

屋内の 溫度, 相對濕度와 木材 平衡含水率의 年中 變異*¹

鄭希錫² · 李南浩³

Annual Variation in Temperature, Relative Humidity and Equilibrium Moisture Content of Wood in Indoor*¹

Hee-Suk Jung² and Nam-Ho Lee³

要 約

중부 지방에서 옥내의 목재 사용 4장소별로 기후치평형함수율은 온도와 상대습도를 근거하여 계산하고 실측평형함수율은 더그러스 퍼와 상수리나무 등 7수종의 기건 시험편을 1년간 공시하여 측정하였다. 조사된 각 장소의 연간 평균 온도와 상대습도는 아파트 안방이 23.3℃와 54.9%, 아파트 거실은 22.4℃와 59.5%, 사무실은 20.1℃와 57.0%, 단독주택의 거실은 19.4℃와 64.0%이었다. 연간 평균 기후치평형함수율과 실측평형함수율은 아파트 안방은 각각 10.2%와 9.7%, 아파트 거실은 각각 11.1%와 10.2%, 사무실은 각각 10.7%와 10.4% 그리고 단독주택의 거실은 각각 12.1%와 12.5%이었다. 카사이의 실측평형함수율은 전체 평균치보다 약간 컸었고 버즘나무와 아피통은 약간 적었다.

ABSTRACT

Equilibrium moisture contents(EMC) were calculated based on temperature and relative humidity of atmosphere and actual EMCs were measured at intervals of ten days in previous air-dried wood samples for seven different species including Douglas fir and oaks in four indoor locations in central region for one year. Mean annual air temperature and relative humidity were 23.3℃ and 54.9% in bedroom, 22.4℃ and 59.5% in living room of apartment, 20.1℃ and 57.0% in office room and 19.4 and 64.0% in living room of tile-roofed house, respectively. Mean annual calculated and actual EMCs were 10.2 and 9.7% in bedroom, 11.1 and 10.2% in living room of apartment, 10.7 and 10.4% in office room, and 12.1 and 12.5% in living room of tile-roofed, house, respectively. Actual EMC of kasai were higher than average value of EMC for seven species. However, those of sycamore and apitong were lower than average value.

Keywords : temperature, relative humidity, calculated EMC, actual EMC, apartment, bedroom, living room, office room

¹ 接受 1994年 10月 5日 Received on October 5, 1994.

² 서울대학교 農業生命科學大學 College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea

³ 이리농공대학 Iri National College of Agriculture and Technology, Iri 570-100, Chun Buk, Korea

* 本 論文은 과학기술처의 특정연구개발과제(관리번호 U89B02149) 연구 내용의 일부임

緒 論

목재는 흡습성 재료이기 때문에 목재의 함수율은 그 주위 공기의 온도와 습도에 따라 변화하고, 목재의 물리적 성질과 가공적 성질 등이 함수율에 따라 변화하므로 사용장소의 평형함수율에 맞추어 사용되어야 한다. 공기의 온도와 습도는 지역, 옥외와 옥내 등의 장소 뿐만 아니라, 계절과 날에 따라서 연중 계속하여 변화되기 때문에 목재의 함수율도 상응하여 변화하기 마련이다. 옥내 공기의 조건은 아파트, 단독주택과 사무실 등에 따라 난방 시스템, 단열과 환기의 정도가 달라질 수 있다. 따라서 목재는 목제품 제작에 앞서 그 종류와 사용 장소별로 적정 乾燥度를 결정하여야 하나 그리 쉽지 않다. 乾燥度에서 과소 건조의 경우 목재의 수축과 할렬 등의 피해가 따르고, 과도 건조의 경우 건조 시간의 연장과 에너지의 낭비가 초래된다. 목재의 고유 성질의 유지와 목제품의 성능을 제고하기 위하여 수분관리의 중요성이 항상 강조되고 있다. 따라서 선진국에서는 이미 자국의 중요 지역에 있어서 평형함수율을 조사하여 활용되고 있지만, 우리나라는 옥외의 평형함수율은 보고되었을 뿐, 아파트 옥내의 온도, 상대습도와 실측평형함수율은 아직 보고되지 않고 있다.

선진국 중에서 Peck(1950)은 미국 내 광역으로 분리된 13개 도시에서 내장 목공재의 추정 평균 함수율과 3 주요 기후대별로 내장재와 외장재의 추천함수율을 보고하였고, Hoadley(1967)는 미국 Amherst 지역의 옥내와 옥외의 연중 월별 상대습도와 상응하는 평형함수율을 보고하였다. Kollmann(1951)은 독일 호르츠다인과 문헨 지방의 연중 온도, 상대습도와 기후치평형함수율의 변화, Tsoumis(1964)는 유럽 내 238 측후소에서 월별 기후치평형함수율을 측정하여 Isohygric curve을 작성하였다. 우리나라에서는 Jo 等(1982)이 6개 지역의 옥외에서 월별 온도, 상대습도, 기후치와 실측평형함수율을 보고하였다. 이 밖에 Heebink(1966)는 목재뿐만 아니라 침엽수 합판, 파티클보드, 기름처리 하드보드와 고압적층재의 평형함수율을 보고하였고, Wengert 等(1979)은 함수율과 상대습도의 관계에 영향을 주는 온도, 수증과 목재 내력에 대하여 보고하였으며,

Simpson(1982)은 목제품의 품질관리를 위하여 수축이론과 자료를 근거하여 온도와 상대습도를 이용한 평형함수율 추정식을 개발하였다.

본 연구는 우리 나라에서 옥내용 목재의 乾燥度의 척도를 얻고자 아파트의 안방과 거실, 사무실, 단독주택의 거실 내의 연중 온도와 상대습도의 변화를 조사하고, 이들 기후인자에 의한 기후치평형함수율과 실제 측정한 실측평형함수율의 연중 변이와 평균치 등을 알고자 실시하였다.

材料 및 方法

1. 측정장소

측정한 옥내 장소는 아파트의 안방(침실)과 거실, 건물의 사무실과 단독주택의 거실(마루) 등 4개 장소이며 이들 장소는 모두 남향 건물이다. 각 장소의 위치와 주거 조건에서 아파트는 서울특별시 강남구 삼성동 소재 29평에 6인이 거주하고 보일러에 의해 중앙집중 난방이 되며, 안방은 하나의 출입문과 두개의 창문으로 구성되어 있고, 거실은 부엌과 서로 개방되어 있는 공간이다. 사무실은 서둔동 소재 서울대학교 농업생명과학대학 구내에 있는 적벽돌 건물의 3층에 있는 5평 규모로서 1인이 근무하며, 외기 온도가 5℃ 이하일 때 난방이 되는 공간이고, 단독주택의 거실은 경기도 수원시 화서동 103-6번지 소재 벽돌 연화옥 내 직접 난방 시설이 되어 있지는 않지만 마루문이 설치되어 있는 공간 등에서 측정하였다.

2. 온도와 상대습도

옥내의 온도와 상대습도는 수은온도계와 보발 습도계를 이용하여 1년간(1987. 12. 11~1988. 12. 11) 장소별로 매일 오전 8~9시와 오후 5~6시에 측정하여 1일 평균치를 구하고, 다시 10일간격으로 평균하여 구하였다.

3. 평형함수율

1) 공시수종과 시험편 크기

실측평형함수율 측정용 수종은 리기다 소나무, 더그러스 피(Douglas fir), 상수리나무, 버즘나무, 레드 라왕(red lauan), 아피통(apitong)과 카사이(kasai) 등 7수종을 공시하였는데, 이들 수종의 평균 생체 비중은 Table 1의 내용과 같다.

기건 상태인 시험편의 크기에서 섬유방향의 길이는 8mm와 24mm 두 종류이고, 방사방향과 접선방향의 길이가 각각 50mm이다. 두께별 시험편은 측정 4장소간의 재질의 변이를 줄이고자 횡단면을 인접시켜 4개씩 채취하였으며, 시험편의 수량은 224개 (7수종×2두께×4장소×4개)를 제작하여 각 장소별로 각각 56개씩 배치하고, 매월 10일 간격으로 1일, 11일과 21일 오전 10시에 精度 0.01그램의 직시 천칭을 사용하여 시험편의 무게를 측정하였다.

2) 실측평형함수율

각 수종의 실측평형함수율은 2두께 시험편에서 측정된 평형 무게와 측정기간이 종료된 이후 시험편의 전건무게를 이용하여 측정 장소의 月·旬별로 평균함수율을 계산하였고, 또한 각 수종별로 연중 평균 평형함수율을 구하였다.

3) 기후치평형함수율

기후치평형함수율은 각 장소의 온도와 상대습도를 月·旬별로 측정된 값을 근거로 하여 목재의 평형함수율 도표를 이용하여 구하였다.

結果 및 考察

1. 장소별 습도, 상대습도와 평형함수율 변이

아파트의 안방과 거실, 사무실 그리고 단독주택의 거실 내의 1년간 月·旬별 온도, 상대습도, 실측평형함수율과 기후치평형함수율의 변이는 그림 1과 같다.

온도의 최저, 평균, 최고 범위를 보면 아파트의 안방은 20.0~23.3~29.0℃이고, 거실은 17.6~22.4~29.4℃이며, 사무실은 11.9~20.1~30.3℃이고, 단독주택의 거실은 9.1~19.4~31.2℃였다. 모든 장소의 온도는 여름철이 가장 높았으며 아파트의 안방과 거실의 연중 온도 변화의 패턴은 다른 장소보다 완만하였다.

상대습도의 최저, 평균, 최고 범위를 보면 아파트 안방은 38.3~54.9~85.3%이고, 거실은 44.7~59.5~87.3%이며, 사무실은 38.7~57.0~89.3%이고, 단독주택의 거실은 49.1~64.0~83.8%로서, 아파트의 안방과 거실, 사무실의 상대습도는 겨울철에 비교적 낮았고 가을철에 높았으나, 단독주택 거실의 상대습도는 겨울철에 비교적 높은 편이었으며 장소간의 상대습도 변화

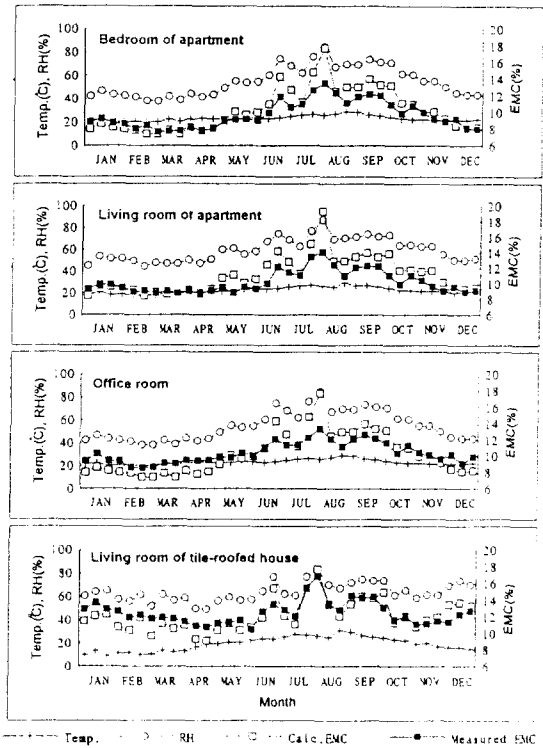


Fig. 1. Annual variations in temperature, relative humidity, calculated- and measured EMC in indoor locations

패턴도 다소 상이하였다.

본 연구의 결과는 鄭(1990)이 보고한 수원지방에서 옥외(백엽상)의 온도와 상대습도의 최저, 평균, 최고 범위는 각각 -4.6~11.2~27.2℃와 57.5~70.0~90.0%와 단독주택의 안방의 경우 각각 12.9~20.8~30.5℃와 47.7~67.2~84.9%, 그리고 Jo 等(1982)이 보고한 서울 지방에서 옥외의 연평균 온도와 상대습도는 각각 11.7℃와 72% 등과 비교하여 보면, 옥내 모든 장소의 온도는 옥외의 것보다 매우 높았으나 상대습도는 낮았다. 옥내 장소간의 온도는 단독주택의 안방의 것보다 아파트의 안방과 거실은 약간 높았으나 사무실과 단독주택의 거실은 약간 낮았다. 그리고 상대습도의 경우는 단독주택의 안방의 것보다 약간 낮았다. 이와 같이 장소간의 온도와 상대습도의 차이는 난방의 유무와 정도, 건물의 단열과 주거인의 취사와 난방, 생활습성 등에 좌우된 것으로 생각된다.

기후치평형함수율의 최저, 평균, 최고 범위를

보면 아파트의 안방과 거실의 경우 각각 7.4~10.2~17.7%와 8.4~11.1~19.3%로서 2월이 최저이고 7월이 최고였다. 또한 사무실의 경우는 7.5~10.7~20.5%로서 2월이 최저이고 7월이 최고였다. 그러나 단독주택의 거실은 9.1~12.1~17.7%로서 4월이 최저이고 7월이 최고였다. 모든 장소의 기후치평형함수율의 변이 패턴은 겨울에서 봄철로 가면서 감소하다가 여름철로 향해 증가하였으며 가을철로 가면서 감소하고 겨울철로 향해 증가하였다. 측정 장소 중의 변이 폭은 사무실이 가장 컸고, 다음은 아파트 안방, 단독주택의 거실, 아파트의 거실 순위였다. 이들 장소의 기후치평형함수율은 주로 상대습도 증감에 의해 변화되고 있었는데, 기후치평형함수율의 크기는 단독주택의 거실이 가장 컸고, 다음은 아파트의 거실, 사무실과 아파트의 안방 순위였다.

실측평형함수율의 최저, 평균, 최고 범위는 아파트의 안방과 거실의 경우 각각 7.7~9.7~13.5%와 8.7~10.2~14.1% 그리고 사무실은 8.5~10.4~13.4%, 단독주택의 거실은 10.5~12.5~16.9%로서 변이 폭은 단독주택의 거실이 가장 컸었고, 다음은 아파트의 안방과 거실, 사무실 순위로 나타났다. 월·순별 실측평형함수율의 변이 패턴은 장소에 따라 약간의 차이가 있었는데, 아파트의 안방과 거실, 사무실의 경우는 난방기간인 겨울과 봄에 적었고 여름으로 가면서 증가하다가 가을과 겨울로 가면서 계속 감소하였다. 그러나 단독주택의 거실은 겨울에서 봄으로 가면서 감소하였고, 여름으로 가면서 증가하며, 가을로 가면서 감소하였고, 겨울로 가면서 증가하는 패턴을 나타내고 있었다. 실측평형함수율의 변이 폭은 기후치보다 작게 나타났다.

실측과 기후치평형함수율을 비교해 보면 아파트 안방과 거실의 실측평형함수율은 기후치보다 12월부터 4월까지의 거의 비슷하였으나 다른 달에 적었다. 사무실과 단독 주택 거실의 실측평형함수율은 기후치보다 10월 중순부터 5월 중순까지는 약간 높았으나 다른 달에는 낮았다. 본 연구의 기후치와 실측평형함수율의 평균과 범위는鄭(1990)이 보고한 수원 지방 옥외의 경우 각각 8.8~12.9~18.2%와 10.8~14.8~18.4%, 단독주택 안방의 경우 각각 8.8~12.9~18.2%와 9.1~11.6~14.8%, 그리고 Jo 等(1982)이 보고한 서울 지방 옥외의 경우 각각 11.3~13.8~17.2%와 12.1~14.3~16.3% 등과 비교하면 모든 옥내 장소의 평형함수율은 옥외의 것보다 상당히 낮았고, 옥내에서도 아파트의 안방, 거실과 사무실의 것은 낮은 상대습도로 인하여 약간 낮게 나타났다. 기후치와 실측평형함수율의 월·순별에 따른 변이 패턴은 유사한 경향을 나타내고 있으나, 특히 상대습도가 높은 시기에 모든 장소의 실측평형함수율은 기후치보다 적었는데 이는 목재의 흡습 지연에 기인된 것으로 여겨진다.

2. 수종별 실측평형함수율

1년간 측정 장소와 수종별 실측평형함수율은 Table 1과 같이 수종별 실측평형함수율은 수종간에 약간의 차이가 나타났는데, 전 수종의 평균치와 비교할 때 카사이는 가장 컸었고, 리기다소나무, 더그러스 피, 상수리나무와 레드 라왕은 거의 비슷하였으며, 버즘나무와 아피통은 적은 편에 속하는 등 수종간 약간의 평형함수율 차이가 있는 바, Skaar(1972)에 의하면 평형함수율은 목재의 주성분의 조성비와 추출물 함량의 차

Table 1. Basic specific gravity and actual mean equilibrium moisture content of different species and locations

Species	Basic Sp.Gr.	Apartment		Office room	Tile-roofed house Living room
		Bedroom	Living room		
Pitch pine	0.47	9.9(1.5) ¹⁾	10.5(1.4)	10.6(1.4)	12.3(1.3)
Douglas fir	0.42	9.9(1.5)	10.4(1.4)	10.7(1.2)	12.6(1.4)
Oaks	0.72	9.8(1.6)	10.5(1.5)	10.4(1.3)	12.7(1.3)
Sycamore	0.46	9.1(1.8)	9.5(1.6)	9.8(1.4)	11.6(1.7)
Red lauan	0.46	9.9(1.7)	10.4(1.5)	10.6(1.4)	12.9(1.5)
Apitong	0.58	9.0(1.5)	9.6(1.3)	9.9(1.1)	12.1(1.5)
Kasai	0.46	10.2(1.8)	10.9(1.5)	11.1(1.4)	13.2(1.5)
Mean value		9.7(1.7)	10.2(1.5)	10.4(1.4)	12.5(1.5)

¹⁾ Round brackets refer to standard deviations

이에 기인된다고 보고한 바와 같이 공시 수종의 상분 차이에 따른 收着能 차이에 기인된 것으로 생각된다.

結 論

연중 월·순별로 측정된 온도, 상대습도, 기후치평형함수율과 실측평형함수율의 변이는 옥내 장소간에 약간의 차이가 있었다. 각 장소의 연간 평균 온도와 상대습도의 범위는 각각 아파트 안방이 20.0~23.3~29.0℃와 38.3~54.9~85.3%이고, 아파트 거실은 17.6~22.4~29.4℃와 44.7~59.5~87.3%이며, 사무실은 11.9~20.1~30.3℃와 38.7~57.0~89.3%이고, 단독주택의 거실은 9.1~19.4~31.2℃와 49.1~64.0~83.8%이었다. 실측평형함수율의 평균과 범위는 아파트의 안방과 거실은 각각 7.7~9.7~13.5%와 8.7~10.2~14.1%이고, 사무실은 8.5~10.4~13.4%이며 단독주택의 거실은 10.5~12.5~16.9%이었다. 아파트와 사무실의 실측평형함수율은 단독주택의 것보다 적었다. 실측평형함수율과 변이 폭은 기후치평형함수율의 것보다 적게 나타났다. 실측평형함수율은 수종간에 있어서 차이가 있었는데, 카사이는 크게 나타났고 버즘나무와 야피통은 적게 나타났다.

參 考 文 獻

1. Heebink, B.G. 1966, Some thoughts on the term "EMC". Soc. Wood. Sci. Technol. Log. (November) : 1~3.
2. Hoadley, R.B. 1967, Weather, Water and Wood. Univ. Mass. Coop. Ext. Serv. Pub. No.15, Amherst, Mass.
3. Jo, J.M., S.G. Kang, C.S. Shim and H.S. Jung. 1982, Annual equilibrium moisture content of wood in Korea. Wood Sci. and Tech, 10(2) : 3~11.
4. Kollmann, F. 1951, Technologie, des Holzes und Holzwerkstoffe, 2nd Ed., Vol. 1.1, Springer-Verlag, Berlin.
5. Peck, E.C. 1950, Moisture content of wood in use. USDA, For. Prod. Lab. Rpt. No. R 1655, Madison, Wisc.
6. Skaar, C. 1972, Water in Wood. Syracuse University Press, Syracuse, New York. : 64~65.
7. Simpson, W.T. 1971, Equilibrium moisture content prediction for wood, For. Prod. J. 21(5) : 48~49.
8. ----- 1982, Importance of relative humidity and temperature control in conditioning wood products, Wood and Fiber 14(2) : 94~103.
9. Tsoumis, G. 1964, Estimated moisture content of air dry wood exposed to the atmosphere under shelter, especially in Europe. Holzforshung 18 : 76~81.
10. Wengert, E.W. and P.H. Mitchell, 1979, Psychrometric relationship and equilibrium moisture content of wood at temperatures below 212°F(100°C), Proceedings of Wood Moisture Content-Temperature and Humidity Relationship Symposium. Virginia Polytechnic Institute and State Univ. : 4~11.
11. 鄭希錫, 1990. 목재와 목제품의 乾燥度와 水分管理(II). 가구조식 제 60 호 : 21~23.