

농촌 친환경 주거 개발을 위한 이영지붕 열환경 특성 분석

-신석기시대 이영지붕 움집을 대상으로-

Analysis of the Thermal Environment Characteristics of Thatched Roof for Eco-friendly Rural Housing Development -Focused on the Neolithic Thatched Roof Dugout Hut-

송 현*
Song, Heon

Abstract

Due to the development of civilization, the humans is privileged the rich of technologies for housing thermal environment. But, this kind of technological development caused enough trouble of energy excessive consumption. For solve this problem, many researchers strive to exploit the low energy sustainable techniques. For such a reason, the eco-friendly techniques of vernacular house are resurfacing. These traditional techniques are applied to a development of eco-friendly modern housing. They are no longer recognized as outdated products. On this context, this study proposes an scientific analysis on the thermal environment characteristics of Neolithic thatched-roof dugout hut(Um house).

So far the several studies have been carried out in viewpoint of the history and structural compositions of the Um house which has been used as the normal housing for about 1000 years in the Neolithic era, however the thermal characteristics analysis of the Um house has never been studied.

Um house is not a housing which has been composed by the scientific analysis or architectural design technology, but evolved empirically over a long period. This study on the thermal environment characteristics of Um house would provide basic information for the development of korean eco-friendly rural housing by korean climate characteristics.

In this study, the thermal environmental characteristics of the Um house in the Neolithic era was analysed experimentally. The results of this study could be summarized as follows:

1. When the solar insolation and the ambient temperature in the daytime were 420W/m² and 17°C respectively, the surface temperature of the Um house roof covered with the rice straw was 37°C and that in the roof 32°C, and in the conditions above the air temperature in the room was 15°C.
2. When the ambient relative humidity was 40%, that in the room of the Um house 50%, and at the ambient relative humidity of 90~100%, that in the room was 60%.
3. Through the experimental analysis, it was verified that the enthalpy and relative humidity is in an inverse relationship.
4. In general the comfort degree in the living space is changed with the seasonal climate, also in this study, the comfort degree in the room of the Um house in October and November was higher than that in May and June.

키워드 : 신석기시대 이영지붕 움집, 한국형 친환경 농촌 주거, 농촌주택 표준화, 열 쾌적성, 상대습도, 엔탈피

Keywords : Neolithic thatched-roof dugout hut(Um house), Korean eco-friendly rural housing,

Rural house standardization, Thermal comfort, Relative humidity, Enthalpy

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

현재 인류는 문명의 발달로 인해 주거의 열 환경 조성을 위한 기술적 발전을 거듭해 왔고, 그 혜택을 누리고 있다. 그러나 이러한 기술의 발전은 에너지의 과다 소비로 인해

많은 문제를 야기하고 있으며, 이 문제를 해결하기 위해 친환경 에너지 기술 개발이 진행되고 있다. 이러한 기술 개발이 진행되면서 전통주거의 친환경 기술이 재조명되고 있다. 구시대적 기술이라는 인식에서 현대 친환경 주거 개발에 활용할 수 있는 많은 잠재성을 가지고 있는 것으로 그 가치가 재인식되고 있으며 그 기술의 현대적 활용이 시도되고 있다. 본 연구는 한국 전통주거의 효시인 신석기 시대 움집의 환경적 특성 특히, 볏짚 이영지붕이 만들어

* 정회원, 관동대학교 건축학부 조교수, 디자인학 박사

내는 열 환경 특성을 분석하고자 한다.

한국 주거 문화의 효시인 신석기시대 움집은 신석기시대부터 구한말까지 서민주거로 활용되어 오면서 주거 발전에 많은 영향을 끼친 것으로 파악되고 있다.¹⁾²⁾³⁾ 그럼에도 불구하고 현재까지는 움집의 건축구조 측면에 초점을 맞춘 연구가 진행되어 왔을 뿐, 움집의 벚짚 이영지붕 공간의 열환경 측면에서의 연구는 전무한 실정이다.⁴⁾ 본 연구는 한국 전통주거의 효시인 신석기시대 움집의 환경적 특성 특히, 벚짚 이영지붕이 만들어 내는 열 환경 특성을 분석하는 것을 목적으로 한다. 이는 과학적 분석이나 건축디자인 기술에 의해 구축되지 않았으나 경험적으로 오랜 역사 속에서 진화한 주거공간으로서 움집의 친환경적 잠재성을 구체적으로 파악함으로써 한국 지역기후 여건에 맞는 농촌 친환경 주거개발에 활용할 수 있는 기초자료를 제공하는 데 그 의의가 있다.

2. 연구 방법

2.1 신석기시대 움집 공간 재현



Figure 1. Reproduction of neolithic dugout hut(Um house)

수혈주거인 움집을 짓고 생활하기 시작한 것은 신석기시대에 부딪인 것으로 보인다. 땅을 파서 바닥과 나무와 풀 등의 자연재료를 이용한 지붕이 기본 구조를 이루는 움집은 움집 바닥 중앙에 난방과 취사를 겸할 수 있는 화덕 자리를 마련하였다⁵⁾.

- 1) 김도경, 주남철, 신석기 시대 움집의 구조와 변천에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제14권 10호, 1998, pp.177
- 2) Norbert Schoenauer, 김연홍 역, 집-6000년 인류주거의 역사, 다우출판, 2004, pp. 18~27
- 3) 구자진, 신석기시대 움집의 복원과 의미, 아외고고학 10호, 2011, pp 5
- 4) 현재까지의 움집 관련 연구는 건축구조 측면에 집중되어 있다. 건축적인 측면에서 움집의 구조를 다루고 있는 김홍식의 연구논문과 움집의 평면과 구조 변천과정을 주제로 하는 임영진의 연구논문이 대표적이다. 또한 신석기시대로 한정된 움집의 구조와 변천과정을 심층적으로 연구한 김도경, 주남철의 연구논문이 있다. 이와 같이 고고학적 연구와 건축 형태적 측면에 초점을 맞춘 연구는 많은 진척을 이루어 왔지만, 생활공간의 환경 특성에 관한 심층적 연구, 특히 한국 지역기후의 특성 하에서 원시주거 움집의 특성을 밝히는 연구는 전무하다고 할 수 있는 실정이다.

신석기시대 전기의 움집은 서까래를 땅에 의지해서 집 안 쪽으로 경사지게 세워 원추형 고깔지붕을 이루는 초막이었으며 움 깊이가 일정하지는 않으나, 대략적으로 100~150cm 정도이었던 것으로 알려져 있다. 신석기시대 초기에는 지붕 끝과 지표면이 붙어 있었으나, 중기이후에는 지붕 끝과 지표면이 분리되어 갔다. 신석기시대 중기로 접어들면서 평면테두리가 정방형으로 단일화 되어갔고, 움 깊이는 30~70cm 정도이었던 것으로 보인다. 신석기시대 후기의 집 자리를 보면, 기둥이 질서정연하게 배열되었으며, 집 자리의 지붕은 두면 경사를 이루고 있고, 이 경우에는 두 끝이 약간 나오도록 하고 주 기둥을 베개도리를 받든 기둥보다 높이 세워 지붕의 경사가 이루어지도록 하여 담벽의 빗물 피해를 막을 수 있도록 하였다⁶⁾.

본 연구에서는 그림 1 에서 보는 바와 같이 움집의 가장 기본적인 형태인 신석기시대 전기의 원추형 움집을 재현하여 그 주거공간의 열적 특성을 분석하였다.

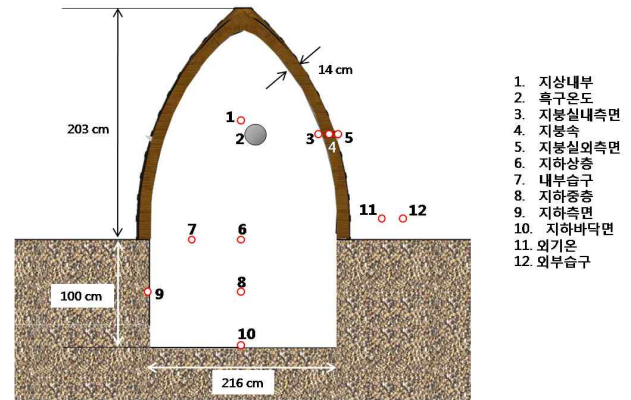


Figure 2. Scale and thermocouple installation points of the Um house reproduced

Table 1. Detailed dimension of Um house reproduced

	제원	치수
지상부 (원추형 이영지붕)	이영지붕두께	14 cm
	지붕내부높이	189 cm
	지붕외부높이	203 cm
	원추형 지붕 밑면 내부반경	108.6 cm
	원추형 지붕 밑면 외부반경	122.6 cm
	지붕 표면 길이	220 cm
	지붕 표면적	8.47 m ²
지하부 (원통형)	움 깊이	100 cm
	움 반경	108 cm

그림 2 에서 보는 바와 같이 움 깊이는 100cm이고, 직경이 216cm인 원형으로 하였으며, 움벽은 태양건조 흙벽돌을 쌓아 진흙 특성을 유지하도록 하였다.

- 5) 김도경, 주남철, 상계논문, pp.179
- 6) 김도경, 주남철, 상계논문, pp.179~183

여름철에 움으로 들어오는 침수를 막기 위하여 지표면에 비닐커버를 설치하였다. 지붕은 원뿔형으로 서까래의 한쪽 끝을 지면에 직접 경사지게 세우고 그 끝이 움 중앙상부의 한 점으로 모이도록 하였다.

지붕 수직높이는 203cm, 이영지붕두께는 벚짚으로 엮은 이영을 두 겹으로 덮어 그 두께가 14cm가 되게 하였다. 기타 세부치수는 표 1과 같다.

2.2 실험 방법

본 실험은 2011년 5월부터 2012년 2월까지 10개월간 대한민국의 충청북도 청주시(위도 : 36°40', 경도 : 127°30')에서 그림 2, 표 2 같이 위치별로 온, 습도 및 흑구온도를 측정 분석하였다.

실험변수는 인위적으로 제어하지 않고 자연 상태의 기후변화를 적용하였다.

Table 2. Measurement items and installation position

측정항목	측정위치	도구
1.지상내부 기온	지상 1.5m 높이	온도측정 thermocouples
2.흑구 온도	지상 1.5m 높이	
3.지붕실내측면 온도	지상 1.5m 높이	
4.지붕속 온도	지상 1.5m 높이	
5.지붕실외측면 온도	지상 1.5m 높이	
6.지하상층 기온	지하층과 지상층 경계	
7.내부습구온도	지하층과 지상층 경계	
8.지하중층 기온	지하바닥에서 50cm 높이	
9.지하측면	지하바닥에서 50cm 높이	
10.지하바닥면 온도	바닥 밑 3mm	
11.외기온	지상 50cm 높이	
12.외부습구온도	지상 20cm 높이	

그림 3과 같이 외기온 변화에 따라 지붕내부 온도, 움집 실내 건구온도와 습구온도를 20분 간격으로 감지, 측정하여 데이터 수집시스템을 통하여 컴퓨터에서 자동으로 기록 되도록 하였다.

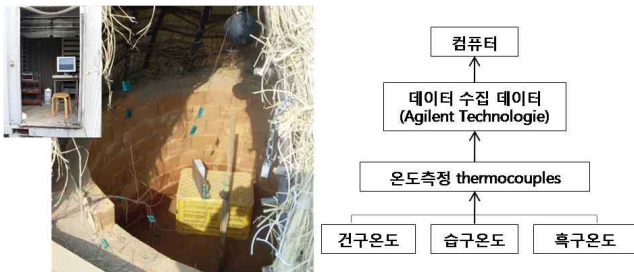


Figure 3. Data collection block-diagram

3. 실험 결과 및 고찰

움집의 내외 온도 및 상대습도 변화를 측정 분석함으로써 계절에 따른 신석기시대 움집의 생활공간 쾌적도를 분석, 정리하였다.

3.1 외기온이 영상인 1일간 시간변화에 따른 움집 각

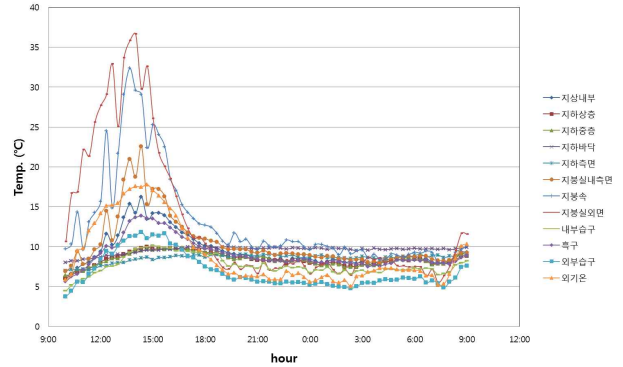


Figure 4. Temperature variation of in/outdoor air of Um house (Nov 16th - 17th, 2011)

부위의 온도변화 (2011년 11월 16 / 17일)

그림 4 에서 보는 바와 같이 14시경 외기온이 17°C 일 때 이영지붕 표면온도는 37°C로 외기온 보다 20°C 높게 나타났으며, 이때 이영지붕 속 온도는 32°C로 나타났다.

외기온은 19시부터 6~7°C로 다음날 아침 9시까지 일정하게 유지되었으며, 이때 움집 실내공기온도는 8~9°C를 유지하였다. 그리고 오전 10시부터 18시까지 주간 외기온이 7~18°C일 때 실내공기온도는 7~15°C를 유지하였다.

이상과 같은 결과는 겨울철에 움집에서 난방 없이 주간에는 생활할 수 있으나 야간에는 간단한 난방이 필요함을 말해주고 있다.

3.2 외기온이 영하인 경우 1일간 시간변화에 따른 움집 각 부

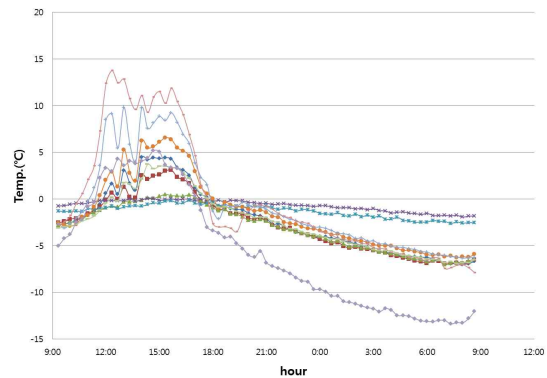


Figure 5. Temperature variation of in/outdoor air of Um house (Jan 6th - 7th, 2012)

위의 온도변화 (2012년 1월 6 / 7일)

그림 5 에서 보는 바와 같이 14시경 외기온이 4°C일 때 이영지붕 표면온도는 11°C로 외기온 보다 7°C 높게 나타났으며, 이때 이영지붕 속 온도는 9°C로 외기온 보다 5°C 높게 나타났다.

외기온이 -5℃에서 4℃로 변화하는 주간에는 움집 실내온도는 -3℃에서 4℃를 유지하였으며, 외기온이 -4℃에서 -13℃로 영하의 야간에는 움집 실내온도는 -2℃에서 -7℃로 이 경우 주, 야간에 난방이 필요함을 말해주고 있다.

3.3 움집 실내의 기온과 상대습도의 경시변화

하루 동안의 실내외 기온과 실내외의 상대습도 변화를 분석한 결과 그림 6과 그림 7에서 보는 바와 같이, 움집 내외 기온의 변화와 상대습도 변화와의 관계는 일반적 현상과 같이 움집의 실내외 기온이 상승하면 상대습도는 감소하고 기온이 하강하면 상대습도는 증가하는 것으로 나타났다. 실내공기의 상대습도 변화는 외기의 상대습도 변화보다 20%정도 낮게 나타난 것으로 보아 움집은 습도

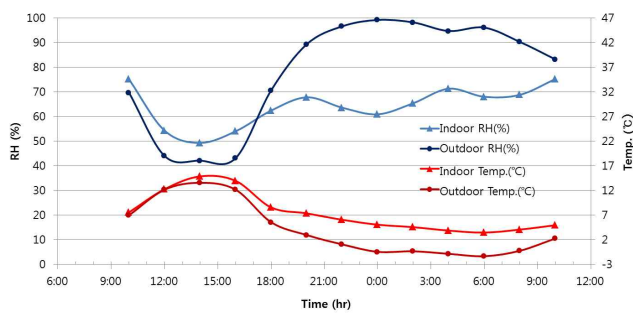


Figure 6. Variation of in/outdoor air temp. and relative humidity(RH) with time in Um house (Nov 14th, 2011)

조절 성능을 갖고 있는 것으로 파악된다. 겨울철(2011년 11월 14일) 실내외 온, 습도를 실험 분석한 결과를 나타낸 그림 6에서 보는 바와 같이 실내외 온도가 13~14℃ 일 때 실내외 상대습도는 40~50%로 최소값을 보였으며 실내외 온도가 1~5℃ 일 때 외기의 상대습도는 100%를, 실내상대습도는 60~70%로 최대치를 보였다. 최소 상대습도의 경우에는 실내외 습도차이가 크지 않으나, 최대 상대습도의 경우에는 실내상대습도가 실외 상대습도보다 30% 낮았으며, 이와 같은 현상은 움집의 습도를 낮게 억제하여 60~70%에 접근시키는 결과를 보여주고 있다.

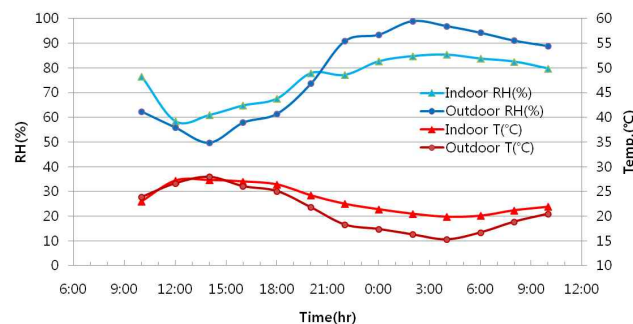


Figure 7. Variation of in/outdoor air temp. and RH with time in Um house (June 13th, 2011)

여름철(2011년 6월 13일) 실내외 온, 습도 변화를 실험정

리한 그림 7을 살펴보면 다음과 같다.

주간 13시에 실내외 온도는 23℃로 일치하였으며, 이때 실내외 상대습도는 50~60%로 최소값을 보였으며 실외 상대습도가 실내 상대습도보다 10% 낮게 나타났다.

03시에 실내외 공기온도는 15~20℃를 보였으며 실내외 온도가 실외기온보다 5℃ 높게 나타났으며, 이때 실내외 상대습도는 52~59%로 최대치를 보였으며, 실내상대습도가 실외상대습도보다 7% 낮게 나타났다. 그림 6에 나타난 겨울철 실내외 상대습도보다 겨울철 실내외 상대습도 차이가 적게 나타났으며, 여름철 상대습도는 겨울철보다 쾌적도에 접근하고 있음을 보여주었다.

이와 같은 결과는 여름철 움집의 냉방과 습도조절 필요성이 없음을 타나내고 있으며, 겨울철 움집은 난방을 필요로 하지만 습도조절은 필요하지 않음을 보여주고 있다.

3.4 외기온 변화에 따른 실내외 상대습도

그림 6과 그림 7에서 경시별 상대습도와 기온 변화를 분석한 데이터를 바탕으로 기온 변화에 따른 실내외 상대습도 변화를 분석하였다.

겨울철(2011년 11월 14일) 움집의 실내외 기온변화에 따

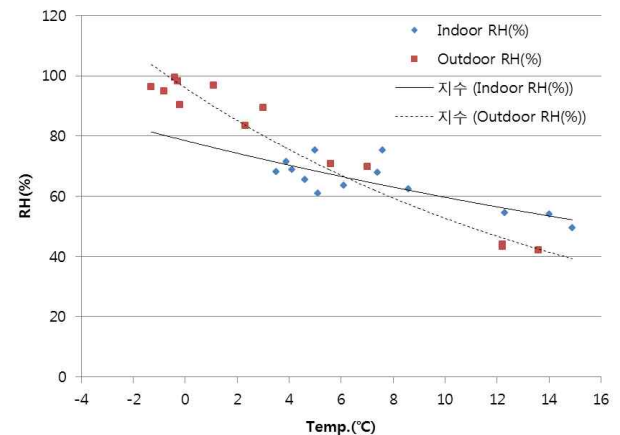


Figure 8. Variation of in/outdoor RH with in/outdoor air temp. (Nov 14th, 2011)

른 상대습도 변화를 그림 8과 같이 분석 정리하였다.

그림 8에서 보는 바와 같이 겨울철 외기온이 6℃일 때 실내외 상대습도가 같은 값을 보였으며 외기온이 6℃이하인 경우에는 움집 실내 상대습도가 65~70%로 실외 상대습도 65~100%보다 낮게 나타났으며, 외기온이 6℃보다 높은 온도에서는 실내상대습도가 65%에서 55%로 감소하는 현상을 보였고 실외상대습도가 65%에서 40%로 감소함으로써 실내상대습도 감소율이 실외 상대습도 감소율보다 높게 나타났다.

2011년 6월 13일에 측정된 여름철 움집의 실내외 기온변화에 따른 상대습도 변화 양상을 그림 9을 통해 살펴보면, 겨울철과 같이 실내 상대습도의 변화가 완만하게 나타나고 있다. 기온이 상승함에 실내외 상대습도의 차이가 커졌으며, 기온이 하강함에 따라 상대습도의 차이가 좁혀지는

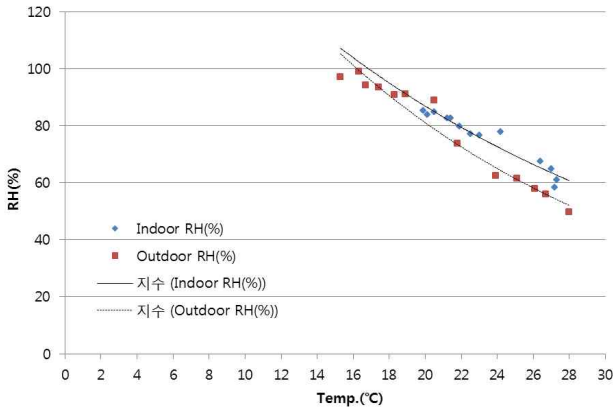


Figure 9. Variation of in/outdoor RH with in/outdoor air temp. (June 13th, 2011)

것으로 나타나고 있다.

그림 8과 그림 9에서 보는 바와 같이 여름철과 겨울철 모두 기온 상승에 따라 움집 실내의 상대습도가 감소하는 일반적인 자연적 현상을 명확히 보여주고 있으며, 실내 상대습도의 변화는 실외 상대습도의 변화에 비해 그 변화양상이 완만한 것으로 나타났다.

이 두 경우 모두 기온이 낮거나 높을수록 상대습도의 차이가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 움집을 구성하는 흙벽과 볏짚이엉이 움집 실내의 보습성능을 가지고 있음을 보여주는 것이라고 할 수 있다.

3.5 평균 외기온에 따른 실내의 기온 변화

그림 10에서 보는 바와 같이 평균 외기온 15°C를 기준으로 이하일 경우는 실내기온이 외기온보다 높게 나타났으며 평균 외기온이 낮아질수록 실내외 기온 차이가 증가하는 것으로 나타났다. 평균 외기온이 15°C 보다 높아질수록 실내기온이 외기온보다 낮고, 그 차이가 더 크게 나타났다.

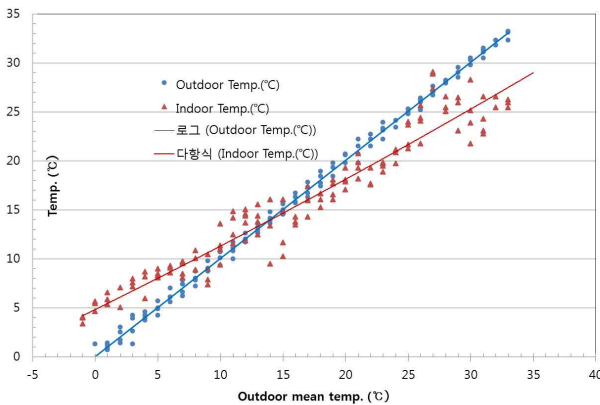


Figure 10. Variation and differential of in/outdoor air temp. (May, 2011 ~ November, 2011)

외기온 0°C 경우 실내기온은 난방 없이 5°C 높게 나타났고, 외기온 30°C 경우 실내기온은 5°C 낮았다. 이와 같은 현상은 움집에서 냉난방 에너지 절약에 대한 가능성을 보여주었다고 할 수 있다.

3.6 시간 변화에 따른 실내외 공기의 엔탈피 (Enthalpy)와 상대습도 변화

여름철(2011년 5, 6월) 시간변화에 따른 움집 실내외의 상대습도 및 엔탈피 변화는 그림 11에서 보는 바와 같이 엔탈피 변화와 상대습도변화 곡선은 상호대칭을 이루고 있다. 상대습도가 높으면 엔탈피가 낮고, 상대습도가 낮으면 엔탈피가 상승하는 자연현상을 명확하게 보여주고 있다.

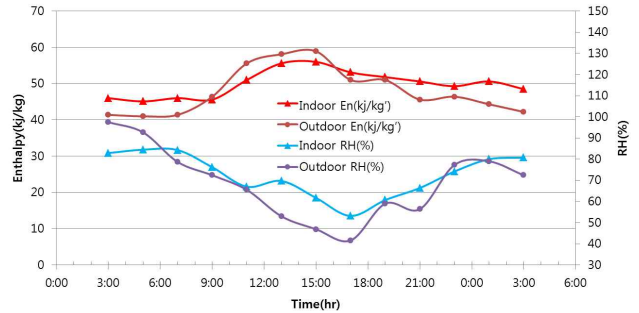


Figure 11. Variation of in/outdoor air enthalpy and RH with time in Um house (May 25th, 2011)

그림 11과 같이 2011년 5월 25일에 측정된 결과를 보면, 실외 상대습도가 100%일 때, 실외 공기의 엔탈피는 40kj/kg 이었고, 이때 실내 상대습도는 80%에서 실내 공기의 엔탈피는 46kj/kg 이었다. 주간 15시에 실외 상대습도가 48%로 낮았으며, 이때 실내 상대습도는 61%에서 실내 공기의 엔탈피는 124kj/kg로 가장 높았다.

실내외의 상대습도와 엔탈피의 변화추이를 보면, 실외 상대습도가 100%에서 48%로 52% 하강함에 따라 실외 공기의 엔탈피는 41kj/kg에서 132kj/kg로 상승할 때, 실내 상대습도는 81%에서 62%로 19% 감소하고 실내 공기의 엔탈피는 46kj/kg에서 125kj/kg로 75kj/kg 증가하는 현상을 보였다.

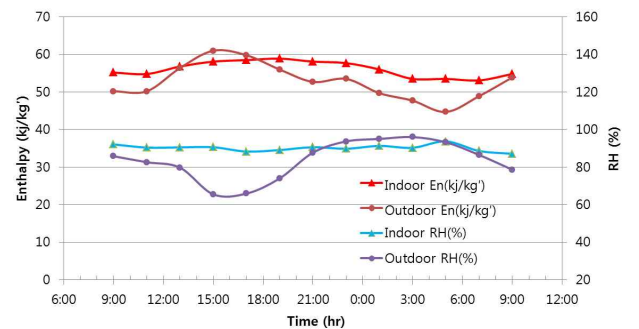


Figure 12 Variation of in/outdoor air enthalpy and RH with time in Um house (June 9th, 2011)

2011년 6월 9일에 측정된 결과인 그림 12를 살펴보면, 실내 상대습도는 88~92%정도로 완만한 변화를 보여주었고, 이와 함께 실내 공기의 엔탈피도 128~138kj/kg의 적은 변화 양상을 띄고 있는 상태에서 실내 공기의 엔탈피가 하강하는 3~7시간대에 실내 상대습도가 소폭 상승함을

보여주고 있다. 이를 통해 그림 11과 함께 상대습도와 엔탈피가 밀접한 관계를 가지고 있는 자연현상을 분명히 확인할 수 있었다.

실내의 상대습도와 엔탈피의 변화추이를 보면, 주간 15시에 실외 상대습도가 65%로 낮았으며, 이때 실내 상대습도는 85%이었고, 실외 공기의 엔탈피는 57kj/kg로 상승하였다. 야간 21시에서 03시 사이에 실외 상대습도가 84%에서 95%로 상승할 때 실외 엔탈피는 52kj/kg에서 48kj/kg로 감소하였다. 이때 실내 상대습도는 90%에서 소폭 증가 추세를 보이고 있었다.

3.7 실내의 공기의 상대습도와 엔탈피(Enthalpy)와의 관계

공기(이상기체)중에 저장되는 에너지(Q)는 내부에너지(u)와 압력과 비체적 관계로 형성되는 유동에너지($p v$)의 합으로 이루어진다. 수식으로 표현하면, $Q = u + p v$ 이다. 그리고 내부에너지는 Joule에 의하여 온도만의 함수임이 실증되었으며, 유동에너지는 이상기체의 경우 $p v = R T$ 의 상태방정식으로 되기 때문에 유동에너지 $p v$ 로 온도만의 함수이다. (R : 이상기체의 기체상수) 따라서 엔탈피, $Q = Q(T)$ 로 온도함수로 된다.⁷⁾

이상과 같은 이론을 근거로 신석기시대 움집의 실내외에서 변화하는 상대습도와 엔탈피에 관하여 실험, 분석 정리하였다.

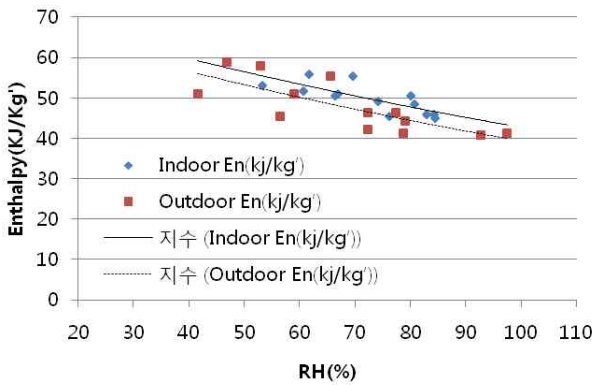


Figure 13. Variation of in/outdoor air enthalpy with RH in Um house (May 25th, 2011)

그림 13에서 보는 바와 같이 여름철(2011년 5월 25일)에 실내외의 상대습도가 40%에서 100%로 증가함에 따라 외기의 엔탈피는 55kj/kg에서 40kj/kg로 감소하였으며, 실내공기의 엔탈피는 58kj/kg에서 42kj/kg로 감소함으로써 실내공기의 엔탈피가 실외공기의 엔탈피보다 높게 나타났으며, 실내외의 공기중의 상대습도와 엔탈피는 반비례 관계로 나타났다.

그림 13과 같은 여름철이지만 6월 9일의 경우, 상대습도와

엔탈피와의 관계는 그림 14와 같이 분석되었다.

그림 14에서 보는 바와 같이 실외 상대습도가 65%에서 97%로 증가함에 따라 실외공기의 엔탈피는 60kj/kg에서 47kj/kg로 감소하였고, 움집 실내공기의 상대습도가 85%에서 97%로 증가할 때, 실내공기의 엔탈피는 58kj/kg에서 53kj/kg로 감소폭이 실외공기의 경우보다 적었다. 이 경우에도 상대습도와 엔탈피의 관계는 실내외 모두 반비례 현상을 보였다.

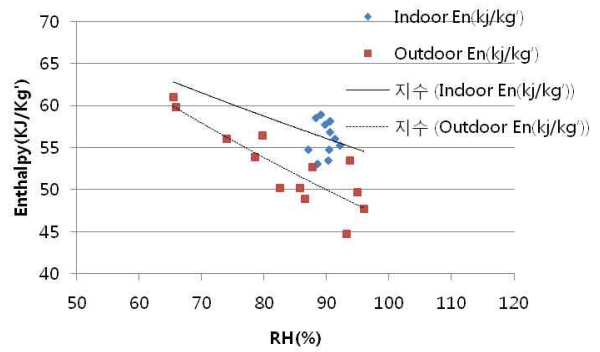


Figure 14. Variation of in/outdoor air enthalpy with RH in Um house (June 9th, 2011)

그림 15의 경우에도 상대습도와 엔탈피와의 관계는 같은 경향을 보였으나, 외기의 상대습도변화가 날씨에 따라 다르기 때문에 세부적 변화는 서로 다르게 나타났으나 전체적인 경향은 같은 현상을 보였다. 그림 15에서 보는 바와 같이 실내외의 공기의 상대습도가 55%에서 100%로 증가하는 경우 실외공기의 엔탈피는 60kj/kg에서 45kj/kg로 감소하였으며, 움집의 실내공기 엔탈피가 실외공기의 엔탈피보다 큰 값을 보였으나, 두 경우는 모두 상대습도와 엔탈피는 상호 반비례 관계를 보였다.

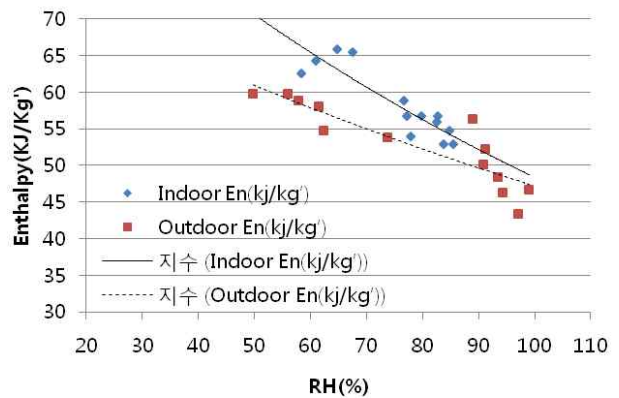


Figure 15. Variation of in/outdoor air enthalpy with RH in Um house (June 13th, 2011)

그림 8과 그림 9에서 나타나고 있는 바와 같이 상대습도와 온도와의 상호 반비례 관계를 나타내고 있으며, 앞에서 제시한 엔탈피에 관한 이론식에서 엔탈피는 온도만의 함수임으로, 그림 13과 그림 14, 그리고 그림 15에 나타나고

7) Michael A. Bales, Thermodynamics: An Engineering Approach, Third Edition, W.C.Brown, 1998

있는 엔탈피와 상대습도 관계에서 온도와 반비례하는 상대습도가 증가함에 따라 엔탈피가 감소하는 실험적 분석 결과는 엔탈피 이론식에 부합하는 것으로 사료된다.

지금까지 엔탈피와 온도와의 관계는 이론적으로 정리되었으나, 엔탈피와 상대습도와의 관계가 이론적으로나 실험적으로 분석 정리된 자료는 쉽게 찾아 볼 수 없는 실정이다. 본 연구에서 움집을 중심으로 앞으로 실내의 공기 중에 상대습도와 엔탈피 관계를 이론 및 실험적 분석을 통하여 바람직한 열환경 조성을 위한 자료를 제공해야 할 것으로 사료된다.

3.8 계절에 따른 쾌적도 변화

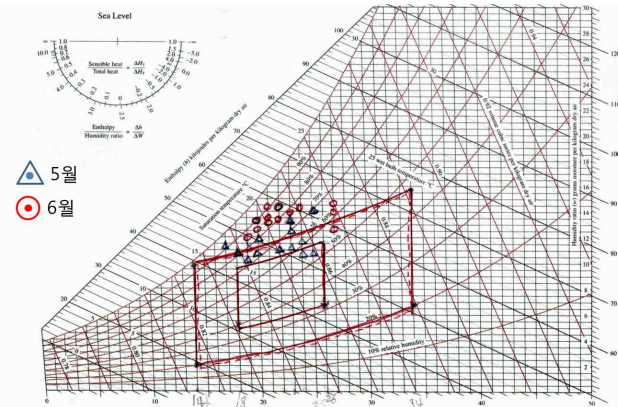


Figure 16(a). Comfort degree of Um house (May ~ June, 2011)

그림 16(a)에서 보는 바와 같이 2011년 5월에 측정된 온도-습도는 허용 쾌적도 영역에 접근하였으나, 6월 하절기에 가까워질수록 상대습도가 증가하여 쾌적영역에서 벗어나는 경우가 많았다.

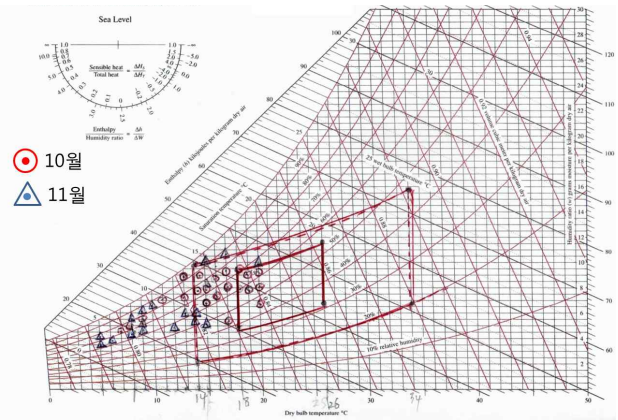


Figure 16(b). Comfort degree of Um house (October ~ November, 2011)

그림 16(b)에서 보는 바와 같이 가을철 10월과 11월경에는 기간 중 3/4는 쾌적영역에 해당하였고, 그 중 절반이상은 최적 쾌적영역에 포함되었다. 5월의 쾌적도 보다 다소 쾌적도가 높은 날이 더 많았다. 11월에는 기온이 하강함에 따라 상대습도가 유지됨에도 쾌적도가 감소하였

다.

한국기후의 특성상 하절기에 가까울수록 대기의 상대습도가 증가함으로 움집의 쾌적도를 향상시키기 위해서는 하절기 상대습도를 감소시킬 수 있는 방안이 모색되어야 할 것으로 사료된다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 고고학적 자료를 기반으로 신석기시대 움집을 재현하여, 자연기후 조건 하에서 실험적으로 분석하여 그 주거공간의 열 환경 특성을 분석하였다. 신석기시대 이영지붕 움집의 열환경 특성 분석결과를 다음과 같이 정리할 수 있다.

1) 14시경 주간 외기온이 17°C 일 때 이영지붕 표면 온도는 37°C로 외기온보다 20°C 높게 나타났고, 지붕 속 온도는 32°C로 외기온 보다 15°C 높게 나타났다. 이때 움집 실내 온도는 7~15°C를 유지하였다. 외기온이 -5°C에서 4°C로 변화하는 겨울철 주간의 움집 실내온도는 -3°C에서 4°C를 유지하였고, 외기온이 -4°C에서 -13°C인 야간에는 움집 실내온도는 -2°C에서 -7°C로 주, 야간 모두 난방이 필요함을 알 수 있었다.

2) 겨울철(11월)의 외기 상대습도가 40%로 감소할 때 실내 공기의 상대습도는 50%로 증가하였고, 외기의 상대습도가 90~100%로 증가할 때 실내공기의 상대습도는 60%를 유지하였다. 여름철(6월)인 경우, 움집 외부의 상대습도가 50%로 감소할 때 실내의 상대습도는 60%로 증가하였다. 외부의 상대습도가 100% 가까이 증가할 때, 실내의 상대습도는 82% 정도로 감소하였다. 이와 같은 실내의 상대습도와 기온의 경시 변화에 관한 계절별 실험결과를 통해, 여름철과 겨울철 모두 움집 구조를 구성하고 있는 흙벽과 벗짚이엉이 습도 조절성능을 가지고 있음을 확인할 수 있었다.

3) 5월부터 11월까지 측정된 움집의 실내외 기온의 변화 추세를 분석한 결과, 외기온 0°C 경우 실내기온은 난방 없이 5°C 높게 나타났고, 외기온 30°C 경우 실내기온은 5°C 낮았다. 이와 같은 분석 결과를 통해, 움집의 건축구성이 냉난방 에너지 절약에 대한 가능성을 가지고 있음을 확인할 수 있었다.

4) 엔탈피와 상대습도 관계에서 온도와 반비례하는 상대습도가 증가함에 따라 엔탈피가 감소하는 실험적 분석 결과는 엔탈피 이론식에 부합하는 것으로, 냉난방 에너지를 절약하기 위해서 쾌적도 범위 안에서 상대습도를 낮추는 것이 합리적임을 확인할 수 있었다.

5) 기온과 습도에 의하여 변화하는 움집 실내 쾌적도는 계절에 따라 크게 변화하였다. 10~11월에는 움집 실내 쾌적

도가 허용 쾌적도에 접근 하였으나, 5~6월의 움집 실내 쾌적도는 10~11월에서 보다 낮은 수준의 쾌적도를 보였다. 하절기 움집의 쾌적도를 향상시키기 위해서 상대습도를 감소시킬 수 있는 방안이 모색되어야 할 것으로 사료된다.

신석기시대 움집은 원시주거이면서 또한 친환경, 저에너지형 주거이다. 현대 주거공간에 비해 여러 가지 면에서 원시적 문제점을 갖고 있으나, 그 공간구성에 의하여 얻을 수 있는 열 효율적 측면에서 위와 같은 여러 가지 이점을 가지고 있음을 확인할 수 있었다. 신석기 시대 움집의 열 환경은 원시적 수준의 건축유물이 아닌 현대 주거환경 디자인에 있어 친환경적 저에너지 주거로 개발될 수 있는 잠재성을 가지고 있는 것으로 판단된다.

앞으로, 오랜 전통으로 이어온 벗짚 이엉으로 된 지붕과 흙으로 구성된 우수한 보온성과 열저장 및 전열 특성을 이론과 실험을 통하여 일반화된 모델을 정립해가는 과정에서 친환경 농촌주택 표준화에 기여할 수 있는 자료를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Michael A. Bales, Thermodynamics: An Engineering Approach, Third Edition, W.C.Brown, 1998
2. Michael J. Moran Fundamentals of engineering thermodynamics, 6th Edition, WILEY, 2008
3. Fitch. J. Marston, Branch D. P., Primitive architecture and climate, Science American, 1960
4. Norbert Schoenauer, 김연홍 역, 집-6000년 인류주거의 역사, 다우출판, 2004
5. 신영훈, 한국의 살림집, 열화당, 서울, 1983
6. 김주봉, 리신호, 온돌 그 찬란한 구들문화, 청홍사, 2006
7. 윤원태, 한국의 전통초가, 재원, 1998
8. 김홍식, 선사시대 살림집의 구조에 대한 연구, 문화재, 제11호, 1977
9. 김홍식, 암사동 움집 복원고, 문화재, 제18호, 1985
10. 임영진, 움집의 분류와 변천, 한국고고학보, 제17-18합집, 1985
11. 김도경, 주남철, 신석기시대 움집의 구조와 변천에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 제14권 10호, 1998
12. 구자진, 신석기시대 움집의 복원과 의미, 야외고고학 10호, 2011
13. 정건채, 미국 제임스타운 정착마을의 초기 주거형식과 체험프로그램 연구, 대한건축학회 논문집 제27권 5호, 2011
14. 정건채, 북미 인디안 커뮤니티의 구성원리와 주거공간에 관한 연구, 한국농촌건축학회 논문집 제14권 4호, 2012
15. M. K. Singh, S. Mahapatra, S.K. Atreya, Solar passive features in vernacular architecture of North-East India, Solar Energy 85, 2011
16. R. Manriquez, V. Fuentes and L. Guerrero, Traditional architecture and bioclimatic design-case of study: Tecozautla, Hgo. Mexico, 23th Conference on passive and low energy architecture, 2006
17. Tawfiq M. Abu-Ghazze, Vernacular architecture education in

the Islamic society of Saudi Arabia: Towards the development of an authentic contemporary built environment, Habitat INTL 21, 1997

접수일자 : 2014. 1. 10
 심사완료 : 2014. 2. 20
 게재확정 : 2014. 2. 22