	위도	배치	방위 및 거리 분석 배치 바람길 형성에 따른 배치 열적, 기류적 효과 적용 배치 자연풍 활용 배치 외부 완충공간 활용 배치
일사	수공간		입사각도에 따른 형태 공기흐름(유체조절) 형태 채광조절 형태 열손실 최소화 형태
온도+습도	대륙성 기후	형태	태양열 유입 조절 입면 계절풍을 고려한 입면 풍, 일사조절 입면 시스템 이중, 삼중 외피 색채 고려(열환경) 외피
강수+강우	고도의 정도		열적 균형 유지 계획 열적 완충 공간계획 실내외 공기조절 공간 계획 내-외부 공유(순응) 공간
풍속	비오름 조건	입면	저열용량 재료 열손실 취득 조절가능 재료 저반사율 재료 자연환경의 재료화 재료의 재활용
풍향	지형		
바람	주변 환경 조건 (Context)	공간	
		재료	

우선 태양의 일사량 확보를 위한 향의 설정과 배치에 따른 방위분석을 고려하여(방위 및 거리 분석, 바람길 형성 고려, 열적-기류적 효과 적용, 자연풍 활용, 외부 완충공간 활용)적용한다. 건물의 형태 구성은(태양의 입사각도, 내부 공기 흐름 유도의 구조, 채광 조절의 구성 및 열손실을 최소화 하는 형태)에 대한 분석이 필요하다. 배치와 형태가 결정되면 입면의 경우 다음과 같은 미기후 조절을 위한 최적의 구성을 필요로 한다.(태양열 유입, 계절풍 고려, 풍-일사조절, 시스템 창 구성, 색채 고려) 기후에 따른 공간 계획은 열적 균형을 유지, 완충공간 마련을 통한 제어기능, 실내외의 공기조절을 가능하게 하는 내부 공간의 개구부 계획 및 내부와 외부의 공유(순응)을 통해 미기후를 조절해야 한다. 마지막으로 재료의 선택은 기후고려에 따른 저열용량 및 열손실 취득 조절 가능한 재료와 저반사율 재료를 사용하며 자연에서 발생하여 2차 가공없이 자연의 재료화를 시도하고 지속

적인 재활용이 가능한 재료를 사용하도록 해야 한다.

4. 사례 분석

본 연구에서는 기후에 따른 지역건축 특성을 분석하기 위해 해당지역의 토속건축양식의 구축기법에서부터 현대 건축의 구축방법에 이르기까지의 과정을 살펴보고자 한다. 지역 기후라는 특성의 경우 3.3장에서 분류한 한랭성, 온난성, 고온건조, 고온다습 총 4가지로 분류하여 각각의 기후 특성이 나타나는 지역의 대표적인 토속건축을 선별하여 분석하고 동일 지역에서 구축되는 현대건축물에 대한 분석을 기반으로 하여 구축 기법에 대한 방법론을 살펴보고자 한다.

4.1. 분석 대상 선정과 분석 방법

분석 대상은 앞장에서 분류한 대표적인 기후 지역에서 발생한 현대건축을 각각 배치, 형태, 입면, 공간, 재료의 항목으로 나누어 그 특성을 살펴보고 기후에 따라 나타난 구축적 방법론을 알아보려고 한다.

4.2. 사례 분석

(1) 고온다습 기후지역 분석

고온다습 기후에서의 열환경 조절의 가장 중요한 문제는 과열에 대한 조절이지만 습도역시 높은 수치로 나타나기 때문에 증발에 의한 냉각작용이 이루어지지 못한다. 평균기온이 20℃ 이상이며 상대습도가 80%이상으로 연간 월평균 기온의 변화가 적다.

1) East Gate Center

East Gate Center, Mick Pearce, Zimbabwe, 1996
흰개미집의 원리를 이용한 짐바브웨의 대표적인 그린빌딩 및 생태건축 기술을 적용한 복합건물이다. 짐바브웨 전통의 석조기술과 패시브 냉방기술이 적용되었다. 자가 환기 시스템을 구축하여 기존 건물의 에너지 사용량의 10%만 사용하는 자연 냉방 시스템을 적용한 건물이다.
분석	
배치 (컨텍스트)	직사광선이 북쪽 정면의 외부 벽에 유입되지 않게 하여 여름 태양의 방향을 고려하여 창문이 위치한 벽은 반대 방위쪽으로 구성하여 전체적 배치를 구성하였다. 에너지 소비의 최소화를 위해 인공광과 자연광의 밸런스를 향해 따라 구축
형태 (구조)	두 개의 매스가 간격을 두고 하나의 외피로 감싸고 있는 형태로 흰개미집 구조에 따른 통풍구조를 위해 알리즈카의 구조를 도입하였다. 낮 동안에는 건물의 벽에서 열을 흡수하고 야간에 팬을 사용하여 내부로 보내는 구조로 내부 온도는 한 낮에도 31도로 유지되고 외부 온도는 저녁에는 3도, 한낮에는 42도를 넘나든다.
입면 (외피)	창문과 외벽에 들어오는 직사광선을 차단하기 위해 깊은 돌출부를 건물형태에 이용하였다. 이러한 깊은 처마를 이용하여 햇빛을 조절하는 방법은 아프리카의 전통적인 해결방법이다.
공간 (계획)	원활한 상승기류를 통해 공기순환의 기능을 유도하기 위해 10층 높이의 건물 중앙을 비워 아트리움 공간으로 구성하였다. 이 공간은 자연 냉방시스템이 이루어지는 시스템을 소화한다.
재료 (구성)	짐바브웨의 석조기술을 적용하여 축열벽을 구성하였으며, 유리 블록의 사용을 최소화하여 난방비용의 파무하에 대비하여 계획하였다.

2) E+ Green Home

E+ Green Home, Unsangdong Architects, South Korea, 2010
최적화된 친환경 기술과 지능형 에너지 절약 시스템의 특성을 융합하여 새로운 에너지 플러스의 지속가능한 주택의 기준을 제시하였다. 주택에서의 에너지 절감 기술들을 최적화하여 에너지 소비를 최소화 하고 소비되는 에너지는 신재생 에너지로 대체하는 기술을 적용하였다.
분석	
배치 (컨텍스트)	산의 형태를 닮은 매스를 기본개념으로 태양에너지를 최대한 활용하기 위한 경사각을 주었으며 4계절이 구분되는 기후에 따른 패시브 효율을 높이기 위한 정남향 배치
형태 (구조)	자연환기를 위한 구조적 통풍구를 확보하고 에너지 저장을 위한 지중열 확보와 일사량 획득을 위한 단면계획을 위한 구조로 구성되었다.
입면 (외피)	일사량의 입각 활용을 위한 계획과 일조량을 고려한 계획을 통해 대지의 특성을 고려하여 외피형태를 구성하였다.
공간 (계획)	환경 유입을 통한 순응하는 공생관계 구축 및 자연채광 유입을 통한 에너지 절약 유도과 우수한 내부 유입을 통한 에너지 활용 및 자연에너지를 적극활용할 수 있는 가변적 공간구성
재료 (구성)	탄화코르크 식생기판에 이끼를 부착한 유닛을 활용하여 벽면 모듈화하였으며 BIPV시스템, 벽면녹화등을 활용하여 효율을 높였다.

(2) 고온건조 기후지역 분석

고온건조기후는 온도가 높고 일사량이 과다한 특성을 가지고 있다. 가장 중요한 문제는 과열로서 신체로부터의 충분한 열의 발산이 이루어지지 않는다는 점이지만 공기가 건조하여 증발, 냉각 기능에는 특이사항이 없다. 월평균 기온은 25℃이상이며 상대습도는 낮다.

1) CH2

CH2, Mick Pearce, Melbourne, 2005
멜버른 2층사의 에너지 효율은 난방, 냉방, 물의 재사용을 목적으로 구축되어 있다. 에어컨의 이용 없이 동일 규모의 에너지 사용량의 10%정도만을 활용하여 유지되고 있으며 건물의 특징적인 요소로는 목구조루버가 있다.
분석	
배치 (컨텍스트)	태양의 빛을 활용하기 위해 공기순환(평면 통풍)이 잘되고 태양의 빛을 최대한 활용할 수 있도록 배치되었다.
형태 (구조)	하부를 통해 공기가 유입되고 상부의 공기배출 공간을 통하여 데워진 공기가 밖으로 방출되어 일정한 온도를 유지하며, 공간사이의 미세한 연결통로를 통해 공기순환 구조를 구축하였다.
입면 (외피)	한쪽 외벽에는 해의 방향에 따라 움직이는 폐목재의 루버가 다른 외벽에는 식물을 활용한 자연차광 시스템을 활용해 냉난방 유지 역할을 한다.
공간 (계획)	공간의 천정을 곡선 모양의 페널로 구성하여 차가운 물을 유입하여 열을 흡수하여 공기를 쾌적하게 한다. 차가운 물은 창문을 통해 들어오는 공기를 차단하고 내부 공간의 공기가 냉각된다.
재료 (구성)	외부 루버의 경우 폐목재를 활용하여 구축하였으며 채광시스템을 위해 식물을 배치하여 계획하였다.

2) Eden project

Eden project, Nicholas Grimshaw, England, 2001
투명성과 경량성, 최소 표면적으로 최대 볼륨을 유지하는 생물학적 돔 형태이며, 환경 변화에 대응하는 유기체의 개방적 특성을 적용하였다. 물을 끌어 들어 순환시키는 패시브 시스템을 계획하여 '지속 가능한 개발'이 실현하였다.	
분석		
배치 (컨텍스트)		아열대 수목이 성장하기에 충분하도록 내부의 높이는 55m로 계획하였고, 지역 식생 특성상 최대한 많은 태양광을 받기 위하여 부지 중 가장 일조가 좋은 영역에 위치하고 있다.
형태 (구조)		일사조건을 고려한 포일구조이며 허니콤 스틸 프레임 구조로 팽창 가능하고 온도조절이 가능한 에몰레이트 구성되었으며 변화에 대응하는 미기후 요소를 활용한 돔형으로 구성
입면 (외피)		포일구조는 일조시 자외선을 투과하며 내부 생태계의 순환체계를 유지한다. 투명성과 경량성, 최소한의 표면적으로 환경에 대응하는 유기체의 개방적 특성을 적용한 입면 모듈로 구성하였다.
공간 (계획)		열대환경 및 지중환경을 유지하기 위한 단면 돔 구조로 인간과 자연의 공존적 생태계를 유지하기 위해 우수를 돔 윗부분으로 끌어올려 흘러내리게 하여 생태계의 순환과 반복을 실현하였다.
재료 (구성)		열가소성 수지로 만든 외부 클래딩 패널 재료는 열적 담요 역할을 한다. 모든 식물의 성장에 필요한 일사-일조조건 및 공기조절이 가능하게 하기 위한 핵사곤 형태의 ETFE구조로 되었다.

(3) 온난성 기후지역 분석

온난기후는 1년 중 연 한 계절은 열의 방사량이 과다하지만 나머지 계절에는 충분하지 못한 특성을 보여준다. 계절의 변화에 따라 과열기, 과냉기가 나타나지만 극대화된 수준은 아니며 연간 최저-최고 기온의 경우 각각 -30°C, 37°C를 기록하고 있으며 습도는 상대적으로 기온이 20°C일대 86%를 넘지 않는 것으로 나타난다.

1) California Academy of Sciences

California Academy of Sciences, Renzo Piano, USA, California 2007
<p>전체적인 친환경 요소들을 통해 처음 조건보다 30~35%정도 에너지를 절약하였고 증축시 발생하는 자재를 재활용하였다. 실내 자연 채광, 환기 계획, 그린 루프의 우수 재활용 시스템을 통해 자연에너지를 활용하였다.</p>	
분석		
<p>배치 (컨텍스트)</p>		<p>여름과 겨울의 기후차이에 대응하기 위해 일사와 일조의 유입을 위한 향 고려와 기존 녹지 축 구성에 대한 연장을 위해 배치하였다.</p>
<p>형태 (구조)</p>		<p>지중열을 활용하고 녹화된 식재 면적을 통해 에너지를 저감하기 위한 단면구조와 지붕면의 돔 지붕을 60도의 경사로 구성하여 다각도에서 시간에 따른 고른 일사유입을 유도하는 구조</p>
<p>입면 (외피)</p>		<p>기후조건에 따라 자동차폐가 가능한 타코넬 개구부 형식과 생분해성 모듈 "바이오 트레이"를 이용하여 매스의 외부를 뒤덮었다.</p>
<p>공간 (계획)</p>		<p>주변 기후환경의 내부유입을 유도함에 따라 공간과 환경의 공존이 시각적으로 지각적으로 공간에서 체험 가능한 하나의 생태공간으로 구성</p>
<p>재료 (구성)</p>		<p>야자껍질 섬유를 활용한 바이오 트레이 모듈화 1,700,000개의 식물을 식재하여 외피구성 토양의 활용을 통한 단열효과 증진</p>

2) Tjibaou Cultural Center

Tjibaou Cultural Center, Renzo piano, New caledonia, 1991-1998
원주민들의 오두막 구조를 활용하여 토속 이미지를 접목시키고 실험을 통한 해풍과 일조 조건을 만족시키는 형태를 만들었으며, 하이테크구조와 전통 이미지를 부합시킨 패시브적 건축을 완성하였다. 환경에 순응하고, 지역의 장소성을 존중하며 랜드마크적 성격을 나타낸다.	
분석		
배치 (컨텍스트)		당해 지역 원주민의 주거 형태를 본따 해풍에 대비를 하는 집약적 배치와 열섬현상 완화를 위한 배치와 계획을 하였다.
형태 (구조)		일사량을 고려한 설계 및 대지 열을 활용한 단면 계획과 함께 기후에 대비하는 형태로 구성하였다.
입면 (외피)		미기후 고려(해풍등)에 따른 계획 가변성을 고려한 외피 구성 단열성능을 고려한 외피 구조 계획
공간 (계획)		외부 생태환경 유입을 통한 공생과 가변성을 고려한 내부 공간의 확장성을 통해 외부 환경에 순응하는 공간으로 구성하였다.
재료 (구성)		천연재료의 모듈화를 통한 계획 기존 녹지 축 유지 지역재료 사용

(4) 한랭성 기후지역 분석

1년 중 거의 모든 계절을 통하여 주변환경으로부터 받아들일 수 있는 열량은 적은 반면 인체로부터 방산되는 열량은 과다한 특성을 가진다. 최한월의 월평균 기온이 -15°C이하로 연 최저기온은 -40°C이하이며, 동절기 상대습도가 높다.

1) Indian Research Base

Indian Research Base, Bof Architekten, Antarctica, 2013
<p>건축물을 이루는 주요 구성은 컨테이너 박스이다. 박스로 구성된 뒤 다시 압축 단열재로 감싸워 외벽마감을 하였으며 강바람에 견딜 수 있는 휘어지는 구조로 구축하여 최악의 기후조건에서 이동과 시공, 최소의 인력과 시간으로 기후에 대비된 결과를 보여주는 건축물이다.</p>	
분석		
<p>배치 (컨텍스트)</p>		<p>남극의 극한조건, 매우 낮은 온도와 강한 바람에 견딜 수 있는 조건에 충족하기 위한 목표테스트를 통해 결정하였다.</p>
<p>형태 (구조)</p>		<p>남극의 극한조건, 매우 낮은 온도와 강한 바람에 견디기 위한 내구성 높은 외관 형태로 가로로 긴 직사각 형태로 구성하였으며 내구도와 에너지 효과를 위해 삼중 외피로 구축하였다.</p>
<p>입면 (외피)</p>		<p>공간단위의 기본이 되는 컨테이너 박스로 구성되며 기본 구조프레임이 박스를 감싼 뒤 다시 금속패널로 구성된 삼중외피 시스템이다.</p>
<p>공간 (계획)</p>		<p>개인공간단위는 최소단위로 구성하여 각 건물의 기능을 명확히 구획하고 이중 중독도 식의 계획으로 열손실을 최소화 시키는 평면으로 계획</p>
<p>재료 (구성)</p>		<p>기후조건에 견디기 위해 금속패널로 구성하여 공기역학적으로 디자인 하였다. 외관은 풍하중의 영향을 줄일 수 있도록 대나무처럼 휘어지는 강성을 가진 재료로 구성하였다.</p>

2) The Drift House Proposal

The Drift House Proposal, Neeraj Bhatia, northern Canada, 2010

북부 기후에 대한 주택 프로토타입 개발에 대한 계획안으로 한랭지역에 주거 더미를 모델을 계획하여 인구과잉에 따른 미래 방향에 대한 제시안이다. 에너지 활용 및 현지 재료와 건설 및 문화적 가치를 구성하는 프로젝트이다.		
분석		
배치 (컨텍스트)		남극의 극한조건, 매우 낮은 온도와 강한 바람에 견딜 수 있는 조건에 충족하기 위해 목업테스트를 통해 배치 조건을 결정하였다.
형태 (구조)		한랭성 기후에서 나타나는 여름기온과 겨울기온에 대비해 유동하는 공간구조로 계획하여 공기의 순환과 열공급을 유도하는 구조로 계획
입면 (외피)		외부와의 열환경을 공유하거나 제어할 수 있는 ETFE 패널로 구성되어 4개의 중첩된 표면으로 계획되어 필요한 열 에너지를 공급한다.
공간 (계획)		여름 : 공간 공유, 개방성, 가변성, 확장성 겨울 : 공간 분리, 공기순환 유도(연돌효과)
재료 (구성)		하이테크 서멀 소재 재료와 눈을 이용한 에너지 공급 및 수 공급 방안을 구성하고 풍력에너지를 활용하여 필요한 열원을 확보한다.

(5) 소결

기후별 특성에 따른 지역별 토속건축의 분석과 해당지역에 대한 현대건축(기후 특성에 따라 계획된)을 사례를 통해 알아보았다. 각 기후별 건축 항목은 다음 표와 같다.

고온다습한 기후의 경우 비, 열, 습기, 일사에 대한 고려가 중요하며 대지와 주변 환경의 조건을 활용하여 차양과 미풍을 충분히 유도하도록 구성하여야 한다. 일사를 받는지붕의 경우 축열을 피하기 위해 경량구조를 이용하고 표면의 상하 환기를 통해 온도를 유지하여야 한다.

<표 7> 고온다습한 기후특성에 따른 건축요소에 대한 분석과 구축방법

	요소	토속건축	토속건축 요소 중 현대건축 공통 항목
	배치 (컨텍스트)	개방된 배치 유형 일사유입의 확보를 위한 배치	일사유입 확보에 따른 배치
고 온 다 습	형태 (구조)	좁고 긴 모양 기하학적 분산(독립 형태) 높은 경사지붕 처마 및 차양이용	좁고 긴 모양 처마 및 차양이용 동서로 길고 남북은 벽으로 구성 통풍을 위한 루버와 지붕구조
	입면 (외피)	개구부의 자유로운 구성 일사 조절을 위한 돌출부 구획	개구부의 자유로운 구성 일사 조절을 위한 돌출부 구획
	공간 (계획)	공기순환 공간구조 방열 및 기류 조절 완충 공간 구획	공기순환 공간구조 방열 및 기류 조절 완충 공간 구획
	재료 (구성)	열흡수 재료 비전도성 물질	열흡수 재료 비전도성 물질
	해당 기후에 대비한 구축방법		

고온다습 기후에 대비하여 건물 자체의 열용량이 낮은 경량구조를 사용하여 개구율을 높여 방열 및 기류조절에 의한 쾌적지표 달성이 건축물 구축의 목적이라 할 수 있다. 따라서 Cooling method이 활용되거나 증발냉각, 통풍환기, cooling mass, 차양등의 방법을 사용한다.

- 최대 그늘과 최소 열용량 구조, 열의 축적과 부수되는 재복사 방지 계획
- 습기제거를 위한 최대한의 환기와 재료선택 필요
- 방열 및 기류 조절을 통한 기류 및 공기 질의 쾌적성 증대

고온건조한 기후는 일사, 모래, 먼지, 바람, 건조에 대비하여 소량의 비를 이용하여 온도를 조절하여 하루중

큰 온도변화를 최소화하여야 한다. 두꺼운 벽이 주간에 열을 흡수하고 야간에 방출하는 재료와 구조로 구성되어야 하며 타임레이크 큰 중량벽으로 계획하여야 한다.

<표 8> 고온건조한 기후특성에 따른 건축요소에 대한 분석과 구축방법

	배치 (컨텍스트)	군집된 배치 유형 일사조절에 따른 항 배치	일사조절에 따른 항 배치
	형태 (구조)	통풍구 배치(공기순환 유도) 이중 벽체 이중 지붕	통풍구 배치(공기순환 유도) 이중벽체 타임레이크 큰 중량벽체
고 온 건 조	입면 (외피)	개구부의 제한적 구성	서쪽 차양 고려 서쪽 일사 차단
	공간 (계획)	표면적 최소화 중정공간 활용 공기순환 유도공간 개구부의 중정화	중정공간 활용 공기순환 유도 공간
	재료 (구성)	열용량이 낮은 재료	열용량이 낮은 재료
	재료 (구성)	열흡수 재료 비전도성 물질	열흡수 재료 비전도성 물질
	해당 기후에 대비한 구축방법		

고온건조 기후에 대비하여 열용량이 매우 큰 외피구조로 구축하며 개구부의 크기는 상대적으로 작게 구성된다. 대체적으로 주거공간의 경우 개구부가 중정을 향하는 형태로 기류속도의 약화와 증발속도를 저하시켜 공기의 냉각기능을 통한 공급기능을 한다. 또한 주벽은 직사일광의 차양효과를 제공하거나 주간의 열전달을 지연시켜 공기의 쾌적도를 높인다.

- 개구부가 거의 없거나 수를 줄여 실내온도 유지
- 두꺼운 벽체를 구성하여 타임랙 효과를 통한 보냉체 효과를 유도
- 차양과 식재를 적극적으로 활용하여 일사 차단 및 조절

온난성 기후는 비, 눈, 바람(냉풍) 및 계절별 기온차를 고려해야 한다. 열손실을 최소화하기 위해 동기의 일사를 받는 커다란 창과 하기의 일사를 피할 수 있는 차양이 필요하다.

<표 9> 온난성 기후특성에 따른 건축요소에 대한 분석과 구축방법

	배치 (컨텍스트)	정밀한 배치 지형과 수공간을 활용한 배치	정밀한 배치 지형과 수공간을 활용한 배치
	형태 (구조)	동서로 긴 형태 개방된 평면 완만한 지붕 통풍가능한 공간 구조	동서로 긴 형태 완만한 지붕 통풍가능한 공간구조
온 난 성	입면 (외피)	이중구조 기능성 단열재료 이용 낮은 처마(일사차폐)	이중구조 기능성 단열재료 이용 일사차폐
	공간 (계획)	미시기후 특성에 따른 다양한 공간계획	미시기후 특성에 따른 다양한 공간 계획
	재료 (구성)	축열재료 활용	축열재료 활용
	재료 (구성)	열흡수 재료 비전도성 물질	열흡수 재료 비전도성 물질
	해당 기후에 대비한 구축방법		

기후 측면에서 온난기후의 동절기에는 한랭기후와 동일한 환경조절방법이 요구된다. 그러나 동절기 혹은 현상은 극대화 된 상황이 아니므로 용적에 대한 표면적 비율과 단열기준이 완화된다. 겨울에는 일사획득을 적극적으로 유도하고 태양고도가 높은 여름에는 외피 차폐를 통한 일사조절이 필요하다.

- 여름과 겨울 기후 순응을 위해 Colling-Heating Method 활용
- 바다나 호수를 활용하여(열매체)냉각 효과로 활용
- 맞통풍이 가능한 평면 구조 및 지형이나 대지를 활용한 풍형 조절
- 경사 지붕을 이용하여 외기면적 가감, 남쪽면 채광을 위한 외면 구성

한냉기후의 경우 바람, 냉기, 결로에 대한 대응을 통해 열손실을 최소화 하는 것이 건축의 사유이다. 대지의 방풍 및 일사열 획득을 유도하고 연중 빛이 받는 곳을 중심으로 서쪽과 북서쪽을 차폐하여야 한다. 또한 태양고

도에 따른 현황과 강풍을 고려하여(서쪽) 외피면적 대 개구면적의 비율을 최소화하여야 한다.

<표 10> 한냉성 기후특성에 따른 구축요소에 대한 분석과 구축방법

한 냉 성	배치 (컨텍스트)	경사지 활용 절토 및 분토	경사지 활용
	형태 (구조)	남고북저의 형태 최소한의 표면적 절연체와 이중구조 이용	최소한의 표면적 절연체와 이중구조 이용
	입면 (외피)	건물 비 외피면적 최소화 이중 외피 구조	건물 비 외피면적 최소화 이중 외피 구조(삼중)
	공간 (계획)	완충공간 이중막 공간	완충공간 이중막 공간
	재료 (구성)	재료의 모듈화	재료의 모듈화(박스화)
	재료 (구성)	열흡수 재료 비전도성 물질	열흡수 재료 비전도성 물질

해당 기후에 대비한 구축방법
한랭기후 지역에서는 열손실을 최소화 하는 것이 가장 중요한 문제이며, 용적에 대한 표면적비는 중요한 요소로 건물규모의 결정에 중요한 영향을 미치게 된다. 대표적인 이글루 공간의 경우 축조재(빙)로 축조기술의 특성과 함께 용적에 대한 표면적의 비율을 최소화 하였다. 또한 개구부를 풍향에 대하여 직각으로 설치하여 침기를 방지하고 열손실을 최소화하였다.
· 열손실을 최소화하기 위한 Heating Method방식을 활용(완충공간 구축)
· 열손실과 강한 바람을 막을 수 있는 이중 평면 구조로 구성
· 방풍, 표면적 최소화, Thermal Mass/단열, 태양열을 활용한 구축방법

기후조건을 활용한 에너지 효율을 높이는 방안으로 건축물의 열손실을 방지하기 위해 단열성을 높이는 것, 자연 채광을 최대 활용할 수 있도록 공간계획을 하고, 태양 복사열의 손실을 방지하기 위한 외피의 계획 및 재료의 사용에 있어서는 열 저장용량이 높은 건축재와 자연 통풍 활용은 토속건축에서 현대건축에 이르기까지 공통적으로 계획되고 있다. 기술의 발달과 재료획득의 용이함에 따라 보완 가능한 부분적인 요소(주로 지붕의 형태 구성, 배치 유형, 개구부 면적, 표면적비율)는 현대건축에 이르러 다른 형태의 발전된 양상으로 나타나고 있다. 외부 기후환경의 다양한 성격을 반영하려면 복수 이상의 구축요소들이 합리적으로 적용되어 기후환경조건에 가장 적합한 방식을 도출해 내야할 것이다. 현재 기후친화적인 건축은 자연형 구축 방식의 적용과 기술의 융합으로 발전해나가는 단계라고 할 수 있으나 직접적인 문제해결을 위해선 각 지역별 기후 특성에 따라서 또는, 기후 변화의 항상성에 따른 가이드라인을 이용자가 체계적으로 이용할 수 있도록 제시하여 건축적 대응을 통해 방향성을 제시해야 한다.

5. 결론

건축기술의 발전은 이미 지속되는 기술 개발에 따라 비례된다. 그러나 기술 발전 못지않게 중요한 것은 기후에 따른 에너지 활용, 절감, 재생등과 같은 기본적 현상에 대한 연구이다. 이러한 취지에서 본 연구의 기후특성에 따른 구축계획 요소의 연구는 필요성이 있다고 할 수 있다. 기후 특성에 따라 일사, 일조의 조건을 제어하고 자연의 대류현상을 활용하여 내부공간의 공기 쾌적성을 유지하는 기법은 친환경 건축의 본질이자 패시브 건축이

지향해야할 중요한 건축요소이다.

기후에 순응하는 모습의 본질이라 할 수 있는 옛 버네쿨러 구축방법은 재료와 기술 및 구축 방법의 특성에 따라 나타난 결과이므로 현대 사회에서 구축되는 패시브적인 환경 건축과 직접적인 비교를 통해 분석한다는 것은 의미가 없다고 할 수 있으나 현대건축에 있어서 재료와 기술적 인 측면 그리고 도시와 지역의 컨텍스트적 측면으로 분석하고 현대 건축이 가지지 못했던 점을 답습하여 현대적 사고방식에 따라 발전된 결과로 나타나야 된다. 또한, 기후특성은 건축물의 모든 요소에 우선적으로 직접적인 관계성을 가진다는 것은 당연한 지론이다. 따라서 대지의 특성을 분석하기 위해서는 기후조건, 일사, 일조 등 미기후 분석을 우선으로 하여 다음 구축 요소에 대한 분석이 진행되어 형태, 배치, 단면, 입면, 재료 및 설비 시스템의 정도와 유무에 대한 조건을 순차적으로 진행하여 구축되어야 한다.

본 사례분석을 통해 기후 변화에 따른 미시적 기후와 거시적 기후의 특징에 대한 현상에 대응하기위해 각각 배치, 형태, 구조, 입면, 공간, 재료의 항목별 구축요소가 다양하게 도출되어 조합된 구축적 특징을 알 수 있었다. 각각의 사례들에서 나타나듯 기후 변화에 대응하는 구축 방법은 각 지역별 기후 특성을 종합적으로 분석하여 적용하였으며 이에 따라 각각의 구축요소들이 상응하는 관계성을 알 수 있었다. 본 연구는 사례분석의 한계와 지역 기후에 대한 실질적 고찰의 정도가 부족하고 귀납적 분석방법에 따른 연구오차가 발생가능하다고 판단된다. 또한 본 논문은 국지적인 시각으로 기후 조건을 분류하여 결과를 도출하였으므로 기후의 요인인 도시적 해석의 보완이 필요하다고 판단된다. 따라서 추후 연구에서는 각 지역별 기후분석에 대한 세밀 데이터를 취득하고 도시적 해석에 입각한 시뮬레이션을 통한 분석과 통계를 통한 수치정도를 도출하여 각 구축요소에 따른 분석적 보완을 하고자 한다.

참고문헌

1. 김자경, 자연과 함께하는 건축, 시공문화사, 2004
2. 김연옥, 기후학개론, 정익사, 1999
3. 박대훈, 공동주택의 미기후 조절 계획요소에 관한 연구, 건국대 석사논문, 2001
4. 이정희·임수영, 기문당, 친환경건축개론, 2003
5. 이현우 외 11인, 건축환경계획, 태림문화사, 2009
6. 유호천, 건축 환경과 결로, 대한건축학회, 1995.05
7. 장극관, 환경친화적인 목조주택, 대한건축학회지 Vol.47 No.5, 2003
8. 지준혁, 렌조 피아노의 친환경 건축계획 기법에 관한 연구, 경기대 석논, 2010
9. Eugen p. Odum, 생태학, 이도원 외 2인 역, 민음사, 1995
10. James & James, Architect's Council of Europe, GVitruvius, 1999
11. Michael Houg, 도시경관 생태론, 최승희 외 공역, 기문당, 1991
12. Robert A. Wallace, Gerald P. Sandus. Robert J. Ferl, 생물학, 이광웅 역, 을류문화사, 1993

[논문접수 : 2013. 09. 14]

[1차 심사 : 2013. 10. 24]

[2차 심사 : 2013. 11. 05]

[게재확정 : 2013. 11. 08]