

동계 대학강의실 환경성능수준 측정에 관한 연구

A Study on the Environmental Performance Level Measurement in the Lecture Room during Winter Time

안 태 경*
Ahn, Tae-Kyung

Abstract

This study is designed to measure the indoor environment and research on the environmental situation in the lecture room where the lecture is conducted during the winter time in order to understand the level of environment in the lecture room and then suggest the method of improving the environment in the lecture room in the future. The findings are as follows.

First, the number of ventilation measured at Lecture Room 1 was 1.2 times/hour while that at Lecture Room 2 was 2.2 times/hour.

Second, the lighting at Lecture Room 1 and 2 was 650~700 lux while the noise at Lecture Room 1 and 2 was not more than 60dB. Third, Group 1 and Group 2 felt in the same way that the air quality in the lecture room was not good when the air quality was measured in 30 minutes after the start of lecture. Fourth, both Group 1 and Group 2 showed the lowered concentration on the class in 30 minutes after the start of the class when the room was heated. But Group 1 got less drop in the concentration when they was put in the non-heated room. Fifth, As for the change in the carbon dioxide volume during lecture, the carbon dioxide volume in the room where the windows was closed rose 1,000~1,400ppm from that at the time of start, thus showing that the indoor air quality got worsened. In addition, it is hard to control the indoor temperature due to the heating and non-heating. Accordingly, it is necessary to get the heating system which can make the ventilation in order to keep the environmental level in the lecture room to a certain level and keep the proper indoor temperature.

키워드 : 동계, 강의실, 환경성능, 집중도

Keywords : Winter Time, Lecture Rooms, Environmental Quality Level, Concentration

1. 서론

1.1 연구의 배경과 목적

일반적으로 대학수업은 강의실에서 지속적으로 이루어지고 있다. 이에 강의실의 환경은 수업에 참여하고 있는 학생들의 건강과 수업의 집중도에 영향을 미칠 수 있으므로 매우 중요하다.

근래의 강의실은 냉난방시설을 겸비하고 있으며 수업이 이루어지고 있다. 창이 닫힌 상태에서 장시간 수업이 이루어

어질 경우, 강의실의 실내공기환경이 나빠지고 학생들의 건강과 수업집중에 영향을 미칠 수 있다. 특히 동계에는 대부분의 수업이 창문이 닫힌 상태에서 진행됨으로 동계에 강의실 환경조건을 파악하고 이에 따른 환경조절 방안이 제시될 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 동계에 수업이 이루어지고 있는 강의실에서 실내 환경 측정과 학생들의 환경상태 및 수업 집중도에 대한 현장 실태조사를 통하여 창문이 닫힌 상태에서의 대학 강의실 환경 수준을 파악하여 강의실 환경개선을 위한 방향을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위와 방법

본 연구는 동계에 창문이 닫힌 강의실의 건축환경의 수

* Associate Professor, Dept. of Architectural Engineering, Kyung-doeng Univ., Korea
Corresponding Author,
Tel: 82-33-6390-0222, E-mail: atk@kduniv.ac.kr

준을 파악하고자 한다.

연구방법은 강의실의 건축 환경 요소인 환기횟수 측정, 실내이산화탄소량 측정, 실내조도, 소음을 측정하여 강의실의 환경을 파악하고자 한다. 또한 동계에 창문이 닫힌 상태에서 난방과 비난방시 학생들이 느끼는 온도감, 공기의 탁한 정도, 수업 집중도를 수업시간 10분 간격으로 학생들이 응답하도록 하여 환경인지 및 집중도의 변화를 파악하고자 한다.

본 연구의 흐름은 다음과 같다.

1장에서는 연구의 배경 및 목적을 밝히고, 연구의 방법 및 범위에 대해 정리하였다.

2장에서는 측정 강의실의 개요 및 측정결과를 나타내었다. 강의실은 설문조사가 이루어질 강의실을 대상으로 삼았다. 환기회수의 측정은 Blower Door법을 이용하여 하였다. 실내이산화탄소량의 측정은 TSI측정기를 활용하였으며 소음계와 조도계를 활용하여 실내의 소음과 조도를 각 5회씩 측정하여 평균치를 나타내었다.

3장에서는 29명 학생을 그룹 1로 하였으며 측정 및 설문조사 강의실은 강의실 1로 하였다. 그룹 2는 16명의 학생을 대상으로 강의실 2에서 실시하였다. 실태조사는 창문이 닫힌 상태에서의 시간에 지남에 따른 실내 환경의 인지 정도와 집중도의 변화를 파악하였다.

4장에서는 연구내용을 종합, 정리하였다.

2. 동계 강의실 건축환경 측정

2.1 측정 대상 강의실 및 사용 기자재

1) 측정대상 강의실 개요

측정대상 2개 강의실 크기는 강의실 1, 2는 9m×7.5m×2.6m 로 강의실 크기는 동일하나 위치를 달리하고 있다.

창은 강의실 1의 경우 창이 3개로 그중 2개창은 북쪽에 위치하였으며, 1개창은 동쪽에 설치되어 있다. 강의실 2의 경우 3개의 창으로 모두 북쪽으로 설치되어 있다. 강의실 창의 크기는 2.8m×1.7m이며 PVC의 이중창으로 좌우로 열고 닫을 수 있도록 되어 있다. 천장에는 천장형 시스템 냉·난방기가 강의실1, 2 모두 2대씩 설치되었다.

2) 측정기자재

강의실의 실내 환경의 성능을 평가하기 위하여 실내공기환경을 위하여 환기횟수, 이산화탄소량을 측정하였으며, 음 환경은 소음계를 이용하고, 빛 환경은 조도계를 이용하여 측정하였다.

실내 공기환경의 이산화탄소량의 측정은 강의실 중앙에서 10분 간격으로 측정하여 실내의 이산화탄소량의 변화를 측정하였다. 환기횟수측정을 위하여 여는 Blower Door법을 이용하여 30~50pa의 압력 하에서 환기횟수를 산출하였다.

소음계와 조도계는 실내의 중앙을 포함하여 5개 지점에서 각 10분 간격으로 5회 측정 후 평균치를 나타내었다. 이러한 측정을 통하여 강의실의 공기, 음, 빛 환경 수준을 파악하였다.

Table 1. Measuring Instrument

Measuring Item		Measuring Instrument
Thermal Environment	Temperature, Humidity	Yokokawa Climomaster
Air Environment	Carbon Dioxide	TSI
Ventilation Environment	Air Change	Blower Door
Sound Environment	Sound	Custom (sl1350)
Light Environment	Illumination	TES1330

3) 실태조사 참여학생 및 실태조사 방법

참여 학생은 29명 그룹 1과 16명 참여하는 그룹 2로 이루어졌다. 실태조사는 동계기간인 12월에 창이 닫힌 상태에서 온도, 습도, 공기의 환경상태와 수업의 집중도를 10분단위로 조사하였다.

2.3 측정결과

1) 공기환경 CO₂ 측정

그림 1은 강의실 1에서의 난방과 비난방시 그룹 1의 이산화탄소량의 변화를 나타낸 것이다.

창이 완전히 닫힌 상태에서 그룹 1의 경우 난방 시 최초 수업 시작 단계에서는 1,280ppm을 나타냈으나 30분 경과 후 1,930ppm 50분경과 후에는 2,510ppm까지 높아졌다. 비난방시에는 최초 수업시간에 1,360ppm, 30분경과 후 2,099ppm, 50분경과 후에는 2,800ppm으로 난방과 비난방시 동일하게 30분 후에는 2,000ppm에 근접하였다.

50분경과 후에는 2,500ppm을 넘는 것으로 나타나 실내 강의실의 공기 질이 나빠짐을 알 수 있었다.

그림 2는 그룹 2의 강의실 2에서의 난방 시 2차에 걸친 이산화탄소량의 측정 결과이다. 1차 측정의 경우 그룹2의 경우 최초 788ppm에서 1,804ppm으로 높아졌다. 2차 측정의 경우 최초 980ppm에서 1,920ppm으로 이산화탄소량이 증가하였다. 1, 2차 모두 동일하게 최초 이산화탄소량에 비하여 700~900ppm 상승하여 공기 질이 나빠지는 것으

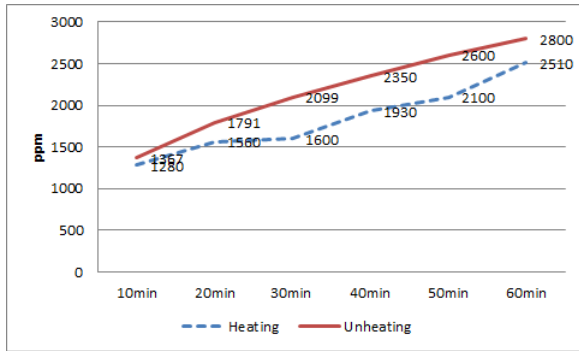


Figure 1. Change of Carbon Dioxide(Group 1)

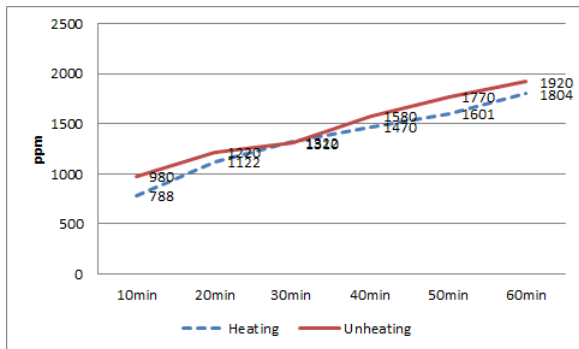


Figure 2. Change of Carbon Dioxide(Group 2)



Picture 1 Blower Door Method

로 나타났다.

그룹 1과 그룹 2의 이산화탄소량 측정 결과, 동계에서 창문이 닫힌 상태에서 난방의 가동유무에 관계없이 수업 개시 후 20분 경과하면 공기 환경이 열악해지는 것으로 나타났다. 단 그룹 1과 2의 참여 학생 수 차이에 의하여 그룹 1의 강의실측정 이산화탄소량이 그룹 2 측정량보다는 높게 나타났으나 공기 질이 시간이 지남에 따라 두 그룹 모두 나빠지는 같은 패턴을 나타내었다.

따라서 동계의 경우 수업이 일반적으로 창문이 닫힌 상태에서 이루어진다면 강의실의 공기 질을 20분 이후에도 적절하게 유지할 수 있도록 공기환경 질 개선을 위한 방안이 필요한 것으로 나타났다.

2) 환기횟수 측정

Blower Door법을 이용하여 강의실의 환기횟수를 측정하였다. 블로어도어 시스템을 이용한 압력차 측정법은 실내부의 압력을 임의상태로 일정하게 유지 시킨 후, 압력 변화에 따른 침기량을 산출하여 기밀성능을 평가하는 것이다.

이 측정법은 건물의 기밀성능을 정량적으로 평가하기에 매우 유용한 측정법이라 할 수 있다. 그러나 실제 정상 상태 하에서 실내외의 압력차가 10Pa이하의 낮은 수치를 나타

내므로 이를 직접 측정 하는 것은 다소 어려움이 있다.

따라서 10Pa~100Pa의 합력 차에서 측정된 누기량을 이용하여 10Pa이하의 낮은 누기량을 추정함에 따라 이에 따른 오차가 다소 발생할 수 있다. 본 연구에서는 외부 기상 조건이 0~2m/s이하의 조건에서 30~50Pa로 변화시키며 그에 따른 환기량을 산정하였다.

표 2는 측정된 강의실의 환기횟수이다. 강의실 1은 그룹 1의 학생들의 강의가 이루어진 강의실이며 강의실 2는 그룹 2의 학생의 수업이 이루어진 강의실이다.

강의실 1과 강의실 2는 강의실별로 Blower Door법을 이용하여 2회 측정하였으며 평균치를 구하였다. 측정된 환기횟수는 강의실 1의 경우 2.1회/시, 강의실 2의 경우 2.2회/시로 나타났다.

Table 2. Air Change of Lecture Room

Lecture Room	Air Change Rate (Times/Hour)	Note
1	2.1(Times/Hour)	Group 1
2	2.2(Times/Hour)	Group 2

3) 빛 환경 측정

표 3은 강의실 1과 2에서 조도계를 사용하여 5회에 걸쳐 측정한 평균 조도값이다 측정결과는 650(lux)~700(lux)로 나타나 학교 시설로 적합한 수치인 것으로 판단된다.

Table 3. Light Environment of Lecture Room

Lecture Room	Light Environmen	Note
1	700(lux)	Group 1
2	650(lux)	Group 2

4) 음 환경 측정

표 4는 강의실 1, 2에서 소음계를 사용하여 5회에 걸쳐 소음을 측정한 평균치이다. 외부소음은 40dB이하로 측정되어 외부 소음은 적은 것으로 나타났다.

소음측정치로 측정된 내부소음은 50~60dB로 측정되었다. 측정결과 실내허용소음기준(NC 65dB)보다 낮게 측정되어 학교 시설환경에 적합한 것으로 나타났다.

Table 3. Sound Environment of Lecture Room

Lecture Room	Sound Environment	Note
1	55dB	Group 1
2	60dB	Group 2

3. 강의실의 환경관련 설문조사

3.1 설문대상 및 조건

동계 시 강의실에서 학생들이 창이 닫힌 상태에서 환경을 어느 정도 인지하고 있는지 파악하기 위하여 2개 그룹으로 대상자를 선정한 후 시간이 흐름에 따라 느끼는 환경인지 정도를 본인이 직접 기록하게 하였다.

강의실 1에서 그룹 1의 학생들 29명, 강의실 2에서는 그룹 2의 학생들 16명을 대상으로 10분 간격으로 강의실에서의 환경변화 상태에 대한 설문을 실시하였다. 실험조건은 그룹 1의 경우 난방과 비난방시로 구분하여 이루어졌다. 그룹 2의 경우 난방 시 2차에 걸쳐 환경상태에 응답하도록 하였다.

착의량은 평균 1.5±0.5 Clo 였다. 학생들 대부분은 동계로 두꺼운 겉옷을 입고 있었다.

환경설문은 온열감, 공기환경, 습도, 수업의 집중도 4개의 영역으로 구분하여 진행하였다. 실내에서 느끼는 온도감은 시간이 경과 할수록 느끼는 온열감을 평가하고자 하였다. 실내공기의 탁한 정도는 수업이 진행되면서 느끼는 공기환경에 대하여 응답하도록 하였다. 실내의 습한 정도는 습한·건조 상태를 응답하도록 하였다, 강의의 집중도는 수업 시간이 흐름에 따른 실내 환경의 변화에 의한 강의 집중도에 대하여 응답하도록 하였다.

설문은 5점 척도로 이루어졌다. 온도는 "매우 춥다"를 5점, 강의실의 공기의 탁한 정도는 "매우 상쾌하다"를 5점, 습한 정도는 "매우 습하다"를 5점, 집중도는 "매우 집중됨"을 5점으로 하였다.

1) 실내온습도 조건

그룹 1의 측정과 설문조사가 이루어진 강의실 1의 경우 1차 측정 및 조사 시 난방을 가동하였으며 실내온도는 평균 20℃이다. 2차 측정의 경우 비 난방으로 실내온도는 평균 12℃였다.

그룹 2의 측정과 설문조사는 강의실 2에서 이루어 졌으며 난방 시 2차에 걸쳐 진행되었다. 1차 측정의 경우 난방을 하였으며 실내온도는 19℃, 2차 측정의 경우도 난방을 가동하였으며 실내온도는 21℃였다.

설문 시 조건은 동일학생에 대하여 같은 강의실에서 이루어졌다. 온도, 습도 등 모든 외부 조건은 실험실이 아니라 동일조건을 만들 수는 없었다. 설문에 대한 응답은 수업시간 50분간에 걸쳐 기 배포된 설문지에 10분경과 마다 시간을 알려주어 동시에 환경상태를 기입하도록 하였다.

3.2 실내환경 및 집중도 조사 결과

1) 그룹 1의 실내환경 및 집중도 조사결과

(1) 온도 응답

그림 3은 온도에 대한 응답척도의 변화를 나타낸 것이다. 설문에서 실내온도에 대한 학생들의 느끼는 정도로 "매우 춥다"를 5점으로 하였을 때 난방 가동 시 전체 평

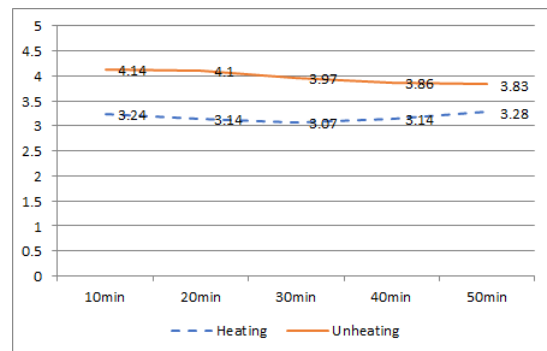


Figure 3. Thermal Sensation Vote

균 응답척도는 3.17였으며, 비난방의 설문에서는 3.98로 나타났다. 이는 실질적인 난방 가동 시 평균 실내온도 20℃와 비 난방 시 12℃의 온도와 그룹별 학생들이 느끼는 온도감과 일치 하였다.

2) 공기 응답

그림 4는 공기의 응답 변화를 나타낸 것이다. 난방 시 강의시작 2.59에서 20분경과 후 2.48로 다소 공기가 탁한 것으로 느끼다 40분경과 후 탁한 정도를 잘 인지 못하였다.

비난방의 경우도 강의시작 시 2.79에서 20분경과 후 2.72로 다소 공기가 탁하다 느꼈다가 30분후에는 탁한 정

도를 잘 인지하지 못하는 것으로 나타나 난방과 비 난방 모두 동일한 패턴으로 응답하였다.

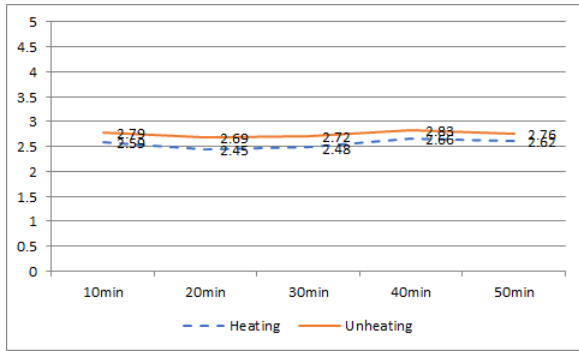


Figure 4. Air Respond

3) 건조, 습한 정도 응답

그림 5는 실내의 습하고 건조한 정도를 응답한 것이다. 난방 시 2.48로 건조하게 느끼고 있으며 비난방시 2.73으로 난방 보다는 다소 덜 건조하다고 응답하였다.

난방을 하는 경우 강의 시작 시 2.41에서 시간이 흐름에 따라 최대 2.55로 처음보다 다소 덜 건조하게 느끼는 것으로 나타났다.

비 난방시의 경우 처음 2.79로에서 50분경과 후 2.72로 차이를 크게 느끼지 못하는 것으로 나타났다.

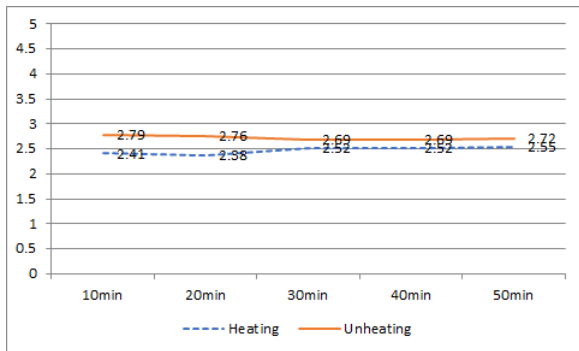


Figure 5. Humidity Respond

4) 집중도 응답

그림 6은 집중도를 나타낸 것으로 난방 시 평균 2.87 비 난방시 2.72로 온도가 다소 낮은 경우가 집중도는 약간 더 높게 나타났다.

비난방의 경우 시간의 흐름에 따라 일정구간에서는 높아지는 것으로 나타나 실내의 적절한 온도가 수업의 집중도에 다소 영향을 미치는 것으로 판단된다.

수업 집중도에 있어서는 비 난방의 학생들의 집중도가 난방 시 수업을 받고 있는 학생들에 비하여 다소 집중도가 높은 것을 나타냈다. 따라서 강의실의 적절한 온도 설정은

학생들의 수업 집중도에 다소 영향을 미치는 것으로 판단된다.

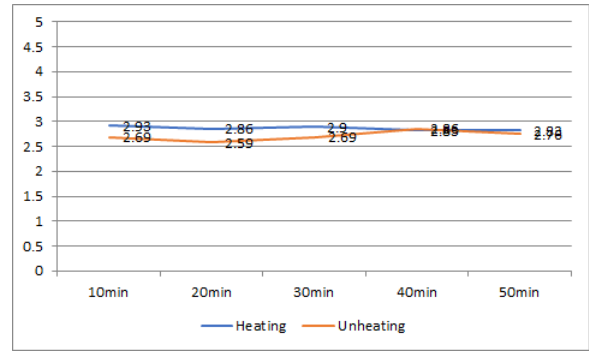


Figure 6. Concentration Respond

2) 그룹 2의 실내 환경 및 집중도 조사결과

(1) 온도 응답

그림 7은 온도에 대한 응답척도의 변화를 나타낸 것이다. 설문에서 실내온도에 대한 학생들의 느끼는 정도로 “매우 춥다”를 5점으로 하였다.

1, 2차 조사 모두 난방이 가동되고 있는 상태에서 1차 조사의 경우 평균 응답척도는 3.06였으며, 2차 조사의 경우 3.11로 나타났다. 이는 동계로 난방이 가동된 조건으로 학생들이 실내온도에 대하여 “보통”정도로 느끼고 있는 것으로 나타났다.

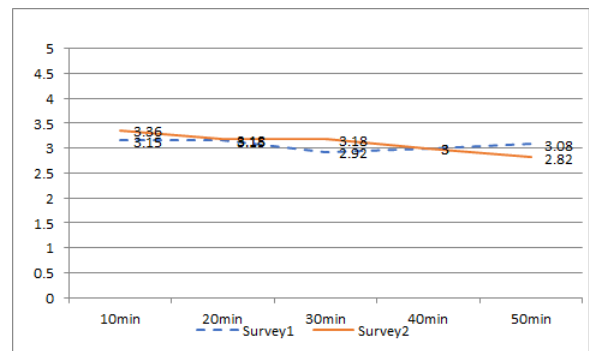


Figure 7. Thermal Sensation Vote

(2) 공기 응답

그림 8은 공기의 탁한 정도의 응답 변화를 나타낸 것이다. 1, 2차 조사 시 모두 난방이 가동되고 있는 경우로 1차 측정의 경우 강의시작 2.46에서 50분경과 후 2.38로 다소 탁한 것으로, 2차 조사에서는 2.64에서 30분경과 후 2.36으로 1차 조사와 같이 “다소 탁하다”고 느끼는 것으로 나타났다.

그림 2의 경우 난방이 가동되고 있는 상태에서 1,2차 조사 모두 “다소 탁한” 것으로 느끼는 것으로 나타났다.

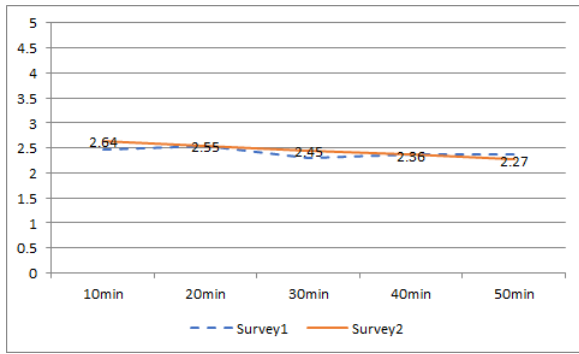


Figure 8. Air Respond

(3) 건조, 습한 정도 응답

그림 9는 실내의 습하고 건조한 정도를 응답한 것이다. 1차 조사의 경우 2.38로 건조하게 느끼고 있으며 2차 조사의 경우 2.27로 1, 2차 조사 모두 다소 실내가 건조한 느끼는 것으로 나타났다.

1, 2차 조사 모두 난방을 계속하고 있는 상태로 난방 시 학생들이 건조하게 응답한 패턴은 유사하게 나타났다.

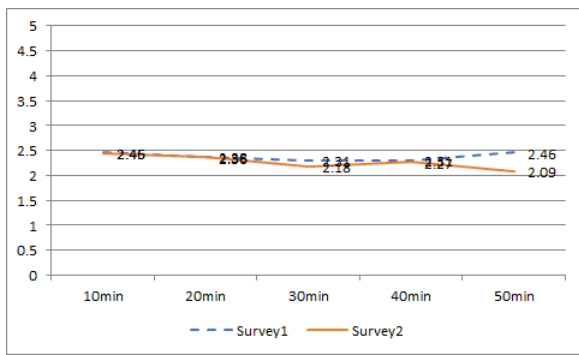


Figure 9. Humidity Respond

(4) 집중도 응답

그림 10은 집중도를 나타낸 것으로 1차 조사의 경우 평균 2.92, 2차 조사의 경우 평균 2.45로 나타났다.

1차 조사의 경우 강의 시작 시 3.15에서 30분경과 후 2.85

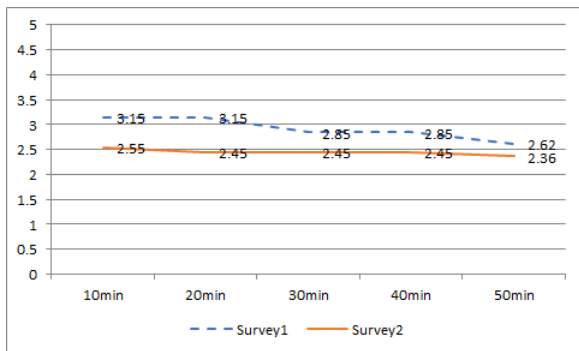


Figure 10. Concentration Respond

로 낮아졌으며, 2차 측정의 경우 2.55에서 2.45로 집중도가 낮아지는 것으로 나타났다.

난방이 가동되고 있는 강의실에서는 2차의 조사 모두 시간이 흐름에 따라 집중도가 떨어지는 패턴을 보였다.

4. 결론

동계 대학 강의실은 일반적으로 난방과 비난방시 동일하게 외부온도가 낮음에 따라 창문을 닫힌 상태에서 강의가 이루어진다.

이러한 상태에서 강의가 이루어지고 있는 강의실의 환경상태의 수준을 측정하고 수업참여자의 실내 환경의 변화에 따른 환경인지 정도를 응답 하도록 하였다.

이에 따른 결론은 다음과 같다.

첫째, 환기횟수는 강의실 1의 측정된 강의실에서는 2.1회/시 강의실2의 경우 2.2회/시로 나타났다.

둘째, 빛 환경은 강의실1, 2에서 조도를 측정하였으며 결과 650~700lux였다. 음 환경은 소음계를 이용하여 측정하였으며 60dB 이하로 측정되어 적절한 실내 환경상태를 유지하고 있었다.

셋째, 실내의 탁한 정도는 29명의 학생 1그룹과 16명의 학생 2그룹을 대상으로 강의실의 창문을 닫힌 동계의 강의실 조건에서 그룹 1, 2 동일하게 수업시작 후 30분경과 후 다소 실내가 탁하다고 느끼는 것으로 나타났다.

넷째, 난방과 비난방의 두 개의 경우에 따른 집중도의 변화는 그룹 1, 2 동일하게 수업시작 후 30분경과 후 집중도가 떨어졌으나 비난방의 경우 그룹 1의 경우 집중도의 떨어짐이 난방 시에 비하여 참여자의 집중도의 떨어짐이 다소 적은 것으로 나타났다.

따라서 강의실의 온도가 학생들의 수업의 집중도에 다소 영향을 미치는 것으로 사료됨에 따라 적절한 실내온도의 유지가 필요한 것으로 판단된다.

다섯째, 강의 중 이산화탄소량의 변화는 창이 닫힌 상태에서 최초의 이산화탄소량 보다 시간이 경과함에 따라 1,000~1,400ppm 더 높아지는 것으로 나타나 실내의 공기 질이 나빠지는 것으로 나타났다.

일반적으로 강의는 50분 혹은 연속으로 2~3시간 까지 이루어지고 있는 상황이다. 50분간의 강의에 있어서도 창이 닫힌 강의실에서는 실내의 이산화탄소량은 빠른 속도로 올라갔으며 이에 학생들이 아울러 집중도도 떨어지는 것으로 나타났다.

따라서 동계의 경우 강의실에 일정수준의 공기환경을

유지하기 위해 여는 난방시스템 도입 시 환기가 가능할 수 있도록 계획할 필요가 있다. 또한 강의실의 실내온도는 과도한 온도보다는 수업에 적합한 적절한 온도로 유지될 필요가 있는 것으로 판단된다.

References

1. Song, Gook-Sup and Ahn, Tae-Kyung, Air Conditioner Operation Behaviour Based on Students' Skin Temperature in Classroom, *Applied Ergonomics* 43(2012)211-216
2. 東京道立大學, 學教建築における開口部の熱, 光, 風環境調整手法に関する総合的研究, 平成 2年3月, 59-60
3. 社團法人日本建築學會, 室内空氣質環境設計法, (2005.2)
4. The Pennsylvania Housing Research/Resource Center, Blower Door Testing, (2008)

접수 2018. 02. 23
1차 심사완료 2018. 03. 06
게재확정 2018. 03. 19