

황토주택의 실내공기질 평가

박 찬 돈*

Evaluation of the indoor air quality at Hwangtoh house

Park, Chan-Don

Abstract

The purpose of this study is to evaluate and compare the conditions of indoor air quality between Hwangtoh house and concrete house. Samples of this research are 3 concrete houses and 5 Hwangtoh houses, and analysis items are Formaldehyde(HCHO), Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene, Styrene.

The results of this study are as follows.

- 1) Every level of 6 analysis items of indoor air quality at Hwangtoh house are satisfied the criteria which is the domestic recommendation standard of indoor air quality at multi-unit dwelling.
- 2) The indoor air of Hwangtoh house contains only 15% of Formaldehyde emission quantity of concrete house.
- 3) The indoor air of Hwangtoh house contains only 11% of Toluene emission quantity of concrete house.
- 4) The indoor air of Hwangtoh house contains only 0.3% of Ethylebenzene emission quantity of concrete house.
- 5) The indoor air of Hwangtoh house contains only 2% of Xylene emission quantity of concrete house.
- 6) The indoor air of Hwangtoh house contains only 4% of Styrene emission quantity of concrete house.
- 7) In case of Benzene, though the indoor air quality level of Hwangtoh house is enough satisfied the domestic criteria, but, the indoor air of Hwangtoh house contains it 11 times more than that of concrete house does.

Those mean that the quality level of indoor air of housing is influenced by building materials, so we have to study and develop constantly about eco-friendly building materials.

키 워 드 : 황토주택, 실내공기질, 포름알데히드, 휘발성유기화합물

Key words : Hwangtoh House, Indoor Air Quality, Formaldehyde, VOC(Volatile Organic Compound)

* 경운대학교 IT에너지대학 건축학과 부교수, 주저자&교신저자

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

최근 실내공기질에 의한 각종 환경성질환에 대한 문제가 부각되면서 건축물의 실내공기질에 대한 관심이 높아지고 있으며 특히, 주거용 건축물에 있어서는 그 중요성이 더욱 부각되고 있는 실정이다. 더구나, 전세계적으로 실내공기질에 대한 각종 기준이 마련되고 각 요소별 기준이 법규로까지 제정되면서 실내질 개선을 위한 친환경 건축자재의 개발과 적용에 대한 연구도 활발해지고 있다.

그러나, 많은 건축물의 경우에 에너지효율을 증대시키기 위해 단열성의 강화와 자연환기량을 줄임으로써 실내공기질에 있어서는 오히려 나쁜 결과를 초래하고 있으며 특히, 포름알데히드나 각종 휘발성 유기화합물을 많이 방출하는 건축자재와 가구의 사용은 주거용 건축물의 실내공기질을 더욱 악화시키고 있다.

또한, 새집증후군과 관련해서 2004년 6월에 중앙환경분쟁조정위원회는 입주자들의 피해부분을 해당 건설사가 보상을 하도록 결정하였는데 이러한 판결은 공동주택과 같은 대규모 주거건축물의 경우 실내공기질에 대한 기본적인 인식 변화와 실내공기질의 관리방안 마련을 위한 관련업계의 적극적인 노력이 필요한 시점이라는 것을 의미하는 것이다.

한편, 지금까지의 많은 관련 연구는 다중이용시설이나, 학교 등을 중심으로 이루어진 것이 사실이고 개별 주택의 실내공기질에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았으며 법적인 권고기준도 다중이용시설에 국한되어 있고 개별적인 일반주택에는 적용되고 있지 않아서 이에 대한 제도적 보완이 필요할 뿐만 아니라 개별주택의 친환경건축자재와 마감재료에 대한 관심이 더욱 요구된다고 하겠다.

더구나, 최근 공개된 ‘서울시 주택의 실내공기질 개선방안’ 보고서에 의하면 새집증후군의 원인물질로 지적되고 있는 포름알데히드와 톨루엔과 같은 휘발성유기화합물의 농도가 많은 주택에서 환경부가 정한 실내공기질의 기준을 초과하는 것으로 조사되었으며 그러한 관련기준이 일반주택에 적용되지 않는 것을 보완할 필요가 있다고 적시하고 있다.

개별주택의 경우, 일반 콘크리트구조물은 실내의 마감을 벽지로 하고 있으며 벽지의 교체나 부분적 리모델링을 수반할 경우에도 실내공기질의 변화를 가져올 수 있는 것으로 알려져 있다¹⁾. 그에 반해 예전부터 우리의 전통주택으로 사용되어 온 황토주택은 여러 가지 시공상의 어려움이나 유지보수의 어려움이나 흙재료의 물리적 한계로 인한 불편함은 있지만 실내의 마감을 황토블럭 또는 황토모르타르를 그대로 이용하기 때문에 벽지의 부착을 위한 본드류의 사용이 없고 인체에 유익한 원적외선까지 방출하는 것으로 알려지면서 건강주택으로 주목을 받고 있다. 황토주택은, 황토재료의 균열과 낮은 강도 등과 같은 물리적 취약점에 대한 보완이 필요하지만 포름알데히드(HCHO)와 휘발성 유기화합물(VOCs)과 같은 유해성 물질이 거의 나오지 않는 재료로 알려져 있으므로 실제 시공된 주택에서 실내공기질의 성분분석을 통해 그 활용성을 실제로 높일 수 있을 것이다.

본 연구에서는 황토로 마감된 황토주택의 실내공기질을 측정해 봄으로써 황토로 마감된 주택에서 실내공기질의 건강성을 확인하고 앞으로 주택의 실내공기질 개선방법과 황토주택의 보급 활성화를 위한 방안을 마련하는데 도움을 줄 수 있는 기초자료로 활용하고자 한다.

1) 심현숙&최윤정(2008), 리모델링후 거주중인 아파트 단위주거의 실내공기질 평가, 대한건축학회논문집계획, 24권, 12호, pp.311-312.

2. 연구의 범위 및 방법

아파트, 연립주택과 같은 공동주택과 대합실과 도서관 등과 같은 다중이용시설²⁾ 등에 있어서는 법으로 실내공기질에 대해 관리하고 있지만 개별 주택의 실내공기질에 대해서는 특별한 기준이 마련되어 있지 않다.

따라서, 본 연구의 대상인 황토주택과 같은 개별주택의 실내공기질은 신축공동주택의 실내공기질 권고기준을 준용하여 그 수준을 상호비교해 보고자 한다. 실내공기질 측정을 위한 환경조건은 실내공기질 측정의 표준방법에 근거해 모든 창호를 개방한 상태로 30분 이상 충분한 환기를 한 후, 5시간 이상 밀폐하여 실내외 공기의 흐름을 최대한 차단하고 실내온도가 20℃ 이상을 유지한 경우에 실내공기를 포집하여 분석하였다.






본 연구에서 분석하고자 하는 실내공기질의 성분은 SHS³⁾의 가장 큰 이유로 지목되고 있는 포름알데히드와 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌과 같은 5가지의 휘발성 유기화합물요소이며, 각 실마다 주간시간대에 2회이상 포집하여 분석장비로 분석한 평균값을 비교하였다. 본 실험연구에 사용된 측정장비 및 분석장비는 <표 1>과 같다.

본 연구는 순수황토주택의 실내공기질 수준을 파악하기 위한 것이므로 시멘트 등이 첨가되지 않은 순수 황토재료를 사용하여 완공된 주택의 개별실을 대상으로 하며 완공된 5개의 주택내에서 포집된 공기를 바탕으로 포름알데히드와 주요 VOCs량을 분석해 봄으로써 그 실내공기의 질적 수준을 확인하고 황토주택의 실내공기질 수준을 평가할 수 있도록 하였다.

2) 불특정 다수인이 이용하는 시설, 다중이용시설 등의 실내공기질관리법, 제2조 1항.

3) Sick House Syndrome; 새집증후군

<표 1> 측정 및 분석장비

측정/분석장비명	장비	비고
디지털온습도계 (DHT-1)		온습도측정
Mini Pump Σ 100H(SIBATA)		HCHO용 포집기
Mini Pump Σ 30H(SIBATA)		VOCs용 포집기
HPLC (ACME9000)		HCHO 분석기
GC/MS (CLARUS500)		VOCs 분석기

II. 이론적 논의

1. 선행 연구 고찰

1990년대 이후부터 친환경건축에 대한 관심이 커지면서 친환경건축재료 및 실내공기질에 대한 연구가 꾸준히 이루어져왔고 2000년대에 들어서는 실내공기의 오염원인 규명과 함께 실내공기질

분석과 평가 그리고 실내공기질의 예측과 개선 방안 등에 관한 연구가 진행되어 왔는데 특히, 신축공동주택의 실내공기에 대한 포름알데히드와 VOCs의 오염농도를 분석한 연구사례가 많다.

<표 2> 신축 공동주택의 실내공기질 권고기준

항목	실내공기질 권고기준($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
포름알데히드 (HCHO)	210 이하
벤젠 (C_6H_6)	30 이하
톨루엔 (C_7H_8)	1,000 이하
에틸벤젠 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$)	360 이하
자일렌 ($\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$)	700 이하
스티렌 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$)	300 이하

2004년도에 국립환경과학원에서는 신축된지 1년 이내의 전국 공동주택을 대상으로 실내공기의 포름알데히드와 휘발성유기화합물의 오염정도를 조사하여 발표하였으며 2009년에는 수도권 아파트중 100세대를 대상으로 주거공간별 실내공기질에 대한 관리방안에 대해 조사하였고⁴⁾, 수도권과 충청도 및 경상권의 아파트 118세대를 대상으로 시간 경과에 따른 실내의 주요 오염원의 변화양상에 대해 연구하였으며⁵⁾ 김상식 등은 건축물의 실내마감자재를 대상으로 시간경과에 따라 방출되는 포름알데히드와 개별 VOC량을 연구하였으며⁶⁾ 다양한 건축재료의 오염물질 발생요소와 시간적 경과 특징에 대해 제시하고 있다.

2004년의 이윤규와 김창남의 기존 공동주택의 실내공기질 실태에 관한 측정연구⁷⁾에 의하면 기

4) 권명희 외 6인(2009), 주거공간별 실내공기질 관리방안연구 I, 국립환경과학원.
 5) 장성기 외 9인(2009), 공동주택 오염도 변화추이 파악을 위한 시계열 조사연구 IV, 국립환경과학원.
 6) 김상식&유기정(2009), 시간경과에 따른 건축마감자재의 포름알데히드 및 VOCs 방출 특성 연구, 대한건축학회논문집계획계, 25권, 8호, pp.245-252.
 7) 이윤규&김창남(2004), 기존 공동주택의 실내공기질 실태에 관한 측정 연구, 대한건축학회논문집계획계, 20권, 11호, pp.327-334.

존 공동주택의 절반이상의 경우에서 포름알데히드와 TVOC가 세계보건기구의 권장치를 초과하는 것으로 나타났으며 2006년도에 발표한 박영석와 이규동의 연구에서는 친환경건축자재를 시공한 세대에서도 포름알데히드와 TVOC농도가 국내외의 기준치를 초과하는 것으로 보고되었다⁸⁾.

계절별 실내공기의 오염물질 농도를 살펴본 연구로는 2008년의 조완제 등의 연구⁹⁾가 있으며 TVOC의 경우 하계, 동계의 순으로 높게 나타나는 것으로 분석되었다. 포름알데히드와 온도 및 습도와의 상관관계를 밝힌 2010년도 유복희의 연구¹⁰⁾도 있으며 실내마감재료의 시공에 따른 실내공기질에 대한 연구로는 2007년의 박진철의 연구¹¹⁾와 2011년의 이상형과 김형래의 연구¹²⁾ 등이 있다.

이외에도 학교교실을 대상으로 포름알데히드와 VOCs 방출량을 평가하고 개선방안을 찾는 연구가 진행되었지만 친환경주택으로 분류되고 있는 목조주택이나 황토주택 등에 있어서 실제적으로 주택재료에 따른 실내공기질을 분석 검증한 연구 사례를 찾아보기는 어렵다.

하지만, 독일에서는 민케(Gernot Minke)교수가 생태건축으로서의 실용적 흡집의 이용방법 등에

8) 박영석&이규동(2006), 신축 공동주택에서의 친환경 마감자재 사용에 따른 실내공기질 개선효과 실증연구, 한국건축시공학회 추계학술논문발표대회논문집, pp.139-142.
 9) 조완제&손장열(2008), 한국 신축 공동주택의 실내공기질 실태 및 인자별 오염물질 발생특성 평가, 대한건축학회논문집계획계, 24권, 7호, pp.231-238.
 10) 유복희(2010), 신축 공동주택에서의 온도 및 습도 변화에 따른 VOC 및 포름알데히드 방산 관계성 규명, 대한건축학회논문집계획계, 26권, 5호, pp.383-391.
 11) 박진철(2007), 신축공동주택에서의 실내마감재 시공에 따른 실내공기환경 실태 조사연구, 대한건축학회논문집계획계, 23권, 6호, pp.305-312.
 12) 이상형&김형래(2011), 신축공동주택에서 마감자재 적용에 따른 실내공기질 개선 방안, 대한건축학회논문집계획계, 27권, 7호, pp.249-258.

대해 연구하고 있으며 미국과 호주 등지에서는 흙을 재료로 한 흙건축의 상업적 이용을 위한 다양한 성과를 보이고 있다.

2. 황토주택의 일반적 특성

흙에는 다양한 유기물질이 포함되어 있으며 특히, 황토는 습기조절 능력과 높은 탈취력을 가지고 있을 뿐만 아니라¹³⁾ 열을 취득하게 되면 원적외선을 방사함으로써 거주자의 건강성을 높여 주는 특성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다.

우리나라에서 황토는 주변에서 쉽게 구할 수 있을 뿐만 아니라 쉽게 형태를 만들 수 있기 때문에 예로부터 집을 짓는 건축재료로 널리 사용되어 왔다. 일반적으로 황토주택이라는 것은 황토흙을 주재료로 사용하여 지은 주택으로서 외벽 전체면적의 절반이상을 황토벽돌이나 황토흙을 붙인 것을 말하는데 황토집은 우리나라의 풍토에 가장 알맞은 황토흙을 건축물의 실내 마감 자재로 사용하여 건축재료 사용에 따른 인체부작용이 거의 없으며 철거시에도 재사용이 가능하기 때문에 환경친화적 재료가 된다.

또한, 흙벽은 여름과 겨울에 열기와 냉기가 내벽까지 전달되지 않아 난방 및 단열의 효과가 뛰어나고 흙 자체가 공기를 흡수해서 방출하는 기능을 지니고 있어 자연적으로 실내의 습도를 조절해 준다¹⁴⁾. 이와 같이, 흙이 가진 본래의 기능을 충분히 발휘하기 위해서는 시멘트와 같은 화학적 또는 인공적 첨가물을 흙재료에 포함하지 않는 것이 바람직하다.

2009년 박찬돈 등의 연구¹⁵⁾에 의하면 황토재

료의 묻어남과 균열의 문제점과 유지 및 보수 등을 가장 큰 어려움으로 인식하고 있는 반면 실내환경의 쾌적성과 친환경주택으로서의 황토주택을 가장 큰 장점으로 인식하고 있는 것으로 조사되었다.

황토주택은 건강주택으로서 감성적인 쾌적성도 중요하지만 친환경 건축재료인 황토로 지어진 황토주택의 실내공기질의 수준에 대한 정확한 실증 자료를 통해 입증될 필요가 있으며 일반 콘크리트주택에 비해 다소 긴 건설기간과 고가의 건설 비용이 소요되는 부분에 대한 기술개발과 다양한 개선책 마련이 필요한 것으로 여겨진다.

III. 본론

1. 측정조사의 일반적 개요

본 측정연구는 일반 콘크리트 주택의 실내와 비교하여 황토주택의 실내공기질의 수준을 비교해 보기 위한 것으로 건축물의 벽과 바닥 등을 비롯한 주요구조부를 황토블럭과 황토모르타르를 사용하여 마감된 황토주택을 그 대상으로 하였고 주택의 규모나 실의 크기와는 상관 없이 주택 주재료의 동질성만을 고려하였다.

이번 측정조사의 일반콘크리트 주택은 최근 리모델링한 18층의 아파트로서 외벽은 콘크리트 벽에 석고보드가 부착되어있고 내벽은 콘크리트에 시멘트모르타르로 치장되었으며 친환경접착제를 사용하여 친환경벽지와 장판으로 마감한 저층, 중층, 고층의 3가구와 실내가 황토모르타르로 마감처리된 개별 황토주택 5가구의 총 8가구이며 그 개요는 <표 3>과 같다.

개별 황토주택의 경우는 동일한 품질로 동일한 준공시기를 가진 다수의 황토주택을 선정하기가 현실적으로 어려워 준공 또는 실내마감 후

13) 황혜주 외 2인(2005), 황토미장재 성능개선을 위한 실험적 연구, 한국생태환경건축학회논문집, 5권, 3호, p50.

14) 박상현 외 2인(2005), 강원도형 경관주택의 모델도출을 위한 기초 연구, 강원발전연구원, p19.

15) 박찬돈 외 2인(2009), 황토주택에 대한 선호도 조사, 경운대학교산업기술연구논문집, 12권 1호, pp

<표 3> 실내공기질 측정대상의 개요

구분	주택사진	주택평면	벽단면	
			외벽	내벽
주택A (저층)				
주택B (중층)				
주택C (고층)				
황토주택A 2012.10. 준공				
황토주택B 2012.11. 준공				
황토주택C 2013.01. 준공				
황토주택D 2012.09. 준공				
황토주택E 2013.03. 준공				

6개월 이내에 해당하는 주택까지 포함하여 각각 다른 5채를 대상으로 하였고 각각의 주택평면도 상에 표시한 ●지점에서 실내공기를 포집하여 분석하였다.

2. 측정조사의 분석조건

포집된 각각의 실내공기는 포름알데히드와 5가지의 VOC항목을 중점적으로 분석하였고 분석 조건은 아래의 <표 4>, <표 5>와 같다.

<표 4> HCHO(LPLC) 분석조건

구분	분석조건
장비명	ACME 9000
Pump	Isocratic
Column	WAT027324(309×300mm)C18
Temperature	25℃
Solvent	60:40
Inject Volume	20 μ l
Flow Rate	1.0ml/min

<표 5> VOCs(GC/MS) 분석조건

구분	분석조건	
장비명	PERKIN ELMER CLARUS 500	
Column	Elite1 60meter 0.32mmID 0.25mm ϕ	
Carrier Gas & Flow	He(99.999), 1.0ml/min	
Temperature Program	Initial Temperature	35℃/(5min)
	Temperature Program	35℃ → 2℃/min → 60℃ → 10℃/min → 250℃
	Final Temperature	250℃(1min)

<표 4>는 공기펌프를 통해 포집된 실내공기에서 포름알데히드의 함유량을 분석해내는 조건이며 <표 5>는 포집된 실내공기로부터 주요 휘발성유기화합물의 성분별 함유량을 분석해내는 환경조건이다.

3. 조사결과분석

일반 콘크리트주택으로서 친환경벽지 등으로 실내마감된 3가구에서 포집된 실내공기질을 분석한 결과는 <표 6>과 같다.

분석된 결과를 보면 3가구 모두 포름알데히드를 비롯한 5가지의 주요 VOC항목 모두에서 신축공동주택의 실내공기질 권고기준 이하의 수치를 보이고 있어 양호한 것으로 나타났다.

<표 6> 일반공동주택 실내공기질 측정결과¹⁶⁾

측정항목구분	권고기준 (μ g/m ³)	측정결과			
		주택A	주택B	주택C	평균
포름알데히드 (HCHO)	210	71.7	110.4	71.3	84.5
벤젠 (Benzene)	30	▼0.1	▼0.1	1.1	0.4
톨루엔 (Toluene)	1,000	384.5	312.7	811.2	502.8
에틸벤젠 (Ethylbenzene)	360	143.9	59.6	255.3	152.9
자일렌 (Xylene)	700	98.8	35.3	278.3	137.5
스티렌 (Styrene)	300	12.9	16.4	43.3	24.2

이는 측정시 충분한 베이커아웃과 실내에 일반 가구가 배치되지 않은 것도 실내공기질에 긍정적 영향을 미쳤을 것으로 여겨지며 최근 주택 내부마감을 친환경재료를 많이 사용하는 추세에 기인한 결과인 것으로 추정된다.

측정조사 대상 주택의 실내공기질 분석결과는 <표 7>과 같다. 결과에 의하면 황토주택의 실내 공기질은 측정조사된 모든 항목에서 모두 실내 공기 권고기준을 충족할 뿐만 아니라 대부분의 항목별 측정치가 일반 콘크리트 건축물보다 전반적으로 더 우수한 것으로 나타났다. 하지만, 벤젠항목에서는 황토주택에서의 검출량이 일반 주택보다 오히려 더 높은 것으로 조사되었는데 추후 이러한 내용의 원인분석을 위한 추가연구가 필요할 것으로 판단된다.

16) 대구시 수성구 소재 신축 공동주택 3세대 측정결과 임, 2013년 2월 측정자료

<표 7> 황토주택 실내공기질 측정결과

측정항목구분	권고 기준 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	황토주택측정결과 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)										결과평균 (기준비)
		황토주택A		황토주택B		황토주택C		황토주택D		황토주택E		
		1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차	
포름알데히드 (HCHO)	210	7.2	7.5	9.4	9.0	27.0	24.9	5.8	6.8	2.9	24.1	12.46 (5.93%)
벤젠 (Benzene)	30	9.3	1.1	7.4	N.D.	6.7	6.9	N.D.	0.6	6.2	8.0	4.62(15.40%)
톨루엔 (Toluene)	1,000	67.3	40.8	22.5	51.6	138.0	139.3	6.6	6.1	42.2	54.0	56.84 (5.68%)
에틸벤젠 (Ethylbenzene)	360	N.D.	4.8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.48 (0.13%)
자일렌 (Xylene)	700	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	12.6	14.5	2.71 (0.39%)
스티렌 (Styrene)	300	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	4.5	5.3	0.98 (0.33%)
실내온도/실내습도	-	22.7°C/57%		21.5°C/58%		22.1°C/56%		21.9°C/59%		25.8°C/54%		
비고 (실내마감)	-	황토모르타르 한지장판지 (참쌀&밀가루풀) 실내가구없음		황토모르타르 한지장판지 (참쌀&밀가루풀) 실내가구없음		황토모르타르 한지장판지 (참쌀&밀가루풀) 2단서랍장 1		황토모르타르 황토석 커튼 실내가구없음		황토모르타르 황토석 커튼 불박이옷장		
측정모습	-											

※ N.D. : not detected

황토주택의 실내공기질을 항목별로 살펴보면 포름알데히드는 국내의 권장기준의 6%수준이며 일반 콘크리트주택에서 배출되는 포름알데히드량의 15%미만을 배출하는 것으로 측정되었고, 벤젠은 일반주택보다 높은 배출량의 수치를 나타내고 있지만 국내 권장기준의 15%수준을 보이고 있다. 한편, 벤젠은 10차례의 분석치 중 2차례에서 불검출되기도 하였으므로 벤젠의 검출이유에 대한 추가연구가 필요하다.

톨루엔의 경우는 권장기준치의 6%미만의 수치를 나타내었고 에틸벤젠은 1번의 사례에서 미미하게 검출되었을 뿐 9차례에서 불검출되었으며, 자일렌과 스티렌의 경우는 1가구의 황토주택에서만 검출되었는데 이는 해당 가구의 실내의 한 벽면에 기설치된 대형불박이장이 원인인 것으로 추정된다.

또한, 바닥을 한지장판으로 마감한 가구에서 황토석을 설치하여 마감한 가구보다 대체적으로 높은 톨루엔수치와 벤젠수치를 보이고 있어서 한지장판재료도 실내가구와 마찬가지로 오염배출물에 대한 실제적 검증 연구가 이루어져야 할 것으로 여겨지며 후속연구로 창호나 가구 등의 변수를 모두 통제한 가운데 건축재료의 유형과 실내마감수준에 따른 실내공기질 측정연구를 진행해 보고자한다.

한편, 이번 측정조사에서 나타난 일반주택과 황토주택과의 실내공기 측정치를 상호비교해보면 <표 8>과 같다.

상기 분석결과표에 의하면 황토주택의 경우는 모든 항목에서 국내의 권고기준 및 일본 후생노동청의 화학물질농도 권고기준에 도달하는 것으로 나타났지만 일반주택의 경우에는 톨루엔항목

에 있어서만 일본후생성의 기준을 초과하는 것으로 나타났고 나머지 항목은 두 기준을 모두 충족하고 있는 것으로 조사되었다.

<표 8> 주택별 실내공기질 측정결과 비교

항목	국내 권고기준* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	국외 권고기준** ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	측정결과($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
			일반 주택	황토 주택
포름알데히드	210이하	100이하	84.5	12.5
벤젠	30이하	240이하	0.4	4.7
톨루엔	1,000이하	260이하	502.8	56.8
에틸벤젠	360이하	3,800이하	152.9	0.5
자일렌	700이하	870이하	137.5	2.7
스티렌	300이하	220이하	24.2	1.0

※ * : 국내 공동주택 실내공기질 권고기준
 ** : 일본 후생노동성 화학물질농도 권고기준

IV. 결론

본 연구는 친환경 건강주택으로 알려진 황토주택의 실내공기질을 실제로 측정분석해 봄으로써 아파트를 비롯한 일반 콘크리트주택의 실내 공기보다 얼마나 더 건강하고 쾌적한 공기질을 가지고 있는지를 실증해보고자 하였다.

주택의 실내공기질은 단순히 건축재료에만 국한되는 것이 아니라 온도 및 습도의 상태, 실내 가구의 수준과 환기량의 정도 재실자의 활동량과 같이 실내오염물질의 배출환경 등도 많은 영향을 미치는 것이 사실이다. 하지만 생활환경의 개선은 본 연구에서는 다루지 않았으며 건축물의 재료적 환경에 따른 실내공기질의 수준을 살펴봄으로써 보다 건강한 실내 거주환경을 구축하기 위한 건축재료의 개발과 적용가능성을 고찰해 보고자 하였다.

일반 콘크리트주택으로서 리모델링된 고층아파트 3가구와 순수황토주택으로 완공된 5가구의 실내공기질을 측정하여 비교해 본 결과는 다음

과 같다.

첫째, 황토주택 실내의 포름알데히드의 발생량은 국내 공동주택 권장기준의 6%수준이며 일반 콘크리트주택의 15%정도로 우수하다.

둘째, 황토주택 실내의 벤젠 발생량은 $4.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 국내 공동주택 권장기준의 15%수준이지만 일반 콘크리트주택보다 발생량이 11.7배나 높게 나타났다.

셋째, 황토주택 실내의 톨루엔 발생량은 국내 공동주택 권장기준의 6%수준이며 일반 콘크리트주택의 11%정도로 우수하다.

넷째, 황토주택 실내의 에틸벤젠 발생량은 국내 공동주택 권장기준의 0.1%수준이며 일반 콘크리트주택에서 발생하는 에틸벤젠량의 0.3%정도로 매우 우수하다.

다섯째, 황토주택 실내의 자일렌 발생량은 국내 공동주택 권장기준의 0.4%수준이며 일반 콘크리트주택의 자일렌 발생량의 2%정도로 매우 우수하다.

여섯째, 황토주택 실내의 스티렌 발생량은 국내 공동주택 권장기준의 0.3%수준이며 일반 콘크리트주택의 스티렌 발생량의 4%정도로 매우 우수하다.

황토주택의 실내공기는 벤젠항목을 제외한 모든 항목부분에서 일반주택에서 배출하는 항목요소의 0.3-15%정도만 배출하여 상대적으로 아주 우수한 실내공기질 수준을 나타내는 것으로 분석되었는데 앞으로 보다 많은 사례연구를 통해 정밀한 원인분석이 이루어져야 할 것이다.

또한, 아직까지는 황토의 재료적 특성으로 말미암아 구조적, 시공적 한계점에 대한 우려가 많으므로 이를 보완할 수 있는 기술의 개발과 실내오염물질 배출요소와 배출면적 그리고 실내 공간규모와 환기량 등의 종합적 상관관계 연구를 통해 실내공기질의 예측과 거주자 만족도 연구도 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 권명희 외(2009), 「주거공간별 실내공기질 관리방안연구 1」, 국립환경과학원.
2. 김길중 외(2010), “황토판재의 성능에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회논문집 구조계, 26권 6호.
3. 김상식 외(2009), “시간경과에 따른 건축마감 자재의 폼알데히드 및 VOCs 방출 특성 연구”, 대한건축학회논문집 계획계, 25권 8호.
4. 박상현 외(2005), 「강원도형 경관주택의 모델 도출을 위한 기초 연구」, 강원발전연구원.
5. 박영석 외(2006), “신축 공동주택에서의 친환경 마감자재 사용에 따른 실내공기질 개선 효과 실증 연구”, 한국건축시공학회 추계학술논문발표대회논문집.
6. 박진철(2007), “신축공동주택에서의 실내마감재 시공에 따른 실내공기환경 실태 조사연구”, 대한건축학회논문집 계획계, 23권 6호.
7. 박진철(2003), “주거건축물의 실내공기환경 개선에 관한 연구”, 대한건축학회논문집 계획계, 19권 6호.
8. 박찬돈 외(2009), “황토주택에 대한 선호도 조사”, 경운대학교산업기술연구논문집, 12권 1호, 경운대학교산업기술연구소.
9. 심현숙 외(2008), “리모델링 후 거주중인 아파트 단위주거의 실내공기질 평가”, 대한건축학회논문집 계획계, 24권 12호.
10. 유복희(2010), “신축 공동주택에서의 온도 및 습도 변화에 따른 VOC 및 폼알데히드 방산 관계성 규명”, 대한건축학회논문집 계획계, 26권 5호.
11. 유복희(2010), “공동주택에서의 VOC 및 폼알데히드 실내농도 예측을 통한 건축자재의 영향 검증에 관한 연구”, 대한건축학회논문집 계획계, 26권 9호.
12. 이상형 외(2011), “신축공동주택에서 마감재 적용에 따른 실내공기질 개선 방안”, 대한건축학회논문집 계획계, 27권 7호.
13. 이운구 외(2004), “기존 공동주택의 실내공기질 실태에 관한 측정 연구”, 대한건축학회논문집 계획계, 20권 11호.
14. 장성기 외(2009), 「공동주택 오염도 변화추이 파악을 위한 시계열 조사연구 IV」, 국립환경과학원
15. 조완제 외(2008), “한국 신축 공동주택의 실내공기질 실태 및 인자별 오염물질 발생 특성 평가”, 대한건축학회논문집 계획계, 24권 7호.
16. 황혜주 외(2005), “ 황토미장재 성능개선을 위한 실험적 연구”, 한국생태환경건축학회 논문집, 5권 3호.