

그림1. 통나무집 도면

표1. 측정 일시

내용	시간(2006.01.02.~03.)
24시간 측정	02일 13:30~03일 13:30 실내·외 측정
주관평가	02일 14:30, 17:30, 21:30 3회 평가 03일 06:30, 10:00, 13:30 3회 평가

(1) 실내·외 열환경 측정

실내 물리적인 환경요소의 측정은 Portable Indoor Air Quality Monitor(BABUC/A, LSI) 2set로 통나무집의 실내와 실외에서 24시간 동안 동시 측정하였다.

그림2는 통나무집의 실내·외 측정장면이다.

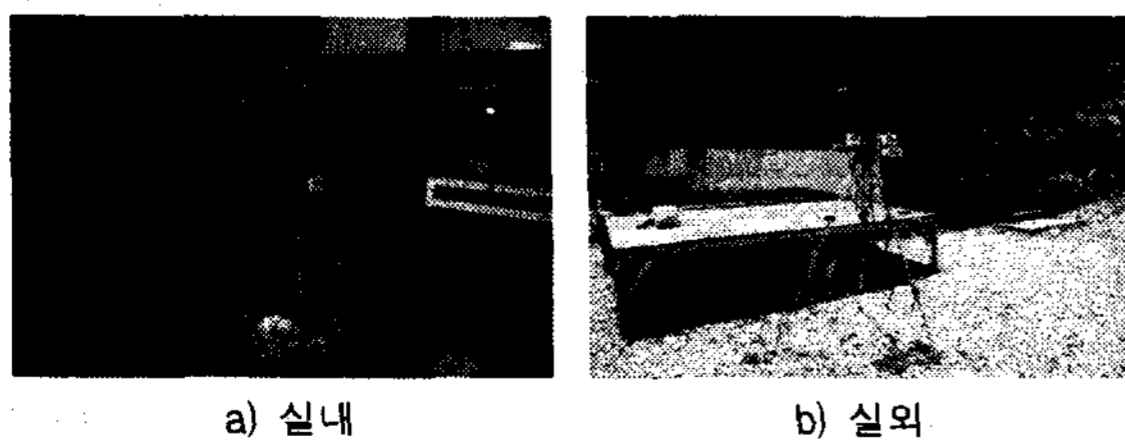


그림2. 실내·외 물리적 요소 측정 장면

통나무집의 실내 측정점은 실중앙 바닥에서 수직 0.6m 높이(방바닥에 앉았을 때 사람의 얼굴 높이)에 측정기기를 설치하였으며, 실외 측정점은 외벽에서 3.0m 이격된 곳으로 바닥에서 수직 1.5m 높이(서 있을 때 사람의 얼굴 높이)에 측정기기를 설치하였다.

측정한 물리적인 요소는 건구온도(dry bulb temp.; DBT), 습구온도(wet bulb temp.; WBT), 노점온도(dew point temp.; DPT), 복사온도(black globe temp.; BGT), 상대습도(relative humidity; RH), 기류속도(air velocity; V) 등이다.

(2) 재실자에 의한 주관평가

주관 평가시 피험자는 혈압과 체온을 측정하고 안정된 상태에서 평가에 임하도록 하였으며, 정상 혈압(120~129/80~84 mmHg), 정상 체온(귀 35.8℃~38.0℃)의 범위를 벗어나는 경우에는 평가결과분석에서 제외시켰다.

피험자의 성별 구성은 남자 8명, 여자 2명이었고, 연령별 구성은 20대 8명, 30대 1명, 40대 1명으로 총 10명을 대상으로 하였으며, 주관평가시 착의량과 활동량은 1.5clo, 1met 정도였다.

주관 평가는 24시간 중 수면시간(오후 10시부터 오전 6시까지 8시간)을 제외한 나머지 16시간 중에서 3~4시간 간격으로 실내에서만 총 6회 실시하였다.

설문조사에 사용된 설문지의 구성은 표2와 같고, 평가 척도는 표3과 같다.

본 연구에서 사용된 평가척도는 Gagge, Stolwijk & Hardy(1967)의 「온냉감과 쾌적감의 카테고리 스케일」을 기준으로, '건습감'과 '건습감의 쾌감'에 대한 항목을 추가 구성하였다.

표2. 설문 구성 및 내용

설문 구성	설문 내용
사회통계학적 조사 물리적 환경	성별, 연령, 주거 형태 평가 시간, 온도, 습도, 대기압
재실자의 정신적, 신체적 상태 체크	정신적, 신체적 상태, 수면시간, 피부온도, 활동량(met), 착의량, 혈압, 체온, 키, 체중
실내 환경에 대한 주관적 평가	온냉감, 건습감 평가 온냉감의 쾌적감, 건습감의 쾌적감 평가

표3. 주관평가 항목별 평가척도

항목	척도	-3	-2	-1	0	1	2	3
온냉감		춥다	서늘하다	약간 서늘하다	중립	약간 따듯하다	따듯하다	덥다
온냉감에 대한 쾌적감		매우 불쾌	불쾌	약간 불쾌	쾌적	약간 불쾌	불쾌	매우 불쾌
건습감		매우 습하다	습하다	약간 습하다	중립	약간 건조하다	건조하다	매우 건조하다
건습감에 대한 쾌적감		매우 불쾌	불쾌	약간 불쾌	쾌적	약간 불쾌	불쾌	매우 불쾌

III. 실험 결과 및 분석

3.1. 24시간 실내·외 열환경 측정 결과

재실자가 있는 상태에서 실내 온열환경 요소를 24시간 측정된 결과는 그림 4, 5와 같다.

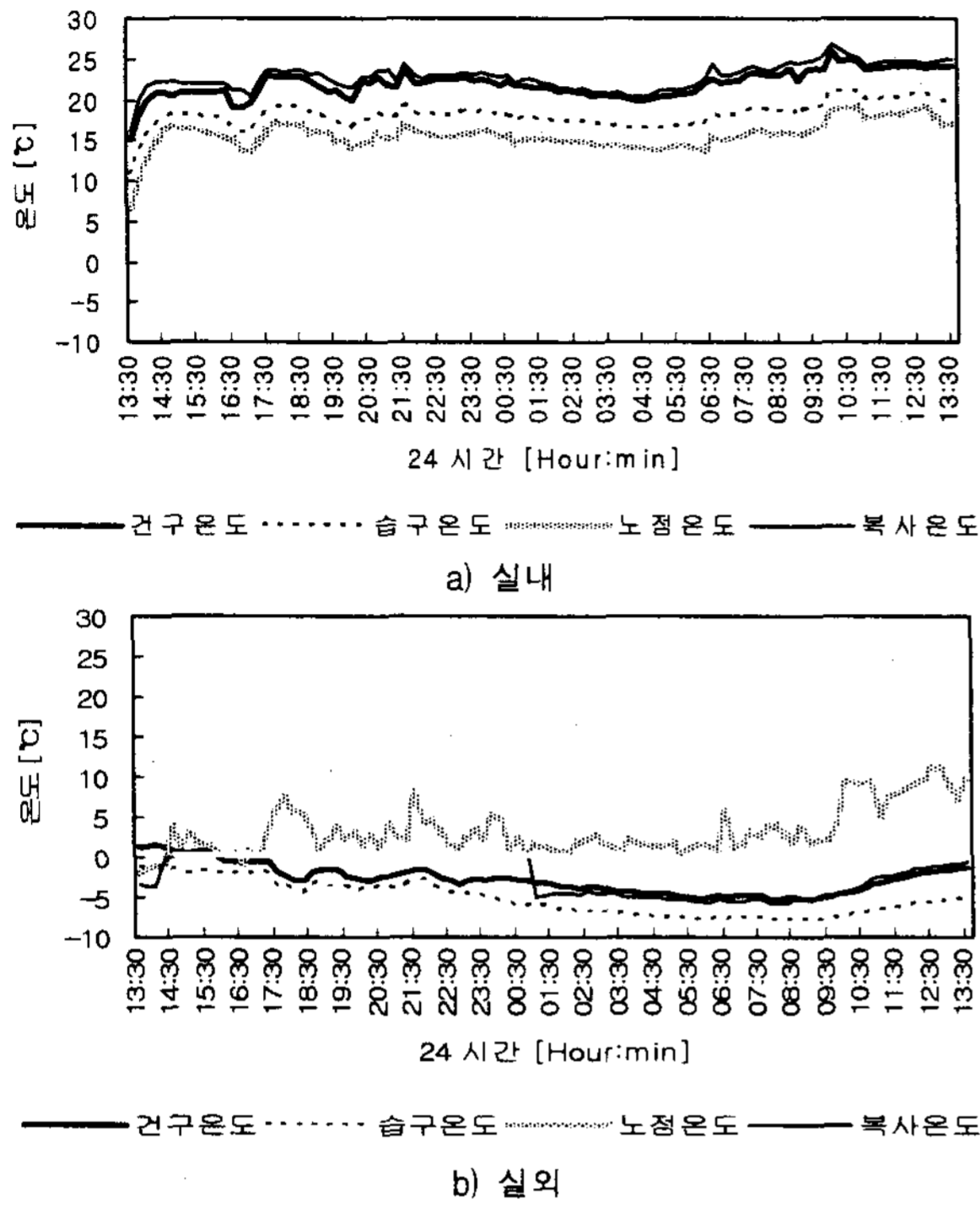


그림4. 건구온도, 습구온도, 노점온도, 복사온도

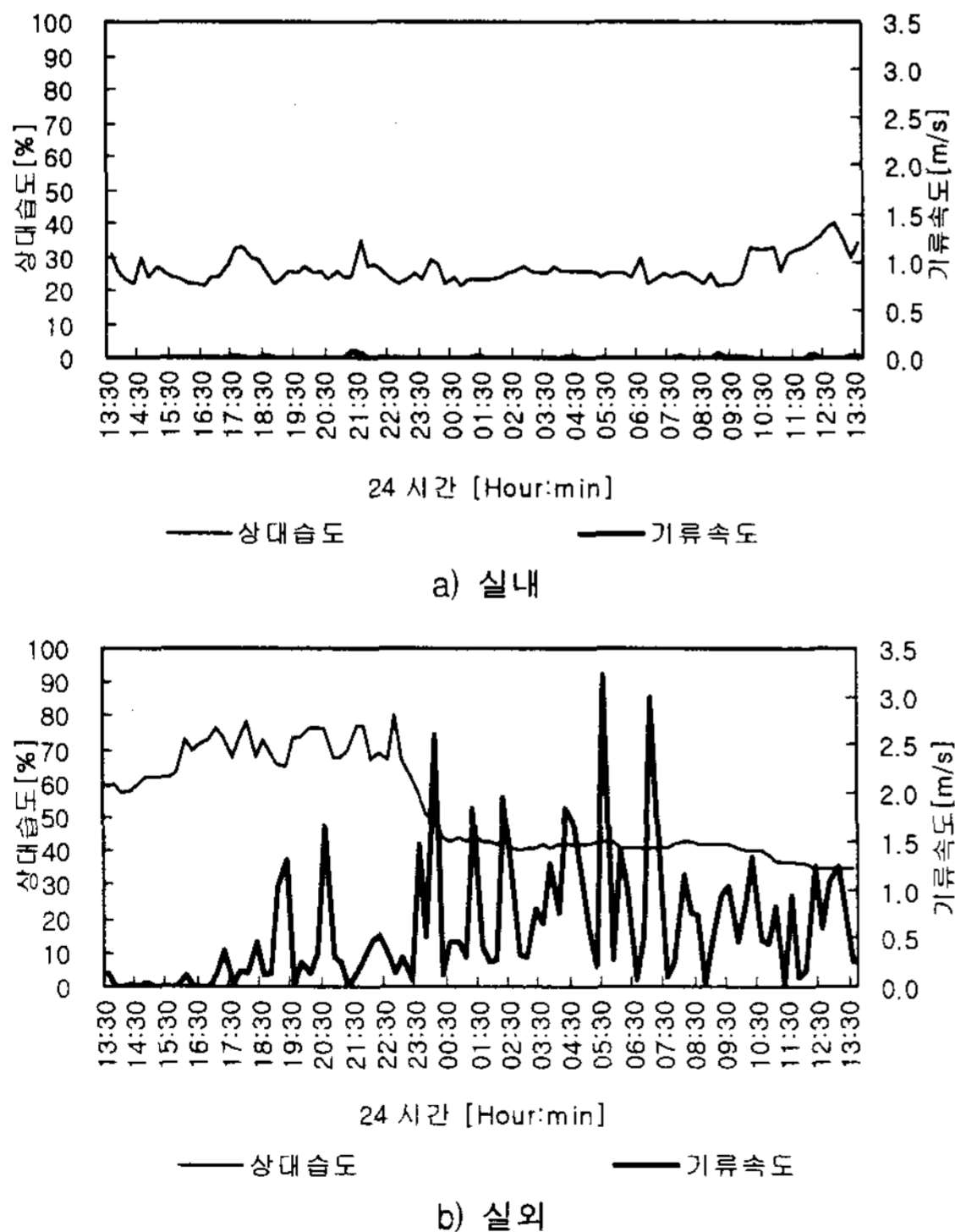


그림5. 상대습도, 기류속도

통나무집의 실내 평균 건구온도는 21.9℃(일교차 5.8℃), 실외는 -3.1℃(일교차 6.0℃)이고, 실내 평균 상대습도는 25.8%(일교차 19.0%), 실외는 52.1%(일교차 45.0%)로 나타났다.

기류속도는 실내가 평균 0.0m/s (일교차 0.1m/s)이고, 실외가 평균 0.7m/s (일교차 3.2m/s)이다.

실내 물리적인 요소의 평균값은 재실자에 의한 영향을 고려하여 주관평가지 30분 동안의 측정값과 24시간 측정 시작 전후 15분동안의 값을 제외하고 산출하였다.

3.2. 주관 평가 결과

1~6차의 주관평가지 실내·외 물리적인 환경은 표4와 같다.

표4. 주관평가지 실내·외의 온습도 측정값

측정값	일시	2006년 1월 02일			2006년 1월 03일		
		14:30 (1차)	17:30 (2차)	21:30 (3차)	06:30 (4차)	10:00 (5차)	13:30 (6차)
실내	온도(℃)	20.9	23.0	23.8	22.5	25.9	24.0
	습도(%)	30.0	32.0	35.0	30.0	33.0	34.0
실외	온도(℃)	0.9	-1.8	-1.7	-5.0	-4.4	-1.4
	습도(%)	60.0	68.0	77.0	41.0	40.0	35.0

주관평가지 실내 온습도 측정값을 ASHRAE의 에너지 절약기준에 의한 겨울철 설계 온습도 목표치(온도 22.0℃, 습도 30.0%)와 비교할 때, 실내 물리적인 환경만으로는 표4의 4차 평가의 측정 평균치인 온도 22.5℃, 습도 30%가 목표치에 가장 근접하였으나, 4차 측정의 경우 온냉감 측정치 편차가 크게 나타난 것으로 미루어 재실자의 기존생활환경 조건과 수면을 취한 후의 신체 상태 등에 영향을 받은 것으로 사료된다.

표5. PMV, PPD값과 주관평가값

주관평가차수	Thermal Comfort Meter 측정치		주관평가			
	PMV	PPD(%)	평가치		(%)	
			온냉감	건습감	온냉감 불쾌적감	건습감 불쾌적감
1차	0.72	16	2.1	1.3	0.8	0.8
2차	0.70	13	1.5	0.9	0.7	0.7
3차	0.75	17	1.5	1.3	0.5	0.9
4차	0.67	15	0.7	1.5	-0.2	1.1
5차	0.93	24	2.1	1.6	1.3	1.0

그림6은 표5의 주관평가값 중 '온냉감의 불쾌적감'과 '건습감의 불쾌적감' 값을 PPD값으로 환산하기 위한 표이다.

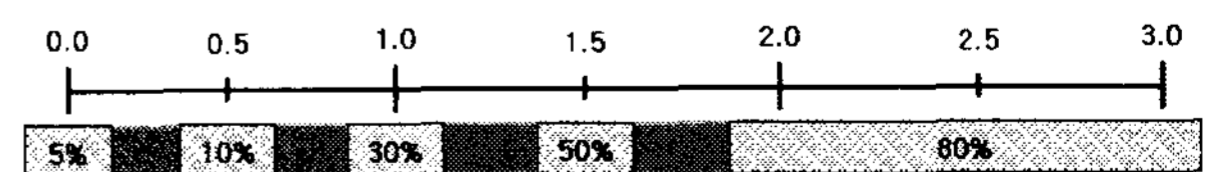


그림6. 주관평가지 평가 척도에 대한 PPD값 환산표

그림7은 Thermal Comfort Meter로 측정된 PMV, PPD 값과 주관평가값을 비교하기 위한 그래프이다.

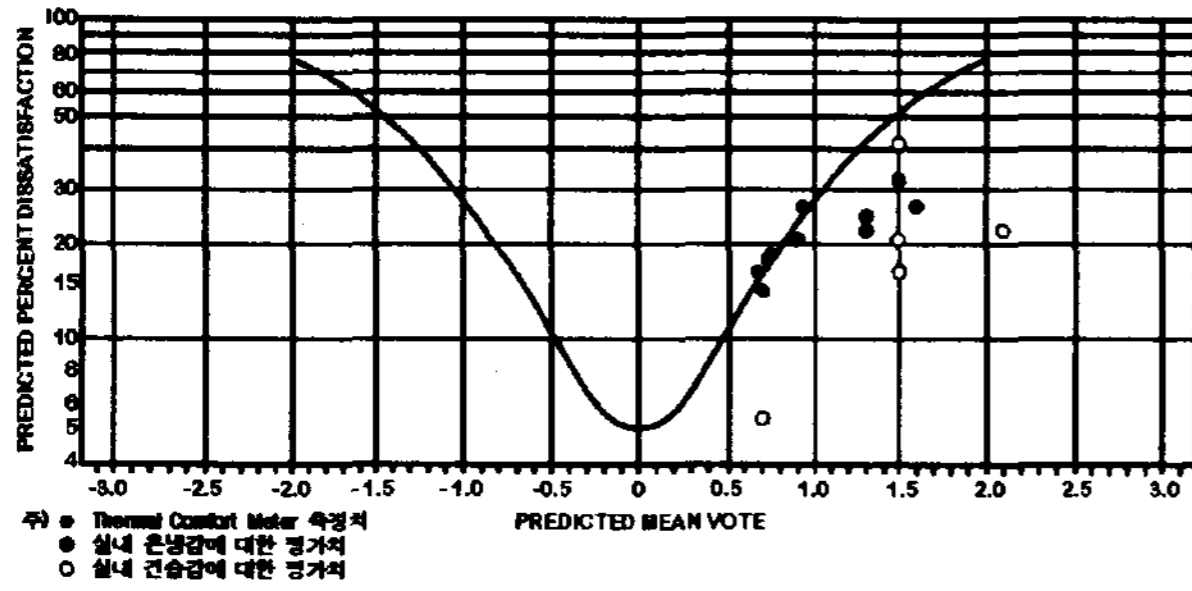


그림7. PMV, PPD 그래프에서의 비교 평가

실내 온냉감에 대한 평가에서는 PMV, PPD 측정값(0.9 < PMV < 1.6, 21% < PPD < 32%)이 온냉감 평가치(0.68 < PMV < 0.92, 15% < PPD < 27%)보다 좀 더 높게 평가되었으며, 습건감에 대해서는 측정시간에 편차가 심하게 나타남을 확인하였다.

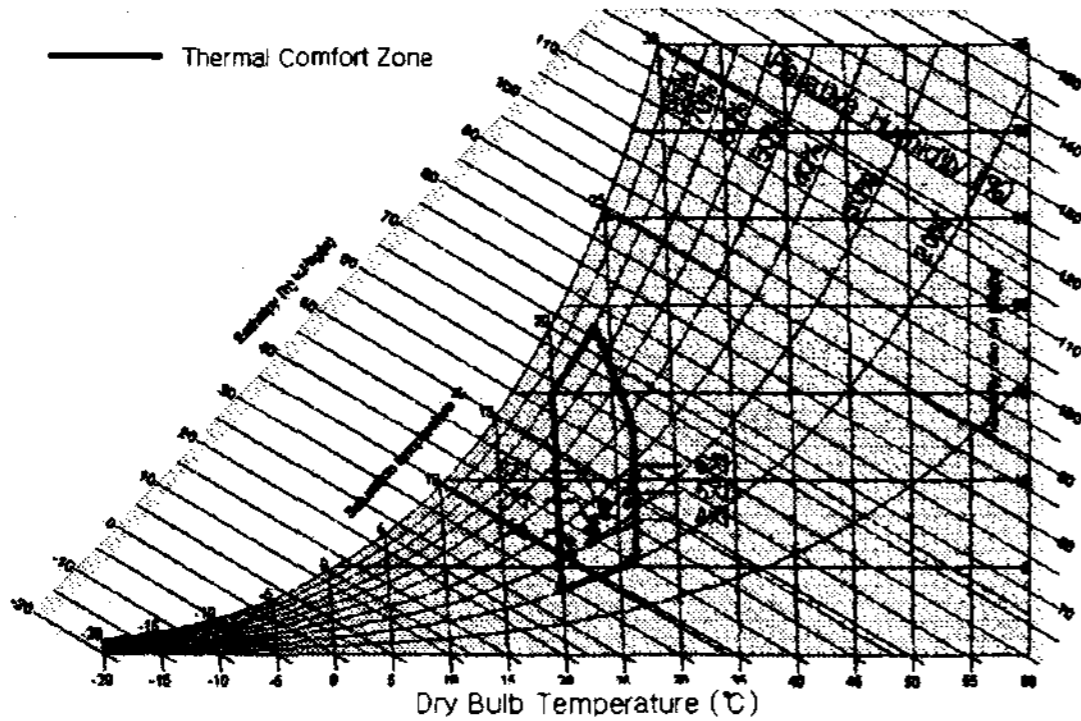


그림8. 통나무집의 실내 열환경 쾌적성 평가

그림8은 표4의 측정표를 Lechner의 「습한 공기선도 (psychrometric chart, 1991)」에 적용한 것으로 주관평가 시 실내의 온습도가 쾌적 범위에 만족하고 있는지를 확인하였다. 1차~6차의 주관평가시 온습도를 쾌적 열환경 범위에 적용한 결과 모든 환경이 쾌적 열환경 범위 안에 분포하고 있었다.

IV. 결론

본 연구에서는 자연휴양림내의 통나무집을 대상으로 선정하여 동절기 실내·외 물리적 환경 요소 측정 및 주관평가를 실시하였고, 높이별 온습도를 측정하여 그 결과를 분석하였다.

본 연구의 결론을 요약하면 다음과 같다.

1) 실내·외 열환경 측정 결과, 평균건구온도는 실내 22.0℃, 실외 -2.9℃로 나타났으며, 평균상대습도는 실내 25.8%, 실외 52.7%로 실내·외 온습도의 편차가 온도는 24.9℃, 습도는 26.9%로 나타났다. 이를 ASHRAE의 에너지 절약기준에 의한 겨울철 설계 온습도 목표치(온도 22.0℃, 습도 30.0%)와 비교할 때 측정된 온습도값이 목표치에 근접함을 확인하였다.

2) 주관평가 결과, 재실자의 주관평가 결과와 PMV·PPD 측정값을 비교한 결과, 실내 온냉감에 대한 평가에서는 재실자에 의한 온냉감 평가치(0.9 < PMV < 1.6, 21% < PPD < 32%)가 Thermal Comfort Meter로 측정된 PMV, PPD 측정값(0.68 < PMV < 0.92, 15% < PPD < 27%)보다 좀 더 높게 평가되었으며, 습건감에 대해서는 측정시간에 따라 편차가 심하게 나타남을 확인하였다.

이와 같은 결과로 통나무집의 실내 물리적 환경 특성에 대한 신뢰도를 높이기 위해서는 좀 더 장기간의 측정과 다수의 재실자를 대상으로 추가 실험이 진행되어야 하며, 다른 재료를 이용한 건축물과의 비교평가도 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 장극관 “환경친화적인 목조주택” 대한건축학회지 제27권 제5호(통권 제288집), 2003
2. 한국목조건축협회 <http://www.kwca.co.kr>
3. 성순택·강병근 “환경친화적 목조주택의 계획방향에 관한 연구” 대한건축학회 기술개발논문집, 제17권 제1호, 1997
4. 국찬·전지현·신용규, “흙집의 하절기 실내 환경 특성에 관한 고찰”, 대한건축학회 창립60주년기념 학술발표대회논문집, 제25권 제1호(통권 제49집), 2005
5. B.W. Olsen, Thermal Comfort, B&K Technical review, 1982
6. P.O.Fanger, Thermal Comfort, Mcgrow-Hill press, 1976
7. ASHRAE, ASHRAE Handbook 1985 Fundamentals