

초등학교 교실에서 적용한 환경주의력 평가기법 개발에 관한 연구

Study on Development of Environmental Attention Assessment Applied in the Elementary Classroom

정 지원 · 이 희 관*

인천대학교 건설환경공학부

(2016년 11월 14일 접수, 2016년 11월 28일 수정, 2016년 12월 13일 채택)

Ji-Won Jeong and Hee-Kwan Lee*

Department of Civil and Environmental Engineering, Incheon National University

(Received 14 November 2016, revised 28 November 2016, accepted 13 December 2016)

Abstract

Attention plays vital role either students academic performance in classroom or work performance of workers. This study was accomplished among elementary school students of elementary school classroom for two years. Three experiment cases were designed based on the Predicted Mean Vote (PMV) indexes. Thermal environment and PMV were directly monitored; Thermal Sensation Vote (TSV) and Comfort Sensation Vote (CSV) were analyzed based on survey data; and attention was analyzed for different comfort level using FAIR program.

PMV, TSV and CSV were varied with the change in thermal environment and there was not noticeable gender influence on impact. The good correlation between thermal environment, PMV, TSV and CSV confirmed the impact of thermal environment on indoor comfort. There were different impacts on attention with comfort conditions. Academic attention of low attention group i.e. weak students, can be improved by providing the comfort environment. Thermal environment influences the comfort and the comfort influences the attention, it is possible to assess the impact of thermal environment on attention in further.

Key words : Thermal environment, Comfort, Attention, FAIR program, Classroom environment

1. 서 론

실내 공간은 그 사용 목적에 따라 고유한 필요성과 특성을 가지게 된다. 학교의 교실은 학생이 다양한 학습과 학업성취도 향상을 목적으로 교육 활동이 이루어

지는 공간이므로 그 목적에 적합한 환경이 제공되어야 한다. 우리나라의 학교 교실의 경우 학교보건법에 의해 학교 공기질과 온열 환경이 관리되고 있으나, 온열 환경의 경우 온도는 18~28°C, 습도는 30~70%로 온도와 습도 기준치가 지나치게 넓으며 같은 온열 환경에서도 학생들이 느끼는 온열감은 다를 수 있다. 실내 환경에서 실내 공기질뿐만 아니라 온열 환경 또한 인간에게 신체적, 정신적으로 영향을 미치는 것으로 알

*Corresponding author.

Tel : +82-(0)32-835-8468, E-mail : hlee@inu.ac.kr

려져 있다(Lee *et al.*, 2012; Son and Han, 2000).

교실 공간의 목적 중 하나인 학업성취도에 영향을 주는 인자들이 여러 가지가 있다(Son and You, 2011; Sin, 2007; Kim and Lee, 2007). 그중에 주의력 또한 학업성취도의 영향인자 중 하나이다. 온열 환경에 의한 직접적인 영향을 받을 것이라고 예상되는 주의력을 선택하여 연구한 선행연구가 있으나 온열 환경 범위 선택이 폭넓게 이루어지지 않았고 주의력에 대한 이해와 분석이 다소 부족하여 연구결과가 명확하지 않았다(Choi and Chun, 2009). 해외에서도 연구 사례가 있으나 열대지역으로 우리나라와 맞지 않는 측면이 있다(Tham, 2009). 또한 온열 환경이 주의력에 미치는 영향 평가 방법이나 기법에 대한 연구가 전혀 되어 있지 않아 이에 대한 연구가 필요하다.

온열 환경이 주의력에 직접적으로 미치는 영향을 평가하기는 매우 어렵다. 왜냐하면 주의력에 영향을 미치는 요소가 많으며, 온열 환경의 경우 개인마다 체감하는 정도가 다르고 온열 환경은 물리적, 객관적 요소이나 주의력은 인간의 심리적, 주관적 요소이기 때문이다. 이를 해결하기 위하여 그림 1과 같이 쾌적도라는 매개변수를 중간에 넣는 방법을 개발하고자 하였다.

이를 사례 연구로서 초등학교를 대상으로 여름철 교실의 온열 환경과 쾌적도의 관계 및 쾌적도와 주의력 정도를 분석하여 위의 평가기법의 적용성을 알아보고자 하였다.

2. 이론적 배경

2.1 쾌적도

덴마크 P. Ole. Fanger에 의하여 제안된 PMV (Predicted Mean Vote)는 객관적 쾌적도라고 할 수 있으며 재실자와 주위 환경 간의 열평형으로부터 재실자에 대한 정상 상태 모델을 이론적으로 개발하고, 재실자의 열부하(L=대사량-방열량)를 약 1,300여 명에 대한 환경 실험실에서의 실험 결과와 결합하여 재실자가 느끼는 온열감을 예측할 수 있는 평가지표를 제안하였다.

PMV는 재실자와 주위 6가지 온열 환경 요소 중 열 환경 인자인 기온, 습도, 기류속도, 평균 복사온도는 측정하고 재실자의 활동량, 의복의 착의량 등을 산정하여 열평형에 기초로 작성한 열쾌적방정식에 적용하여

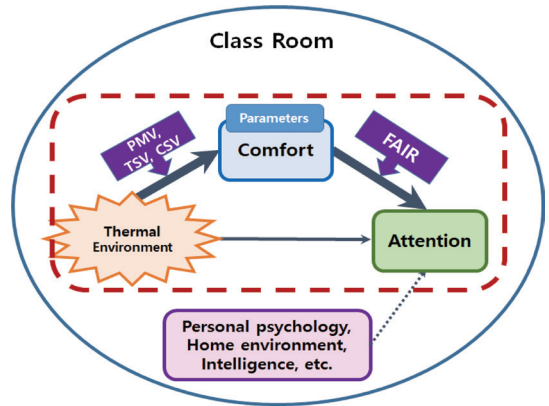


Fig. 1. Outline of the research.

재실자의 온열감을 이론적으로 평가하였다(ISO-7730 1995).

PMV값은 ASHRAE의 온열감 7단계 척도를 기준으로 설정하였고 0을 열적 중립 상태로 하여 -3(매우 춥다), -2(춥다), -1(약간 춥다), 0(적당하다), 1(약간 덥다), 2(덥다), 3(매우 덥다)의 수치 척도로 나타낼 수 있다. PMV의 적용 범위는 중립점 0을 중심으로 쾌적 환경의 근방에 한정되어 있으므로 $-2 < PMV < 2$ 에 적용이 가능하며 땀 많이 흘리는 환경이나 극한 환경에서는 적용하기에는 제한적인 것으로 보고되고 있다(Bae, 1995).

주관적 쾌적도는 산술적으로 평가되는 객관적 쾌적도와는 달리 재실자가 순간 느끼는 감각적인 쾌적 정도이며 같은 온열 환경에서도 재실자마다 느끼는 쾌적도는 다를 수 있다. 이를 ISO-7730에서 척도화하여 온열민감도(TSV), 쾌적민감도(CSV)를 제시하였다.

TSV (Thermal Sensation Vote)는 주관적 온열감으로서 얼마나 덥고 춥게 느끼는가를 질문하여 평가하는 것이다. 재실자의 온열감에 대한 주관적인 느낌을 -3~3점으로 7척도로 표시하며 설문조사로 시행한다. 수치적으로 산출되는 예상 온열감 PMV와 같은 온열 쾌적감이며 같은 7척도이기는 하나 개인의 의견을 나타내는 것으로 PMV와는 그 속성이 다를 것으로 알려져 있다(Wong and Khoo, 2003).

CSV (Comfort Sensation Vote)는 주관적 쾌적감으로 얼마나 쾌적하다고 느끼는가를 질문하여 평가하는 것이다. 재실자의 쾌적감에 대한 주관적인 느낌을 1~7점

으로 7척도로 표시하며 설문조사로 실시한다. 일반적인 쾌적감을 질문하므로 온열 쾌적감인 TSV와는 다른 척도이다.

2.2 주의력

주의력이란 원하는 정보에 관심을 기울이고, 문제 해결을 위해 지속적으로 집중력을 유지하며, 때로는 목적에 따라 필요한 자극으로 정신력을 전환할 수 있는 뇌의 고등 기능을 의미한다(Oh, 2002). 주의에 대한 여러 학자들의 정의를 기초로 하면 “주의력이란 중요하다 하고 선택된 자극에 대해 집중력을 발휘하는 정신적인 힘, 그리고 그 자극에 머물러 있을 수 있는 지속성”으로 정의할 수 있다.

주의력을 측정할 수 있는 FAIR프로그램은 6개의 하위주의력인 각성, 지속성 주의, 공간 주의, 선택 주의, 주의 변경, 분산 주의를 설명하고 있다(Goldhammer and Moosbrugger, 2006). FAIR프로그램에서는 이 중 세 가지의 하위 주의력을 측정할 수가 있다.

첫째로는 선택주의력(P)이다. 주어진 시간에 얼마나 많은 정보를 향해 자극을 물리치는 가운데 옳게 처리했는가로 향해 자극은 무시되면서 특정 자극을 우선적으로 처리할 수 있는 능력을 말한다.

두 번째로는 자기통제력(Q)이다. 속도와 정확성의 딜레마 속에서 나타나는 주의의 정확성으로 다수의 경쟁적인 목표 자극들 간에 주의를 분배하여 동 시간대에 요구되는 여러 관계를 처리할 수 있는 능력이다. 같은 시간에 두 개의 차원을 동시에 주의해야 하는 필요성을 요구하면서 아울러 속도와 질 양쪽에 동시에 최적화해야 하는 능력을 말한다.

세 번째로는 지속주의력(C)이다. 주의 집중하는 경우 그 지속성이 얼마나 오래 지속되는지에 관한 것으로 자극원이 일정 시간동안 유지될 때 지속적으로 주의를 유지하는 능력을 말한다.

FAIR프로그램은 1995년에 독일에서 Moosbrugger와 Oehlschlaegel이 개발한 주의력 검사 프로그램이다. Frankfurter Aufmerksamkeits - Inventar의 약자로 검사의 공정성을 보장하며 수기 검사의 잘못된 판단이나 규칙으로부터 보호해 주는 것으로 알려져 있다. 우리나라에서는 2002년 독일 FAIR프로그램을 한국표준화하면서 대표적인 주의력검사로 사용되고 있다. 이 검사는 전국 1309명을 대상으로 하여 표준화가 진행

되었는데, 전체 표집 대상자를 총 11개 연령별 소집단으로 나누어 8세부터 48세 이상까지 거의 전 연령대에서의 주의력을 측정할 수 있도록 하였다(Oh, 2002).

3. 연구 방법

3.1 환경주의력 평가 기법 개발

쾌적도를 매개변수로 하여 온열 환경이 주의력에 미치는 영향을 평가하는 기법을 ‘환경주의력 평가 기법’이라고 정의하였다. 이를 개발하기 위하여 온열 환경과 쾌적도와 관계 분석 방법, 재실자를 고려한 주관적 쾌적과 주의력 관계 분석 방법, 이를 바탕으로 한 온열 환경과 주의력 관계 분석 방법이 필요하였다. 따라서 본 연구를 수행하기 위하여 다양한 항목을 측정, 관찰, 설문 그리고 검사를 실시하였다.

온열 환경과 물리적 쾌적도를 알아보기 위해서 온도, 습도, 기류, 복사온도 측정장비(IAQ-402, BABUK/M) 2종을 사용하여 측정하였다. 이를 천정형 시스템에 어킨(LT-w1100SD) 아래인 교실 중앙에 배치하였고 가장 가까운 학생과의 거리는 1m 이상 유지하였으며 바닥에서의 높이는 1.1m 높이(ISO-7730기준)에서 측정하였다. 활동량과 착의량은 관찰을 통하여 기록하였는데 교실에서 학습을 하고 있으므로 활동량은 1.2met로 고정되어 있으며 착의량은 설문조사 후, 반팔, 반바지인 0.3 clo로 고정하였다. 객관적 쾌적도인 PMV는 위의 측정된 요소들을 물리적 수식으로 엑셀을 사용하여 산출하였다.

주관적 쾌적도는 재실자에게 TSV와 CSV에 관련된 설문지를 개발하여 사용했으며 2014년 4월부터 9월, 2015년 7월부터 9월까지 총 8개월간 수행되었다. 객관성을 가질 수 있도록 5교시에 국어수업, 6교시에 독서 활동을 20분간 진행한 후, 총 44회 설문하고 기록하게 하였다. 건강이 좋지 못하다고 대답한 학생은 통계에서 제외하였다.

주의력은 주의력을 전문적으로 측정할 수 있는 FAIR프로그램의 검사지를 활용하여 검사를 실시하였다. 이도 마찬가지로 2014년 4월부터 9월, 2015년 7월부터 9월까지 총 8개월간 수행하였다. 객관성을 가질 수 있도록 5교시에 국어수업을 실시하고 6교시에 독서 활동을 20분간 진행한 후, 각 3분간 검사 1, 검사 2를

44회 실시하였다. 건강이 좋지 못하다고 대답한 학생은 통계에서 제외하였으며 이를 채점하여 연구에 활용하였다. 6교시에 주의력을 측정할 이유는 개인적으로 가정에서의 영향을 가장 적게 받으며 주의력의 편차가 큰 시간이기 때문이다(Barton and Cattell, 1974). FAIR 프로그램은 주의력을 분야별로 주의력의 용량이라고 할 수 있는 선택주의력(P), 실수를 통제하는 자기통제력(Q), 지속성을 나타내는 지속주의력(C)으로 구분하여 측정이 가능하며 백분위(%) 값으로 결과를 나타낸다.

3.2 사례 연구 및 특성 분석

개발된 ‘환경주의력 평가 기법’의 적용성을 검토하기 위하여 초등학교 교실과 학생들 대상으로 사례 연구를 하였다. 사례 연구 대상 공간 모니터링 및 분석, 개발된 평가 기법에 대한 민감도 분석, 평가 기법 적용 및 결과 분석을 하고자 하였다. 또한 이를 통하여 환경주의력의 특성도 분석하였다.

본 실험은 2014년 4월부터 9월, 2015년 7월부터 9월 까지 총 8개월간 44회에 걸쳐 수행되었다. 실험이 수행된 교실은 인천광역시 연수구에 위치한 일반적인 초등학교 교실로서 여교사 1명과 1차 년도에는 초등학교 5학년 남학생 11명, 여학생 10명으로 총 21명의 학생이 재실해 있었으며, 2차 년도에는 초등학교 5학년 남학생 9명, 여학생 14명, 총 23명의 학생이 재실해 있다.

온열 환경 조건에 대한 실험이므로 온도와 습도를 제외한 다른 조건들은 고정하였다. 풍량은 법적 기준 내의 0.0~0.15 m/s이며, 활동량은 앉은 상태에서 사무를 보거나 학습을 하는 1.2 met, 착의량은 반팔과 반바지 상태인 0.3 clo로 고정하였다.

연구를 위한 실험 조건으로 다음과 같이 세 가지 조건으로 나누었다.

첫 번째 조건은 여름철 평시 조건으로 우리나라 여름철의 일반적인 날씨로서 PMV가 1.0~1.7 정도로 온습도 범위로 환산하면 온도는 28.0°C 이상이며 습도는 70%이다. 두 번째 조건은 냉방 약 조건으로 여름철에 적절한 냉방을 가동(냉방기 24°C로 가동)을 하고 문과 창문이 닫혀 있는 상태이다. PMV가 -0.5~0.5로 쾌적 범위에 해당하며 온습도 범위로 환산하면 온도는 24.5~27.2°C, 습도는 50%이다. 세 번째 조건은 냉방 강 조건(냉방기 18°C로 가동)으로 지나치게 강력한 냉

방을 가동하고 문과 창문을 닫은 상태이다. PMV가 -1.8~-1.0 정도이며 온습도 범위로 환산하면 온도는 21.0~23.0°C이고 습도는 50%이다. 표 1에서 조건들을 정리하였다.

4. 연구 결과

4.1 객관적 쾌적도 일변화 분석

객관적 쾌적도인 PMV를 학생들의 수업이 시작되는 9:00부터 교사의 퇴근 시간 전인 16:00까지 측정하였다. 여름철의 대표적인 세 가지 조건으로 분류하였다. 측정 조건은 온도와 습도가 높아 PMV가 1.0 이상이 되는 여름 평시 조건(28°C 이상, 습도 70% 기준), 냉방기를 적정하게 가동(냉방기 24°C, 습도 50% 기준)하여 PMV가 쾌적범위인 -0.5~0.5 사이인 냉방 약 조건, 냉방기를 과도하게 가동(냉방기 18°C, 습도 50% 기준)하여 PMV가 -1.0 이하인 냉방 강 조건으로 분류하였다.

그림 2에서 여름 평시 조건(28°C 이상, 습도 70% 기준)의 PMV 측정 결과를 살펴보면 쾌적범위 -0.5~0.5 범위를 벗어나 상회함을 볼 수 있다. 온도의 변화와 같이 오전에 PMV가 낮고 오후로 갈수록 높아졌다가 늦은 오후가 되면 다시 낮아짐을 볼 수 있다. 여름

Table 1. Three cases of thermal environment used in this study.

Items	Cold		Cool		General summer
PMV	-1.0	-0.5	0	0.5	1.0
Temp.(°C)	23.0	24.5	25.8	27.2	28.0
Rh.(%)	50		50		70

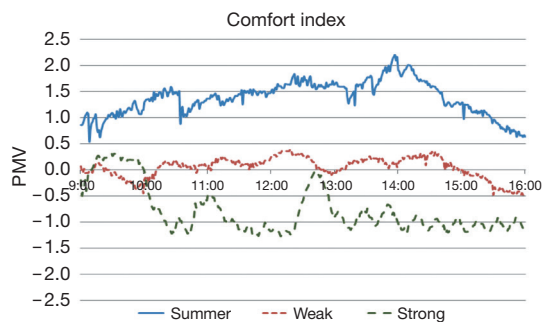


Fig. 2. Day trend graph of PMV.

철 특성상 고온, 고습도의 영향으로 PMV 값이 매우 높다는 것을 알 수 있다.

냉방 약 조건(에어컨 가동 24°C, 습도 50% 기준)의 PMV 측정 결과를 살펴보면 쾌적범위 -0.5~0.5 범위를 벗어나지 않으며 종일 에어컨을 가동하여 일정하고 안정적으로 PMV를 유지하는 것으로 나타났다. 재실자가 가장 쾌적함을 느낄 수 있는 범위이다.

냉방 강 조건(에어컨 가동 18°C, 습도 50% 기준)의 온열 환경 측정 결과를 살펴보면 에어컨을 가동하지 않은 시간(09:00~10:00, 12:30~13:00)을 제외하면 지나친 냉방으로 PMV의 쾌적범위인 -0.5~0.5 범위를 벗어나 하회하며 냉방 가동 여부와 가동 시간에 따라 차이를 크게 보였다. 냉방을 가동하지 않은 9시부터 10시 사이와 점심 시간인 12시 직전에는 낮은 PMV 값을 보이지 않았다.

4.2 주관적 쾌적도 빈도 분석

객관적 쾌적도인 PMV는 측정을 통하여 알 수 있으나 주관적 쾌적도는 재실자의 의견을 물어야 한다. 따

라서 주관적 쾌적도를 알아보기 위하여 주관적 쾌적도인 TSV와 CSV를 대상으로 설문을 실시(44회)하였다. 또한 주관적 쾌적도와 성별 간에 유의적인 관련성이 있을 것이라는 것을 검증하기 위하여 교차분석(카이제곱 검정)을 실시하였다. 그림 3을 보면 여름 평시 조건(28°C 이상, 습도 70% 기준)의 경우 TSV는 모두 0~3 범위에 분포하였으며 ‘덥다’에 가장 많은 답을 하였다. CSV는 ‘보통’에 가장 많은 답을 하였으며 불쾌하다는 답도 상당히 많았다. 남녀의 차이는 거의 없다. 카이제곱 검정 결과 신뢰도의 기준이 되는 유의도 p값은 TSV는 0.229이고 CSV는 0.137로 값이 모두 신뢰도 기준인 $p < 0.05$ 보다 크게 나왔다. 따라서 여름 평시 조건일 경우 주관적 쾌적도와 남녀 성별 간에는 분포 차이가 없는 것으로 나타났다.

그림 4를 보면 냉방 약 조건(에어컨 가동 24°C, 습도 50% 기준)의 경우 중립인 TSV는 ‘쾌적하다’에 가장 많은 답을 하였고 CSV는 ‘보통’에 가장 많은 답을 하였으며 쾌적하다는 답도 소수 있었다. 여학생이 중립적인 대답이 많은 편이었다. 카이제곱 검정 결과 신뢰도의

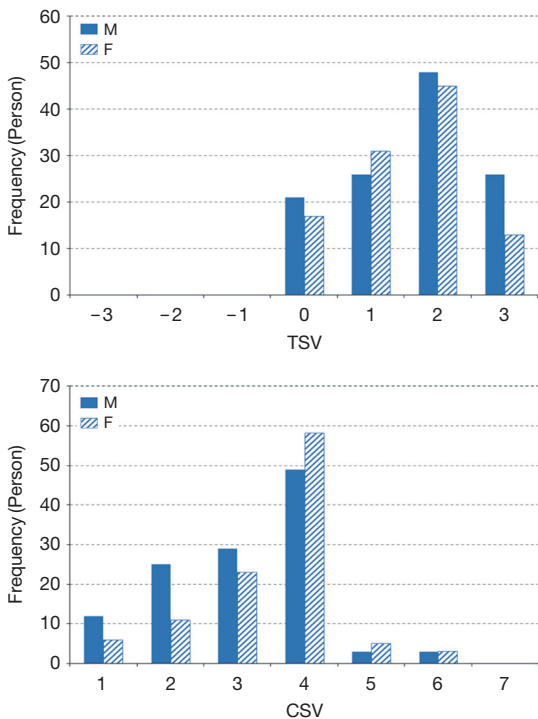


Fig. 3. Graph shows the TSV and CSV index for general summer cases study (n=286).

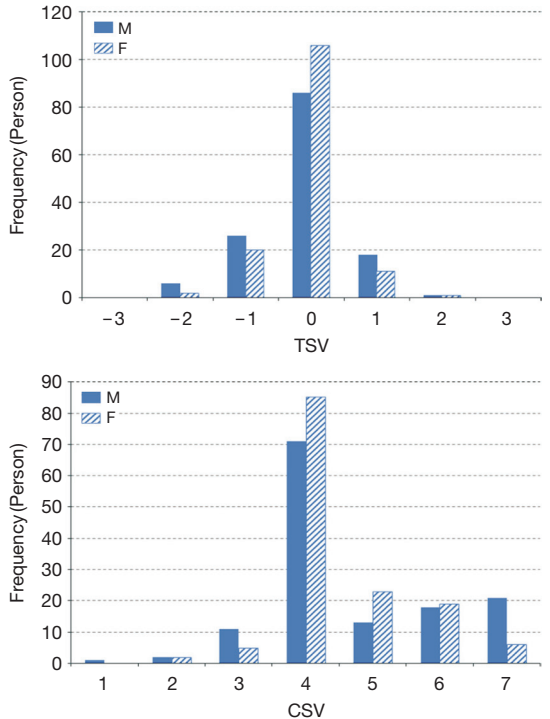


Fig. 4. Graph shows the TSV and CSV index for cool case study (Little cooling) (n=332).

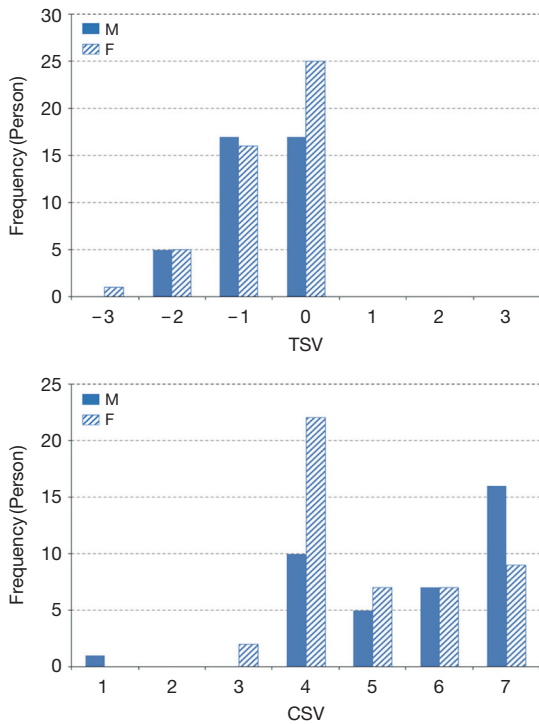


Fig. 5. Graph shows the TSV and CSV index for cold cases study (High cooling) (n=100).

기준이 되는 유의도 p값은 TSV는 0.163이고 CSV는 0.106으로 TSV 값은 모두 신뢰도 기준인 $p < 0.05$ 보다 크게 나왔다. 따라서 냉방 약 조건일 경우 주관적 쾌적도와 남녀 성별 간에는 분포 차이가 없는 것으로 나타났다.

그림 5를 보면 냉방 강 조건(에어컨 가동 18°C, 습도 50% 기준)일 경우 TSV는 모두 -3~0 범위에 분포하였으며 ‘쾌적하다’에 가장 많은 답을 하였으며 출다에 많은 분포를 보였다. CSV는 ‘보통’에 가장 많은 답을 하였으며 쾌적하다는 답도 상당히 많았다. 카이제곱 검정 결과 신뢰도의 기준이 되는 유의도 p값은 TSV는 0.229이고 CSV는 0.137로 값이 모두 신뢰도 기준인 $p < 0.05$ 보다 크게 나왔다. 따라서 냉방 강 조건일 경우 주관적 쾌적도와 남녀 성별 간에는 분포 차이가 없는 것으로 나타났다.

4.3 조건별 주의력 측정 결과

FAIR프로그램을 활용하여 주의력을 측정하면 주의

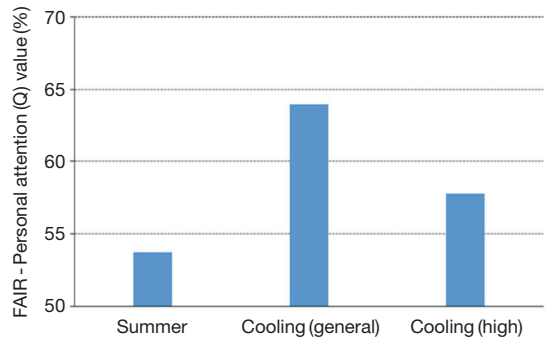


Fig. 6. Personal attention (Q) of students calculated based on PMV index (n=536).

력의 용량이라고 할 수 있는 선택주의력(P), 실수를 통제하는 자기통제력(Q), 지속성을 나타내는 지속주의력(C)을 측정할 수 있으며 점수는 백분율인 %로 나타난다. 선행연구 결과 각 조건별로 PMV에 따른 주의력 중 자기통제력(Q)이 가장 변별력이 있으므로 자기통제력(Q)의 결과를 비교하였다(Jeong, 2016).

그림 6을 보면 여름 평시 조건일 때 PMV 평균이 1.3이며 이때의 주의력 FAIR 중 자기통제력(Q)의 점수는 54.6%, 냉방 약 조건일 때 PMV 평균은 0.2이며 점수는 63.8%, 냉방 강 조건일 때 PMV 평균은 -1.2이며 점수는 57.8%이다. PMV값이 좋을수록, 즉 0에 가까울수록 주의력인 자기통제력(Q)의 결과가 높게 나왔다. 따라서 쾌적함이 주의력에 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

4.4 쾌적도와 주의력의 회귀분석

본 연구에서는 독립변수가 1개이고 종속변수가 1개일 때 이용하는 단순회귀분석을 이용하여 분석하였으며 PMV, TSV와 주의력을 분석할 때는 곡선적합모형을 적용하였고 CSV와 주의력을 분석할 때는 선형모형을 적용하였다. 그 이유는 PMV와 TSV는 절대값이 커질수록 쾌적도가 낮아지는 구조이며 이는 PMV 곡선을 떠올리면 쉽게 이해할 수 있다. 반면 CSV의 경우 수치가 커질수록 쾌적도도 높아지므로 선형 모형을 적용하였다.

연구기간과 횟수는 2014년 4월부터 9월, 2015년 7월부터 9월까지 총 8개월간 34회에 걸쳐 수행되었다.

표 2는 쾌적도인 PMV, TSV, CSV와 주의력 중에 자

Table 2. Summary of the regression analysis results; Comfort (n=34).

Index	Variables	Standard error	β	t-value	P-value	Correlation
PMV	(Constant)	0.526	-	117.422	0.000	$R^2 = 0.679$
	Personal attention (Hypothesis - 1)	0.461	-0.735	-6.869	0.000**	
TSV	(Constant)	0.631	-	97.233	0.000	$R^2 = 0.556$
	Personal attention (Hypothesis - 2)	0.700	-0.719	-4.117	0.000**	
CSV	(Constant)	4.045	-	10.990	0.000	$R^2 = 0.401$
	Personal attention (Hypothesis - 3)	0.934	0.634	3.570	0.002**	

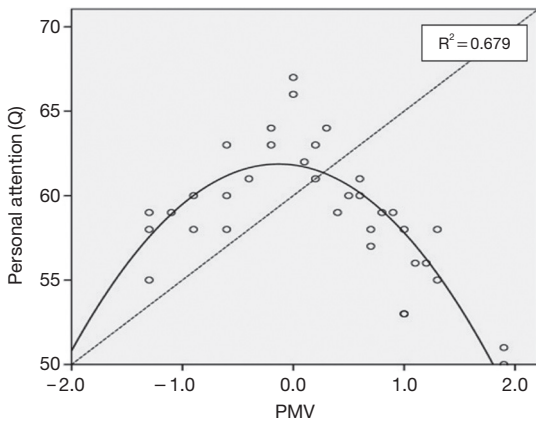


Fig. 7. Relation between PMV and personal attention of students (n=34).

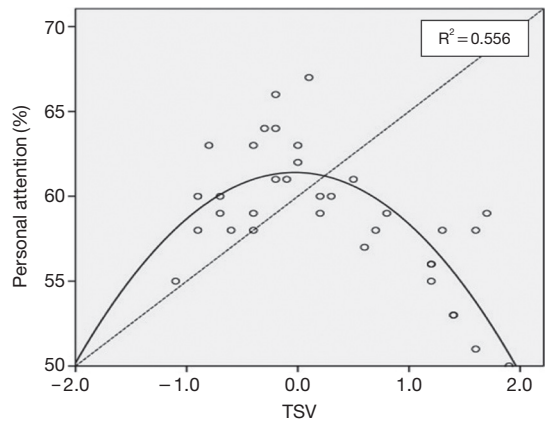


Fig. 8. Relation between TSV and personal attention of students (n=34).

기통제력(Q)와의 회귀분석 결과를 나타낸 것이다.

그림 7은 PMV와 자기통제력(Q)와의 상관관계를 회귀분석으로 나타낸 것이다. ‘객관적 쾌적도인 PMV가 자기통제력(Q)에 부(-)의 영향력을 미칠 것이다’라는 가설 1의 검정 결과 $p=0.000$ 으로 유의도 기준인 0.01보다 작기 때문에 통계적 유의수준 하에서 영향을 미치는 것으로 나타나 가설 1은 채택이 되었다. 즉, PMV가 자기통제력(Q)에 부(-)의 영향력을 미치는 것을 알 수 있다. 회귀모형은 $p=0.000$ 에서 회귀식에 대한 $R^2=0.679$ 로 높은 상관을 나타낸다. 이로 보아 객관적 쾌적도인 PMV가 통제주의력(Q)에 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

그림 8은 TSV와 자기통제력(Q)와의 상관관계를 회귀분석으로 나타낸 것이다. ‘주관적 쾌적도인 TSV가 자기통제력(Q)에 부(-)의 영향력을 미칠 것이다’라는 가설 2의 검정 결과 $p=0.000$ 으로 유의도 기준인 0.01보다 작기 때문에 통계적 유의수준 하에서 영향을 미

치는 것으로 나타나 가설 2는 채택이 되었다. 즉, TSV가 자기통제력(Q)에 부(-)의 영향력을 미치는 것을 알 수 있다. 회귀모형은 $p=0.000$ 에서 회귀식에 대한 $R^2=0.556$ 으로 약간 높은 상관을 보이고 있다. 이로 보아 주관적 쾌적도인 TSV가 통제주의력(Q)에 다소 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

그림 9는 CSV와 자기통제력(Q)와의 상관관계를 회귀분석으로 나타낸 것이다. ‘주관적 쾌적도인 CSV가 자기통제력(Q)에 정(+)의 영향력을 미칠 것이다’라는 가설 3의 검정 결과 $p=0.002$ 로 유의도 기준인 0.01보다 작기 때문에 통계적 유의수준 하에서 영향을 미치는 것으로 나타나 가설 3은 채택이 되었다. 즉, CSV가 자기통제력(Q)에 정(+)의 영향력을 미치는 것을 알 수 있다. 그러나 회귀모형은 $p=0.002$ 에서 회귀식에 대한 $R^2=0.401$ 로 약간 낮은 상관을 보이고 있다. 이로 보아 주관적 쾌적도인 CSV는 통제주의력(Q)에 영향을 거의 미치지 않는 것을 알 수 있다.

4.5 쾌적도와 주의력 그룹 간의 회귀분석

연구 1차년도 학생들을 주의력 상위그룹 10명과 주의력 하위그룹 10명으로 평균과 일치하는 중위수를 기준으로 나누어 구분하여 회귀분석을 실시하였다. 이를 통하여 객관적 쾌적도인 PMV와 주의력 그룹 간의 영향력을 알아보고자 하였다. 표 3은 주의력 그룹과 객관적 쾌적도인 PMV와의 회귀분석 결과를 나타낸 것이다.

쾌적도 PMV는 자기통제력 상위그룹에 부(-)의 영향을 미칠 것이라는 가설 1의 검정 결과, $p=0.007$ 로 유의도 기준인 0.01보다 작기 때문에 통계적 유의수준 하에서 영향을 미치는 것으로 나타나 통계적 유의수준 하에서 영향을 미치는 것으로 나타나 가설 1은 채택되었다. 즉, 쾌적도 PMV의 값(절대값)이 커질수록 자기통제력 상위그룹의 주의력은 낮아진다는 것을 알 수 있다. 그러나 회귀식에 대한 $R^2=0.416$ 으로 약간 낮은 상관을 보이고 있다.

쾌적도 PMV는 자기통제력 하위그룹에 부(-)의 영향을 미칠 것이라는 가설 2의 검정 결과, $p=0.000$ 으로 통계적 유의수준 하에서 영향을 미치는 것으로 나타나

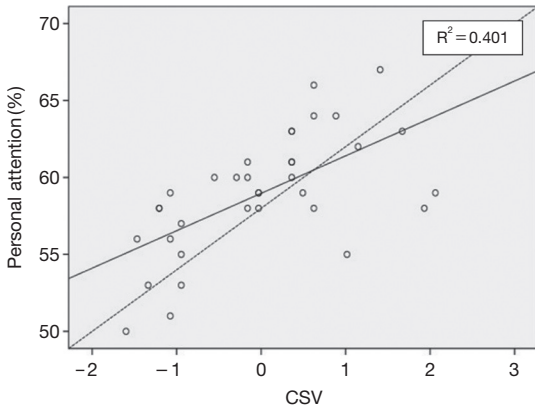


Fig. 9. Relation between CSV and Personal attention of students (n=34).

가설 2는 채택되었다. 즉, 쾌적도 PMV의 값(절대값)이 커질수록 자기통제력 하위그룹의 주의력은 낮아진다는 것을 알 수 있다. 회귀모형은 $p=0.000$ 에서 회귀식에 대한 $R^2=0.640$ 으로 높은 상관을 보이고 있다.

위의 두 가지 가설의 결과의 결정계수 R^2 값을 비교해보면 자기통제력 상위그룹보다 자기통제력 하위그룹이 쾌적도 PMV의 영향을 더 많이 받는 것으로 판단할 수 있다. 또한 하위그룹의 학생들에게 쾌적한 환경을 제공할 경우 주의력이 더욱 잘 향상될 것으로 예상할 수 있다.

5. 결 론

실내 환경에서 온열 조건이 해당 공간 내에서의 활동 성과에 미치는 영향은 중요하며 이를 평가할 수 있는 ‘환경주의력 평가 기법’을 제안하였다. 또한 이를 학업성취도가 중요시되는 초등학교를 대상으로 사례 연구를 통하여 그 적용성과 초등학교 교실 환경에서의 특성을 분석하였다. 이의 적용성을 검증하기 위하여 온열 환경과 쾌적도와 의 영향 분석, 쾌적도와 주의력의 영향 분석을 실시하였다.

온열 환경이 직접적으로 주의력에 미치는 영향을 알기 어려운 상황에서 쾌적도를 매개변수를 하여 온열 환경은 객관적, 주관적 쾌적도에 영향을 미치며 쾌적도는 주의력에 영향을 미치는 정도를 수치적으로 밝혔다.

연구 결과를 정리하여 보면 다음과 같다. 첫째, 여름철 평시 조건 및 냉방 강 조건의 객관적 쾌적도 PMV는 쾌적 범위를 벗어나나 냉방 약 조건의 경우 쾌적범위 (PMV -0.5~0.5)를 유지하였다. 둘째, 설문을 통한 주관적 쾌적도인 TSV, CSV를 조사한 결과 냉방 약 조건에서 ‘쾌적하다’는 점수를 가장 많이 주었으며 남녀 성별 간의 차이는 없는 것으로 나타났다. 셋째, 냉방 약

Table 3. Summary of the regression analysis results; Attention group (n=34).

Index	Variables	Standard error	β	t-value	P-value	Correlation
Attention high	(Constant)	1.846	-	47.096	0.000	$R^2=0.416$
	PMV (Hypothesis -1)	1.649	-0.647	-3.175	0.007	
Attention low	(Constant)	3.051	-	14.232	0.000	$R^2=0.640$
	PMV (Hypothesis -2)	2.726	-0.800	-4.990	0.000	

조건인 PMV값이 0에 가까울수록, 즉 쾌적할수록 주의력인 자기통제력(Q)의 값 %가 높게 나타났다. 따라서 쾌적함이 주의력에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 넷째, 쾌적도와 주의력을 회귀분석한 결과를 보면 쾌적도 PMV와 TSV는 각각 $R^2=0.679$, $R^2=0.556$ 으로 자기통제력(Q)에 영향을 받았다. 다섯째, 쾌적도와 주의력 그룹 간에 회귀분석을 한 결과를 보면 자기통제력(Q) 하위 그룹이 $R^2=0.640$, 자기통제력(Q) 상위 그룹이 $R^2=0.416$ 으로 주의력이 낮은 학생일수록 쾌적도의 영향을 많이 받는 것으로 나타났으며 이를 통하여 쾌적도를 높이면 주의력이 낮은 그룹 학생들의 주의력을 효과적으로 높일 수 있다는 것을 알 수 있다.

위의 사례 연구를 종합해보면 쾌적도를 매개변수로 한 온열 환경이 주의력에 영향을 미치는 영향 평가 기법으로 개발한 ‘환경주의력 평가 기법’은 적용성이 크다고 할 수 있다.

이번에 수행한 여름철 연구뿐만 아니라 겨울철 난방 환경에서의 연구도 추가적으로 수행하고자 한다.

또한 후속연구를 통해 본 연구의 범용성 확보를 위해 제안된 환경주의력 평가 기법을 일차적으로 초등학교 전체 학년, 중, 고등학교 과정으로 확대 적용하여 교육 환경관리에 활용을 제안하고자 한다. 이차적으로는 그룹 형태의 작업 공간을 대상으로 한 적용 연구를 통하여 작업 환경 개선 및 성과 제고 효과를 기대할 수 있다.

감사의 글

이 논문은 인천대학교 2013년도 자체연구비 지원에 의하여 연구되었음.

References

Bae, G.N. (1995) Evaluation of Thermal Comfort in Indoor Environments, *Journal of Thermal Environment Society*, 2(3), 145-157.
 Barton, K. and R.B. Cattell (1974) Changes in psychological state measures and time of day, *Psychological Re-*

ports, 35(1), 219-241.
 Choi, Y.R. and J.Y. Chun (2009) Effect of Indoor Temperature on Occupants, Attention Abilities The purpose of this research is to investigate how the indoor temperature has influence on occupants attention abilities as a basis of productivity, *Review of Architecture and Building Service*, 25(12), 411-418.
 Goldhammer, F. and H. Moosbrugger (2006) Aufmerksamkeit, In K. Schweizer (Hrsg.), *Leistung und Leistungsdiagnostik*, Springer, Heidelberg.
 ISO-7730 (1995) Moderate thermal environments determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort, ISO.
 Jeong, J.W. (2016) Study on the Impact Assessment Technique of Thermal Environment on the Attention, Incheon National University, Incheon, 93-104.
 Kim, H.J. and B.H. Lee (2007) Effects of Family Background, Social Capital and Cultural Capital on the Children’s Academic Performance, *Korean Demography Society*, 30(1), 125-148.
 Lee, H.J., Y.R. Choi, and J.Y. Chun (2012) Effect of indoor air temperature on the occupants’ attention ability based on the electrogenic phonogram analysis, *Review of Architecture and Building Service*, 28(3), 217-225.
 Oh, H.S. (2002) FAIR attention test, Jooang juksung press, Seoul.
 Sin, J.H. (2007) An Analysis of the Structural Relations among Elementary Students’ Home Environment, Emotional Intelligence, Creativity, and Academic Performance, *Journal of Education Science*, 38(2), 81-102.
 Son, C.O. and S.M. You (2011) The Influence of Learning Variables and Family Variables on Academic Achievement: in Academic High School Students, *Journal of Brain Education*, 8, 27-53.
 Son, J.Y. and Y.H. Han (2000) An Evaluation of the Effect of Radiant Heating System on Human Thermal Sensation, *Review of Architecture and Building Service*, 16(12), 235-242.
 Tham, K.W. (2009) Room air temperature affects occupants physiology, perceptions and mental alertness, *Building and Environment*, 45(1), 40-44.
 Wong, N.H. and S.S. Khoo (2003) Thermal Comfort in Classroom in the Tropics, *Energy and Buildings*, 35(4), 337-351.