

온열환경기준에 따른 여름철 사무실의 열쾌적성 평가

A Field Survey of Thermal Comfort in Office Building with Thermal Environment Standard

공 효 주* 윤 근 영** 김 정 태***
Kong, Hyo Joo Yun, Geun Young Kim, Jeong Tai

Abstract

This study aims to analyze the field survey of thermal comfort in office building with national thermal environment standard. Internal and external temperatures were measured at ten minute intervals and compared in accordance with the national standard for thermal environment. Sixty two workers filled in the questionnaire survey forms five times a day for 40 days. Field monitoring of offices in Seoul, Korea were conducted from 20 July to 28 August. Result for the comfort temperature was set a 26.30°C. This indicates that the 26 degree is reliable for the Korean standard. Indoor temperature standard can reduce energy use by air-conditioned buildings and the temperature would be offer comfort to occupants.

키워드 : 열쾌적, 실내온도, 온열환경, 재실자, 주관적평가

Keywords : Thermal comfort, Indoor temperature, Thermal environment, Occupants, Subjective response

1. 서 론

최근 전 세계의 기온이 급격히 상승하는 등 우리나라를 비롯한 세계 각국에 이상기후가 발생하고 있다. 기상청에 따르면 2009년도의 우리나라 연 평균기온이 14.44°C로 1850년 이후 기후관측 이래 5번째로 가장 더웠던 한 해로 기록되었으며, 대부분 지역이 평년에 비해 기온이 상승하였다.[1]. 즉, 앞으로도 빠른 속도로 기후변화 및 온난화 추세가 이어질 것으로 보인다.

이상기온으로 인해 에어컨 등 냉방기 가동이 증가하고 있어 사무실에는 업무시간 내내 냉방기를 사용하고 있다. 따라서 이러한 사무실에서 생활하는 사람들이 늘어남에 따라 병든빌딩증후군, 냉방병, 밀폐증후군 등의 각종 신종 질병이 생겨나고 있다. 과도한 냉방 억제 및 인체 쾌적상태를 유지하기 위해 미국, 일본 등 여러나라가 에너지 절약을 위해 건물 냉방온도를 제시하고 준수토록 권고하고 있다. 우리나라 정부에서도 2010년 1월부터 에너지이용합리화법을 제정해 냉난방온도의 제한 규정을 법제화하였다 [2]. 잘못된 실내온도 유지는 재실자에게 쾌적하지 못한 실내환경을 조성될 우려가 크다. 즉, 쾌적한 실내환경은 재실자의 건강과 직결되는 가장 중요한 요소이다. 또한, 실내의 적절한 냉방온도 유지는 재실자의 업무능력에도 많은 영향을 미친다. 기존연구에서도 재실자의 객관적인 평

가를 위한 다양한 지표개발의 연구와 사무소 건물의 실내 환경에 대한 연구가 필요한 것으로 나타났다[3]. 또한 홍콩에서는 건물의 쾌적적온도(ACT, Adaptive Comfort Temperature) 모델을 개발하여 에너지 사용을 최적화하고, 재실자의 온열 쾌적감을 평가하였다[4].

따라서 본 연구에서는 실제 사무실 건물에서의 실내외 온도분포를 측정 및 분석하고 업무시간에 62명의 재실자의 실내온도에 대한 주관적 평가 및 만족도를 실시하였다. 따라서, 본 연구는 한국, 미국 및 일본 온열환경기준에 따른 여름철 사무실의 열쾌적성을 평가하여 건강한 사무실 환경을 구현하는데 목적이 있다. 또한 본 연구에서는 현재 각 국 특히 일본 및 한국의 온열환경 기준은 건구온도만을 대상으로 제정 및 규정된 것이기 때문에 본 연구에서도 실내 건구온도에 제한점을 두었다.

2. 사무소 건물의 실내온열환경

2.1 기존연구고찰

현대사회에서는 대표적인 현대병으로 불리는 병든빌딩증후군(Sick Building Syndrome)이라는 신종 질병이 점차 늘어나고 있는 상태이다. 빌딩증후군의 대표적인 원인인 냉방병, 겨울에 고온 건조한 실내환경이 문제가 되고 있다. 이에 따라 쾌적한 실내 온열환경에 대한 연구가 진행되고 있다. 사무실내 온도변화에 따른 재실자의 실내환경에 대한 주관적 평가 및 만족도를 분석한 기존 연구 결과 온열, 공기환경]에서 대체적으로 불만을 많이 느끼는 것으

* 경희대학교 건축공학과 박사과정 (hjk0905@khu.ac.kr)

** 경희대학교 건축공학과 조교수 (gyyun@khu.ac.kr)

*** 교신저자, 경희대학교 건축공학과 교수 (jtkim@khu.ac.kr)

로 나타났다[3]. 따라서 채실자의 객관적인 평가를 위한 다양한 지표개발의 연구와 사무소 건물의 실내환경에 대한 연구가 필요한 것으로 나타났다.

사무실뿐만 아니라 공동주택의 실내온열환경평가에 관한 연구에서는 각 가구 유형 및 연령에 따른 실내 온열환경 조절 방식의 차이 분석하여 향후 거주자 맞춤형 실내환경 조절방식 개발을 위한 기초 자료를 제시하였다[5]. 본 연구 결과, 주택의 거실 내 평균 실내 온도는 연령이 낮을수록 더 낮아지는 것으로 나타났다. 즉, 실내 온열환경과 냉방 조절 행위는 연령의 차이 및 기초 대사량과 활동량 등에 영향을 받는 것으로 나타났다. 따라서 주택외의 사무실 공간에서도 우리나라의 실정에 맞는 쾌적 범위 도입이 필요한 것으로 나타났다.

2.2 각국의 온열환경기준

선진국의 냉난방 규제 및 에너지 낭비 규제는 오래 전부터 실시해왔다. 미국의 경우 ANSI/ASHRAE Standard 55-1992에서 여름 적정온도는 22.5~26℃로 제한하고 있다[6]. 일본은 1979년 2차 오일쇼크 때부터 하절기 적정냉방온도를 우리나라보다 2℃ 높은 28℃로 설정한 뒤 현재까지 유지하고 있다[7]. 28℃로 설정한 이유는 2025년까지 이산화탄소를 25% 줄이기 위해서이며 이는 정부 및 국민의 강한 의지가 반영된 것으로 사료된다. 일본의 실내냉방온도는 강제 규정이 아닌 자발적으로 실천하는 권장온도이다. 우리나라는 2010년 7월 20일 에너지이용합리화법 제36조의2 및 제36조의3에 따른 에너지다소비 건물의 냉방온도 제한의 시행을 위하여 건물 냉방온도 제한에 관한 규정을 제정하였다. 규정 제2장의 대상건물 및 제한기간·제한온도에서는 냉방온도를 제한하는 건물을 지정하였으며 냉방온도제한 건물에 대하여 냉방설비를 가동할 경우에 그 실내온도를 26℃이상으로 유지하도록 규정하였다. 만약, 건물의 실내온도를 26℃이하로 유지하지 않을 경우 300만원의 과태료가 부과된다[2].

표 1. 각국의 여름철 온열환경기준

국가	여름 적정온도
미국	22.5~26℃
일본	28℃ 이상
한국	26℃ 이상

3. 연구방법

3.1 연구대상 건물 개요

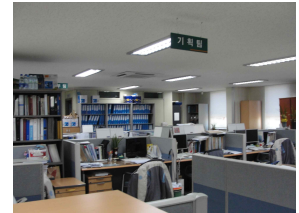
사무실내 열환경 특성과 열쾌적성을 분석하기 위하여 서울 시내에 위치한 J 건설회사 건물을 선정하여 실내외 온도를 측정하였다. 본 연구대상 건물은 냉방온도를 제한하는 건물로 지정되어 있지 않다. 따라서 냉방온도 제한을 두지 않았기 때문에 여름철 사무실의 열쾌적성을 평가하는데 적합한 건물로 판단되어 선정하였다.

J 사무소 건물은 총 6층으로 구성되어 있으며 본 연구에서는 2층과 6층을 선정하였다. 왜냐하면 2층은 건물 앞 나무와 주변 건물로 인해 가장 적은 일조를 받는 반면, 6층은 건물 전면에 전혀 장애가 없어서 가장 많은 일조를 받을 수 있어 2층과 6층을 선정하였다. 조사대상 건물의 전면부는 정동향에서 정북향으로 12° 꺾여진 동향면에 위치하여 있다. 본 건물의 정면부는도로면에 위치하고 있으며 후면부는 소주택 단지면에 위치하고 있다. 그림 1은 조사대상 건물의 외부 모습과 2층 및 6층 사무실 실내 모습이다. 2층의 총 면적은 482㎡이며 이중 우측면의 150㎡ 공간은 다른 임대 공간으로 본 연구대상에서는 제외하였다. 또한 좌측면에는 계단실 및 화장실이 위치하고 있으며 코어부분은 본 연구대상에서는 제외하였고 이 코어부분은 2층 6층 동일하다. 따라서 2층의 실제 연구대상 면적은 187㎡이며 오픈플랜으로 설계되어 있다. 6층의 총 면적은 2층과 동일한 482㎡이며 본 연구대상 면적은 310㎡의 오픈플랜으로 설계되어 있다.

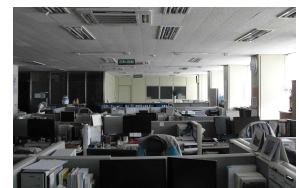
기존연구에서의 에너지 절약을 증시하는 경우에는 외주부의 깊이가 5m 전후가 타당하다고 제시하였다[8]. 그러나 본 조사대상에서 외주부 및 내주부로 구분하여 분석시 내주부 공간이 적기 때문에 본 연구에서는 동측존과 서측존으로 구분하여 분석하였다. 본 연구대상의 공조시스템은 중앙냉난방기를 사용하고 있으며 2층의 4대, 6층의 4대 총 8대의 공조시스템을 사용하고 있다.



(a) 건물 외부



(b) 2층 사무실 실내



(c) 6층 사무실 실내

그림 1. 연구대상 건물의 실내외 모습

3.2 측정방법

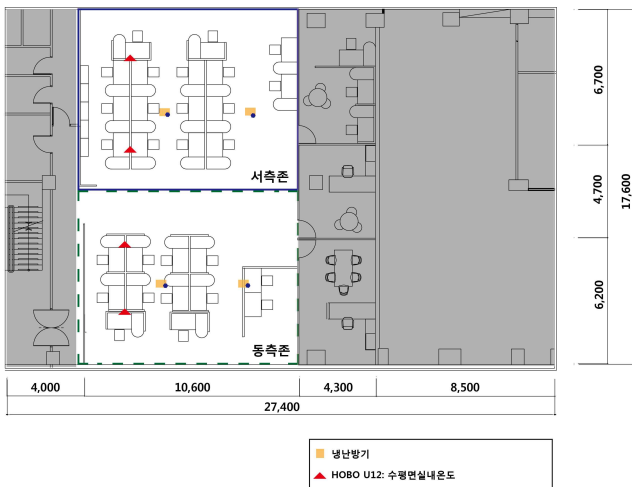
(1) 물리적 요소

사무실 건축물의 실내 열환경을 측정하기 위하여 실외온도 및 실내온도를 측정하였으며 열환경 측정요소 및 측정기기의 개요는 표 2와 같다. 실외온도는 연구대상 건물 옥상에서 24시간 그림자가 생기지 않도록 설치하여 외부간섭을 최소화하였다. 실외온도의 측정기기는 HOBOS(미국) 외부온습도계(모델명: U23 Pro v2)를 이용하였다. 실내온도는 외부부 2지점 및 내부부 2지점 각각 2층 및 6층에 총 8개의 센서를 설치하였으며 측정기기는 HOBOS(미국) 실

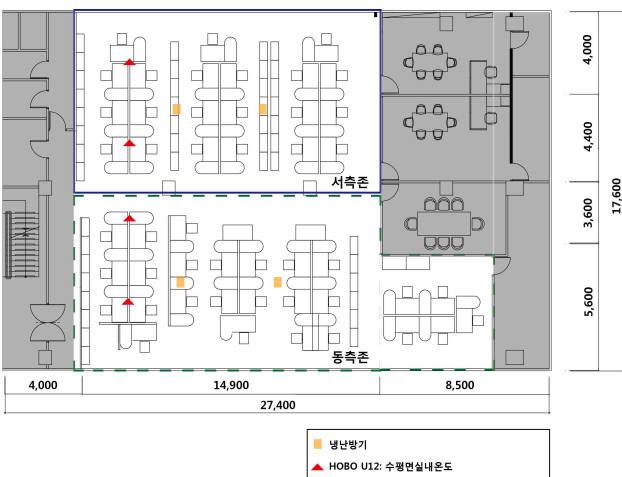
내 온도계(모델명: U12)를 사용하였다. 실내온도계는 1.2m 파티션 위에 수평으로 설치하였다. 물리적 측정은 2009년 7월 20일부터 8월 28일까지 물리적측정과 주관적 측정을 동시에 실시하였다. 측정 간격은 10분 간격으로 측정하였으며 24시간 동안 측정하였다. 그림 2는 본 연구대상 사무실의 평면도와 실내수평온도의 측정위치를 나타낸 것이다.

표 2. 측정요소 및 측정기기

측정요소	측정기기	기기사양	설치모습
실내온도 및 습도	U12	· 범위: -20~70℃ · 정확도: ±0.35℃	
실외온도 및 습도	U23 Pro v3	· 범위: -40~70℃ · 정확도: ±0.2℃	



(a) 2층 평면도 및 측정기기 배치도



(b) 6층 평면도 및 측정기기 배치도

그림 2. 사무실 건물의 평면도 및 측정기기 배치도

(2) 주관적 요소

사무실 실내환경에 대한 재실자의 열쾌적 특성을 파악하기 위해 주관적평가를 실시하였다. 설문은 2010년 7월 20일부터 8월 28일까지 사무실의 재실자가 실시하였다. 설문항목은 총 15문항으로 구성되어 재실자가 실내온도, 습도, 밝기 등에 대해 질의하였으며 본 연구에서는 실내온도만을 가지고 평가 및 분석하였다. 설문은 표 3, 4는 같이 재실자가 거주공간에서 현재 느끼는 온도와 선호하는 온도를 5단계의 척도로 작성하였다. 설문지는 오전 2회, 오후 2회 및 저녁 1회 총 5회 진행을 하였다. 설문인원은 2층의 경우 25명, 6층의 경우 37명의 재실자가 설문에 응답하였다.

표 3. 거주공간의 온도의 설문내용

척도	설문내용	오전 1회	오전 2회	오후 3회	오후 4회	저녁 5회
1	추운편이다					
2	시원한 편이다					
3	춥지도 덥지도 않다					
4	따뜻한 편이다					
5	더운 편이다					

표 4. 선호하는 온도의 설문내용

척도	설문내용	오전 1회	오전 2회	오후 3회	오후 4회	저녁 5회
1	많이 따뜻했으면 좋겠다					
2	약간 따뜻했으면 좋겠다					
3	그대로가 좋다					
4	약간 시원했으면 좋겠다					
5	많이 시원했으면 좋겠다					

4. 사무실 실내 온열환경 평가

4.1 재실자의 사무실 점유 시간

사무실의 실내 열쾌적성을 평가하기 위해 재실자의 점유 시간을 분석하였다. 분석 결과, 출근시간은 평균 6시 17분으로 나타났으며 표준편차는 1시간 13분으로 나타났다. 퇴근시간은 평균 21시 20분이며 표준편차는 1시간 17분으로 나타났다. 사무실 점유시간은 평균 15시간 22분으로 나타났으며 표준편차는 1시간 24분으로 나타났다. 연구대상이 J건물 사무실은 일반 사무실 점유시간보다 6시간 22분 많게 나타났다[9].

표 5. 재실자의 사무실 점유시간

항목	출근시간	퇴근시간	점유시간
평균	6:17	21:20	15:22
표준편차	1:13	1:17	1:24

4.2 실내외 온도분포

사무실의 재실자의 쾌적성은 실내외 온도에 따라 많은 영향을 받는다. 본 연구에서는 재실자 사무실 점유시간 즉, 업무시간의 실내외 온도를 분석하였다.

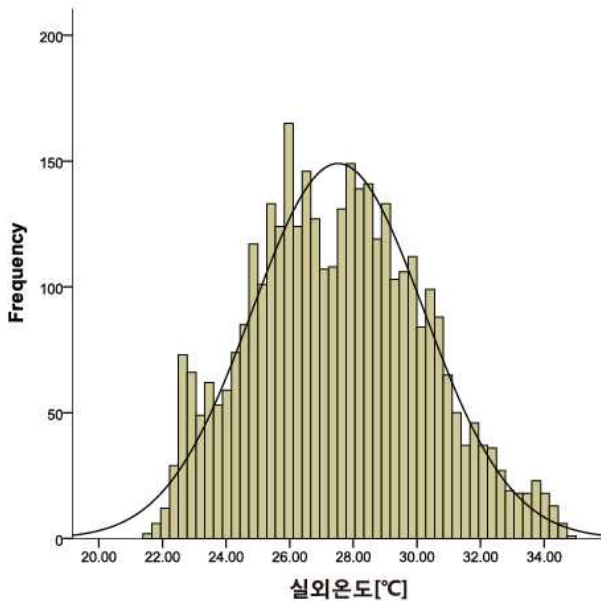


그림 3. 업무시간 동안의 실외온도 분포

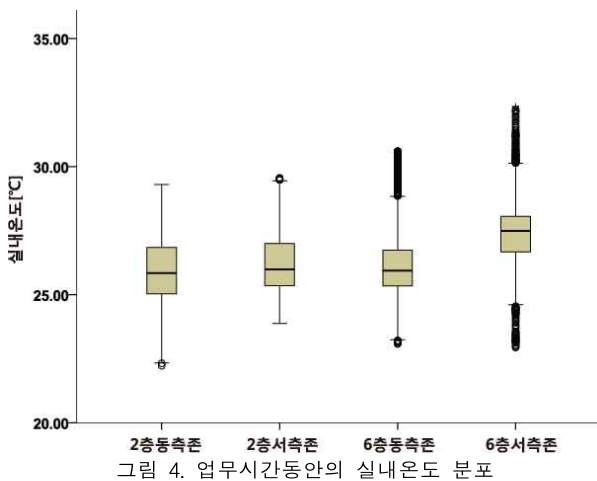


그림 4. 업무시간 동안의 실내온도 분포

그림 3은 실외온도의 분포를 나타낸 것이며, 실외의 평균 온도는 27.52도, 최소온도는 7월 22일 6시 20분으로 21.50도로 나타났으며 최대온도는 8월 16일 17시로 34.86도로 나타났다. 즉, 전형적인 한국 여름철의 기온으로 판단되며 여름철 대표적인 데이터를 사용하기에 적절한 것으로 사료된다. 그림 4 위치별 실내온도 분포를 나타내는 상자도표이다. 실내온도 분석 결과, 2층 동측준의 평균온도는 25.92도, 2층 서측준의 평균온도는 26.18도, 6층 동측준의 평균온도는 26.23도, 6층 서측의 평균온도는 27.41도로 나타났다.

즉, 6층 서측준의 실내온도가 다른 위치보다 최대 1.49도 높게 나타났다. 각 위치별 평균차이를 ANOVA를 실시

하였다. 분석한 결과, 각 위치별 실내온도의 유의확률은 0.000로 0.05보다 낮은 수치로 나타났다. 즉, 각 위치별 실내온도가 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그림 12는 시간에 따른 사무실 실내외온도를 나타낸 것이다.

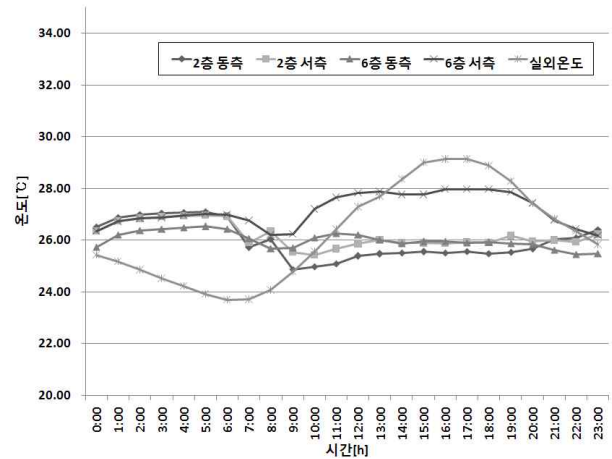


그림 5. 시간에 따른 사무실 실내외 온도

4.3 온열환경기준에 따른 실내온도 분석

본 연구를 분석의 기초자료를 얻기 위해 2009년 7월 13일부터 18일까지 예비측정 및 분석을 실시하였다. 예비측정에서는 복사온도, 상대습도 및 착의량을 측정하였다. 각 요소가 사무실 위치에 따라 차이가 있는지를 분석한 결과, 복사온도의 유의확률이 0.09이며 상대습도의 유의확률이 0.13이고 착의량의 유의확률이 0.3으로 나타났다. 즉, 각 요소별 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 실내 건구온도를 대상으로 분석하였다.

그림 6~9는 각국의 온열환경기준에 따른 사무실 실내온도를 나타낸 것이다. 미국 기준에 대비해 분석한 결과, 2층 동측준은 53%, 2층 서측준은 50%, 6층 동측준은 52% 및 6층 서측준은 7%의 실내온도 분포가 기준 범위에 포함되는 것으로 나타났다. 일본 기준에 대비해 분석한 결과, 2층 동측준은 6%, 2층 서측준은 6%, 6층 동측준은 9%, 6층 서측준은 22%로 나타났다.

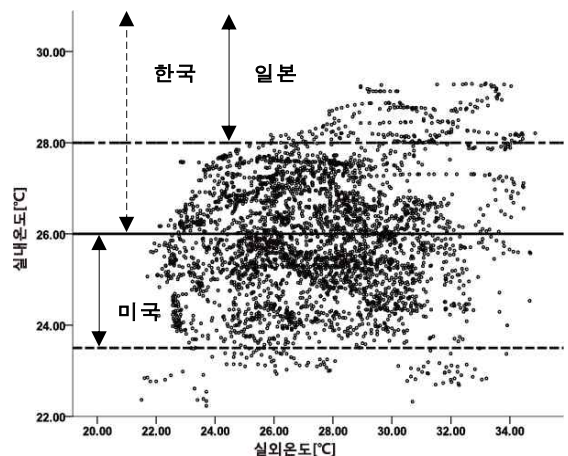


그림 6. 온열환경기준에 따른 실내온도 (2층 동측준)

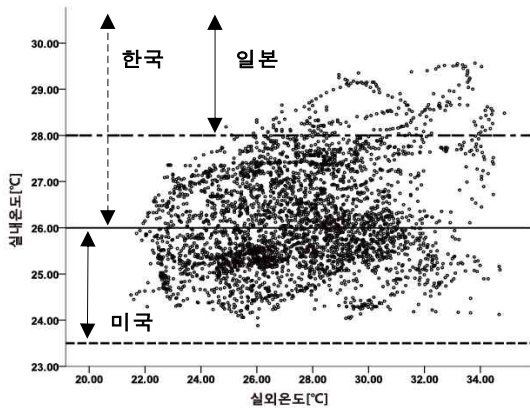


그림 7. 온열환경기준에 따른 실내온도 (2층 서측존)

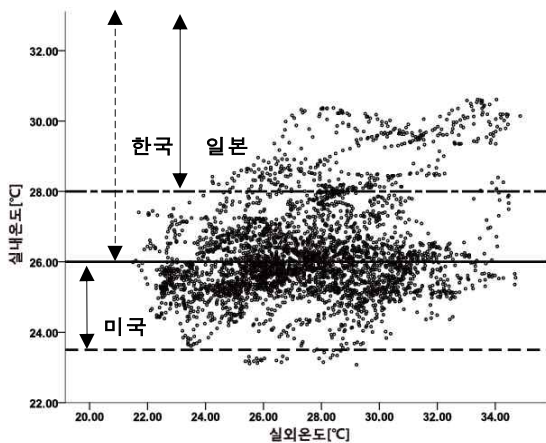


그림 8. 온열환경기준에 따른 실내온도 (6층 동측존)

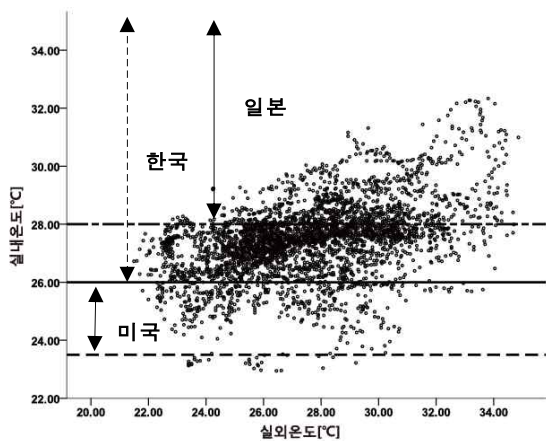


그림 9. 온열환경기준에 따른 실내온도 (6층 서측존)

즉, 일본기준과 미국기준은 50% 내외로 낮은 분포가 기준 범위에 포함되는 것으로 나타났다. 이에 반해, 한국 기준과 비교해 분석한 결과 2층 동측존은 62%, 2층 서측존은 63%, 6층 동측존은 55%, 6층 서측존은 84%의 실내온도 분포가 기준 범위에 포함되는 것으로 나타났다. 즉, 재실자들의 쾌적한 환경을 조성하기 위해 설정하는 온도가 26°C에 근접한 것으로 볼 수 있다.

4.4 사무실 실내환경에 대한 재실자의 주관적 평가

표 6~7은 실내환경에 대한 재실자의 주관적 평가를 위치별로 분석한 것이다. 분석 결과, 현재 온열환경에 대해 ‘출지도 덥지도 않다’가 61.9%로 가장 높게 나타났으며 ‘시원한 편이다’가 28.1%로 나타났다. ‘추운편이다’는 2%로 가장 낮게 나타나 현재 온열환경에 대해 매우 높은 쾌적감을 나타내는 것으로 사료된다. 온열환경에 대한 만족도와 위치별 관련성을 보기위해 카이제곱 분석을 실시하였다. 분석 결과, 유의확률이 0.000(p<0.05)으로 위치별과 온열환경에 대한 만족도는 차이가 있는 것으로 나타났다.

표 6. 위치에 따른 온열환경에 대한 만족도[%]

구분 ¹⁾	1	2	3	4	5	전체
2층동측존	4.6	22.3	61.0	3.5	8.4	100
2층서측존	2.4	31.4	60.8	4.2	1.1	100
6층동측존	1.0	25.2	64.9	5.9	2.9	100
6층서측존	1.7	29.1	60.3	6.5	2.4	100
전체	2.0	28.1	61.9	5.3	2.7	100

¹⁾ 1: 추운편이다, 2: 시원한 편이다, 3: 출지도 덥지도 않다, 4: 따뜻한 편이다, 5: 더운 편이다

표 7. 위치에 따른 온열환경에 대한 선호도[%]

구분 ²⁾	1	2	3	4	5	전체
2층동측존	0.0	7.1	73.0	19.3	0.5	100
2층서측존	0.1	5.8	86.5	7.3	0.3	100
6층동측존	0.2	4.7	76.1	17.7	1.3	100
6층서측존	0.4	5.8	78.6	13.8	1.4	100
전체	0.2	5.6	79.9	13.4	1.0	100

²⁾ 1: 많이 따뜻했으면 좋겠다, 2: 약간 따뜻했으면 좋겠다, 3: 그대로가 좋다, 4: 약간 시원했으면 좋겠다, 5: 많이 시원했으면 좋겠다

온열환경에 대한 선호도를 분석한 결과는 표 7과 같으며 2층 서측 및 동측과 6층 서측존 및 동측존이 모두 대체로 실내온열환경에 선호도가 매우 높은 것으로 나타났다. 특히 2층 서측에서 ‘그대로가 좋다’가 86.5%로 매우 높게 나타났다. 또한 6층 동측존에서는 ‘그대로가 좋다’가 76.1%로 매우 높게 나타난 반면 ‘약간 시원했으면 좋겠다’도 17.7%로 높게 나타나 약간의 불만을 느끼는 것으로 나타났다. 온열환경에 대한 만족도와 동일하게 선호도에서도 위치별과 관련성을 보기위해 카이제곱 분석을 실시하였다.

분석 결과, 0.000(p<0.05)으로 위치별과 온열환경에 대한 선호도의 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 사무실 주변 환경과 건물 방위에 따라 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 사료된다. 그림 10은 온열환경에 대한 만족도 항목 중에서 ‘출지도 덥지도 않다’를 응답했을 경우의 실내온도를 나타낸 것이다. 분석 결과, 2층 동측존이 가장 낮은 실내온도를 나타냈으며 6층 서측존이 가장 높은 실내온도를 나타냈다.

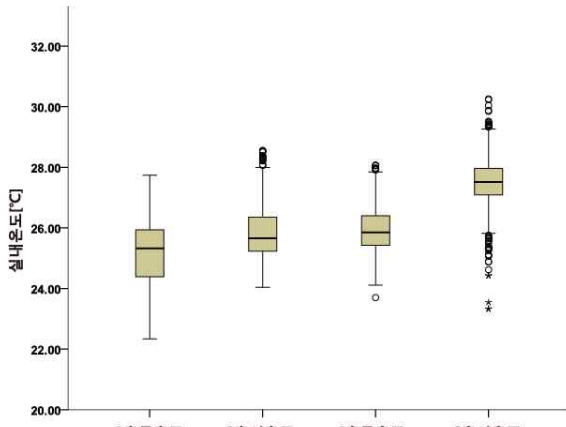


그림 10. 온열환경에 만족한 경우의 실내온도

표 8은 온열환경에 만족한 경우 실내온도를 나타낸 것이다. 2층 동측존의 평균온도는 25.27도, 최대온도는 27.74도, 최소온도는 22.34도로 나타났으며 표준편차는 1.06도로 나타나 한국 기준에 매우 근접한 것으로 나타났다.

2층 서측존의 평균온도는 25.88도, 최대온도는 28.55도, 최소온도는 24.04도, 표준편차는 0.94도로 2층 동측존과 동일하게 한국 기준 및 미국 기준에 매우 근접한 것으로 나타났다. 6층 동측존 및 서측존의 경우는 평균온도가 25.99도 및 27.47도로 한국기준에 적합한 것으로 나타났다. 이는 한국의 적정냉방온도가 재실자에게 쾌적감을 주며, 에너지사용을 절감대책의 온도로서 매우 적절한 것으로 판단된다.

표 8. 온열환경에 만족한 경우 실내온도

항목	2층 동측존	2층 서측존	6층 동측존	6층 서측존	전체
평균	25.27	25.88	25.99	27.47	26.30
최대	27.74	28.55	28.06	30.26	30.26
최소	22.34	24.04	23.70	23.33	22.34
표준편차	1.06	0.94	0.73	0.87	1.15

5. 결론

적절한 적정냉방온도를 검증하기 위해 국가별 온열환경기준에 따른 여름철 사무실의 실내 온열환경 및 주관적 평가를 평가한 결과를 요약하면 다음과 같다. 업무시간의 실내온도를 분석한 결과, 6층서측존의 실내온도가 27.41도로 다른 위치보다 1.49도 높게 나타났으며 4곳의 실내 위치에 따라 실내온도가 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 각 위치별 실내 유지온도가 차이가 있어 기존연구와 동일하게 각 위치별 컨트롤을 통해 온열쾌적감을 개선이 필요한 것으로 나타났다[10]. 또한, 각 위치별 실내 유지온도가 차이가 있는 것은 6층 서측존의 외부벽이 동측존의 외부벽보다 열획득이 낮기 때문인 것으로 사료된다.

실내 온도와 각 국가의 권장냉방기준을 비교 분석한 결과, 미국의 권장냉방기준인 22.5~26℃ 기준에 40%의 분포가 기준에 만족되며 일본의 권장냉방기준인 28℃ 이상 기

준에 11%가 만족되는 것으로 나타났다. 즉, 한국의 26℃ 이상 기준보다 낮은 만족도를 나타냈다. 이에 반해 우리나라는 2010년 1월 에너지이용합리화법을 제정하기 전부터 사무실 실내공간에서는 권장온도와 대비해 평균 58%의 높은 분포가 범위에 포함되는 것으로 나타났다. 즉, 재실자들의 쾌적한 환경을 조성하기 위해 설정하는 온도가 26℃에 근접한 것으로 볼 수 있다. 또한, 재실자가 만족하는 실내 온도는 평균 26.30도로 권장냉방온도에 적합한 것으로 나타났다. 이는 권장냉방온도가 에너지사용 절감대책의 방안뿐만 아니라 열쾌적면에서도 적절한 온도인 것으로 판단된다. 즉, 우리나라의 권장냉방온도는 재실자가 만족하는 최적 온도를 유지함으로써 건강과 직결되는 쾌적한 실내 환경을 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

Acknowledgement

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No.2011-0001031)

참고문헌

1. 기상청, <http://www.kma.go.kr> (검색일: 2010.12.15)
2. 건물 냉방온도 제한에 관한 규정, 지식경제부 고시 제2010-141호, 2010.7.20
3. 문조원, 김태우, 장덕수, 홍원화, “오피스 빌딩의 실내 환경측정과 재실자의 주관적 평가에 관한 연구; 계절별(하계, 중간기) 실내온도변화를 중심으로”, 대한건축학회논문집, 제25권 제5호, 2009.5, pp.279-286
4. Mui, K.W.H., Chan, K.W.H., “Adaptive comfort temperature model of air-conditioned building in Hong Kong”, Building and Environment, 38, 2003, pp.837-852
5. 배치혜, 배누리, 전정윤, “가구 유형에 따른 여름철 공동주택의 실내온열환경과 냉방 조절 행위에 관한 연구”, 한국주거학회논문집, 제19권 제1호, 2008.2, pp.89-96
6. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. ANSI/ASHRAE 55-1992, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 1995
7. 일본환경성 챌렌지 25 캠페인, www.team-6.jp(검색일: 2010.12.8)
8. 김현중, 이강영, 최원기, 서승직, “사무소 건물의 외주부 산정법에 따른 열부하 패턴; 외주부 면적에 따른 영향을 중심으로”, 대한건축학회 학술발표대회논문집, 제27권 제1호, 2007.10, pp. 1029-1032
9. Yun, G.Y., Kong, H.J., Kim, J.T., “A field survey of occupancy and air-conditioner use patterns in open plan offices”, Indoor and Built Environment, 20, 2011.2, pp.137-147
10. Jaakkola, J.J.K., Heinonen, O.P., Seppanen, O., “Sick building syndrome, sensation of dryness and thermal comfort in relation to room temperature in an office building: Need for individual control of temperature”, Environment International, 15, 1989, pp.163-168

투고(접수)일자: 2010년 12월 29일

심사일자: 2010년 12월 31일

게재확정일자: 2011년 6월 1일