

교사환경기준에 관한 연구

홍석표 · 박영수*

한국교원대학교 · 한국교원대학교 교수*

A Study on Environmental Standards of School Building

Hong, Seok - Pyo · Park, Young - Soo*

Graduate school of Korea National University of Education
professor of Korea National University of Education*

Abstract

The purpose of this study was, through analyzing the previous researches, to grasp the present status of environment of school building (ESB), research the sundry records of each element and, through comparative analysis of the standard of ESB in Korea, the United States, and Japan, select the normative standard of ESB, to clarify the point at issue presented in Regulation of Construction & facility Management for Elementary and Secondary School in Korea, and to suggest an alternative preliminary standard of ESB.

To carry out a research for this purpose, these were required:

1. to investigate the existing present status of ESB,
2. to make a comparative analysis of the standard of ESB in each country,
3. to suggest the normative standard of preliminary standard of ESB,
4. to analyze the controversial points of the standard of ESB in Korea,
5. to suggest an alternative preliminary standard of ESB.

The conclusions were as follows:

1. Putting, through analyzing the previous researches, the existing present status of ESB together, it seemed that lighting environment, indoor air environment and noise environment were all in poor conditions.
2. In the result of a comparative analysis of the standard of ESB in Korea, Japan and the United States, in Korea the factors of each lighting and indoor air environment were not presented properly, in Japan, in lighting environment aspect, the standard on natural lighting and the factors on brightness were not presented, and in the USA the essential factors of each environment were thoroughly presented. In the comparison of the standards on each factor, Korea showed that the standard level presented was less properly prescribed

than those of the USA and Japan but it also showed that the standard levels prescribed in the USA and in Japan were mostly similar to the standard levels in records investigated.

3. With the result of the normative standard selection on School Building environment factor of prescribed in this study, the controversial points of the standard of ESB in Korea were analyzed and the result was utilized to suggest new preliminary standard of ESB.

4. As the result of the analysis of the controversial points of the standard of ESB in Korea, it was found that the standard of ESB in Korea should be established on a basis of School Health Act and be concretely presented in School Health Regulation and School Health Rule. The factors of each environment was improperly presented in the existing standard of ESB in Korea. Moreover the standard of them was inferior to that of the records investigated and those of in the USA and in Japan and it also showed that the standard of it in Korea was improper to maintain Comfortable Learning Environment.

5. A suggested preliminary standard of ESB acquired through above study as follows :

- 1) In this study a new kind of preliminary standard of ESB is divided into lighting environment, indoor air environment, noise environment, odor environment and for above classification, reasonable factor and standard should be established and the controlling way on each standard and countermeasures against it should be considered.
- 2) In lighting environment, the factors of natural lighting are divided into daylight rate, brightness, glare. In the standard on each factor, daylight rate should secure 5% of a mean daylight rate and 2% of a minimum daylight rate, brightness ratio of maximum illumination to minimum illumination should be under 10 : 1, and in glare there should not be an occurrence factor from a reflector outside of the classroom. And the factors of unnatural lighting are illumination, brightness, and glare. In the standard on each factor, illumination should be 750 lux or more, brightness ratio should be under 3 to 1, and glare should not occur. And Optimal reflection rate(%) of Colors and Facilities of Classroom which influences lighting environment should be considered.
- 3) In indoor air environment factors, thermal factors are divided into ① room temperature, ② relative humidity, ③ room air movement, ④ radiation heat, and harmful gases ⑤ CO, ⑥ CO₂ that are proceeded from using the heating fuel such as oval briquettes, firewood, charcoal being used in most of the classroom, and finally ⑦ dust. In the standard on each factor, the next are necessary ; room temperature: 16°C ~ 26°C (summer : E.T18.9 ~ 23.8°C, winter : E.T16.7 ~ 21.7°C), relative humidity: 30 ~ 80%, room air movement : under 0.5 m/sec, radiation heat : under 5°C gap between dry-bulb temperature and wet-bulb temperature, below 1000 ppm of CO and below 10ppm of CO₂, dust : below 0.10 mg/m³ of Volume of dust in indoor air, and ventilation standard(CO₂) for purification of indoor air : once/6 min.(about 7 times/40 min.) in an airtight classroom.
- 4) In the standard on noise environment, noise level should be under 40 dB(A) and the noise measuring way and the countermeasures against it should be considered.
- 5) In the standard on odor environment, odor level under Physical Method should be under 2 degrees, and the inspecting way and the countermeasures against it should be considered.

I. 서 론

1. 연구의 필요성

학교는 학생들이 가장 많은 시간을 생활하고 공부하는 장소로 학생들의 성장, 발달, 인격형성에 있어 가장 많은 영향을 미치는 활동공간이라 할 수 있다. 특히 교사(校舍)환경은 다른 어떤 학습 공간보다 많이 접하는 공간환경으로서, 쾌적한 교사환경의 조성은 교수 - 학습이 이루어지기 위한 가장 필수적인 요건의 충족과 학습의 시작을 의미하는 것이다. 이러한 관점에서 교사환경은 무엇보다도 중요하며 학습의 효과를 최대한 올릴 수 있도록 학습자의 심리적 안정감과 쾌적감을 느낄 수 있는 환경으로 조성되어야 할 것이다.

교사환경은 현재 학교보건법 제4조에서 학교환경위생 및 식품위생에 관하여 규정하고 있다. 그리고 제5조와 6조에서는 학교환경위생 정화구역 설정 및 정화구역 내에서의 학생의 학습에 지장이 있다고 인정하는 행위와 시설을 금지하고 있다.

학교보건법은 학생 및 교직원의 건강을 보호 증진케 하여, 학교교육의 능률화를 기함을 목적으로 하고 있으며, '건강한 사람'을 추구하는 인간상의 하나로 제6차 교육과정에서 제시하고 있다. 이것은 건강 자체가 교육의 목적이고, 내용이며, 교육을 성립시키는 기본조건이라는 것을 말하는 것이다. 학생들의 건강 상태를 유지·증진시키고, 교육의 궁극적 목적을 달성하기 위해서는 교사환경의 중요성을 인식하고, 교사환경에 대한 적극적인 시설의 투자 및 내실 있는 연구의 결과로 교육환경이 개선될 때 가능할 것이다.

이와 같은 관점에서 현재 우리의 교사환경은 너무나 열악하다고 할 수 있다. 그 예로 1995년 4월 20일부터 5월 20일까지 전국교직원노동조합 경기지부가 교사, 학생, 학부모들을 대상으로 조사한 경기지역 교육환경 설문조사에 의하면 교실 내의 난방시설의 대부분이 나무, 조개탄, 목탄을 사용하고 있으며(72.2%), 성남·부천과 같은 신도시 신설학교에서만 중앙난방시설이 활용되고 있는 것으로 조사되었다. 교실 내에서 활동하는 교사나 학습자의 난방시설 만족도를 보면, 교사

(68.1%)·학생(64.5%) 모두 불만족한 것으로 나타났으며, 학습활동에 방해가 되는 주변 공해요소로 교사·학생 모두 소음, 먼지, 악취를 학습활동의 방해요소로 꼽고 있다.

또 '97 교육부 국정감사 자료에서 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 경기(수원, 성남, 부천, 안산, 고양, 군포) 지역의 4차선이상 대로변에 위치한 학교 425개교 중 교실에서 측정한 소음도가 도로소음 환경기준인 65dB을 초과한 학교가 123개교에 달했다. 이중 3개교는 소음이 76~85dB에 달해 수업에 심각한 지장을 받고 있는 것으로 조사되었으며, 방음벽이 설치된 학교는 1/4정도인 126개교 정도에 머물고 있다.

이상과 같이 교실에서 나무, 조개탄, 목탄 등과 같은 난방재료의 사용은 환기시설이 충분히 설치되지 않은 교실에서의 실내공기질의 악화를 초래하며, 소음, 먼지, 악취와 같은 주변공해에 노출된 교사환경은 대부분 학교의 위치가 방음이 미흡하고 도로주변이나 밀집된 주택가에 있고, 학교보건법시행령 제3조에서 규정한 학교환경위생 정화구역 내에, 학교보건위생에 영향을 끼치는 시설물을 과 함께 들어서 있다는 것을 의미한다. 이러한 교사의 내·외적 교사환경의 열악성은 학생들의 학습능률 및 건강에 악영향을 미치고, 교사의 사기와 수업의 질을 떨어뜨리고 있다.

다행히 1997년 9월 23일 교육부는 기존의 「학교시설·설비 기준령」을 폐지하고 「고교 이하 각급 학교의 설립·운영에 관한 규정」(이하 '설립·운영 규정')을 마련하였다. 동 규정은 쾌적한 교사환경을 만들기 위해 조도 기준을 현행 150 lux에서 300 lux로 높였으며 그 동안 규정되지 않았던 온도와 소음기준을 신설하여 실내온도의 경우 최저 18°C 이상, 소음은 55 dB 이하가 되도록 규정하였다. 늦게나마 교사환경의 기준이 정해지고 순차적으로 교사환경 개선 사업을 하는 것은 바람직한 변화라고 할 수 있겠다.

그러나 '설립·운영규정'에서 제시한 조도, 온도, 소음의 3가지 요소만으로 규정된 기준이 학습자들의 학습능률과 쾌적한 학습환경을 조성하기 위한 과학적 근거에 의해 충분히 고려된 요소와

기준인지에 대해 몇 가지 의문을 갖게 되었다. 이에 설립규정안에서 제시된 3가지 요소와 학습활동 방해요인으로 조사된 소음, 분진, 악취 등에 대한 선행 연구결과들을 통하여 현재의 교사환경의 실태를 파악하고, 각 요소에 대한 문헌고찰과 외국의 교사환경기준과 우리나라의 교사환경기준과의 비교·분석을 통해 현재의 교사 환경기준의 문제점을 제시하고, 그 대안으로 쾌적한 교사환경의 조성을 위한 기준(안)을 제시하고자 한다.

기존의 학교환경에 관한 대부분의 선행연구들이 교사환경의 물리적 요소와 관련된 학교의 실태와 개개의 요소들이 학습자의 건강 및 학습과의 관련된 연구들이 많았으며, 교사환경기준에 대한 연구는 아직 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

이에 본 연구는 교사환경기준(안)의 제시로 교사환경의 중요성과 교육예산에서의 투자 순위를 최우선으로 확보하고 적절한 보건환경의 정착과 학습자들의 안락하고 쾌적한 교육 환경의 조성에 필요한 기초 자료를 제공하는데 의의가 있다.

2. 연구의 목적

본 연구는 선행연구 분석을 통한 교사환경의 실태파악과 각 요소에 대한 문헌탐색 및 각 국(한·미·일)의 교사환경기준의 비교·분석을 통해 준거를 도출하고, '설립·운영 규정'에서 제시된 교사환경기준의 문제점을 밝히고, 그 대안으로 새로운 교사환경기준(안)을 제시하는데 있다.

3. 연구 문제

본 연구의 목적을 달성하기 위한 연구문제는 다음과 같다.

- 1) 현재의 학교환경의 실태를 조사하여 제시 한다.
- 2) 각 국의 교사 환경 기준을 비교·분석하여 제시한다.
- 3) 교사환경기준(안)의 준거를 도출하여 제시 한다.
- 4) 우리나라 교사환경기준의 문제점을 분석하여 제시한다.
- 5) 새로운 교사 환경 기준(안)을 제시한다.

4. 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 갖는다.

- 1) 본 연구의 물리적 환경의 요소는 조명, 실내 공기(온도, 분진), 소음, 악취로 한정하였다. 이중 조명(조도)·소음·온도는 '설립·운영 규정'에서 제시된 요소이며, 소음·분진·악취는 학습활동 방해 요인으로 조사된 요소이다.
- 2) 교사환경요인의 측정은 선행연구물의 자료를 활용하였기 때문에 측정의 정확도를 통제할 수 없는 한계가 있다.
- 3) 본 연구에서 외국의 교사환경기준은 미국과 일본으로 한정하였으며, 미국은 주마다 다양하여, 각 주에서 참고로 하는 학교보건프로그램을 주요 분석대상으로 하였고, 구체적인 예로 New Jersey 주와 Montgomery 시의 기준만을 제시하였으므로, 통일된 미국의 교사환경기준이라고 할 수 없다.

II. 연구 방법

본 연구에서는 한국의 「고교이하 각급 학교의 설립·운영에 관한 규정」에서 제시하고 있는 「교사환경 기준」과 미국·일본의 기준을 연구의 대상으로 하였으며, 선행연구의 고찰을 통한 현재의 교사 환경의 실태를 분석하고, 연구자가 규정한 교사환경요소에 대한 문헌고찰과 미국과 일본의 교사환경기준을 비교·분석하여 준거를 도출하고, 교사환경기준의 문제점을 밝히고, 그 대안으로 새로운 교사환경 기준(안)을 제시하는데 있다.

본 연구에 활용되는 자료의 수집은 한국교원대학교 도서관과 국회도서관, 인터넷을 활용하였으며, 관련 기관 및 연구자의 방문과 면담을 통하여 수집하였다.

주요 비교·분석의 내용 및 절차는 다음과 같다.

1. 선행연구의 분석을 통한 교사환경의 실태 파악

2. 문현탐색 및 교사환경요소에 대한 3개국(한·미·일)의 자료수집
3. 수집된 자료의 비교·분석
4. 교사환경기준(안)의 준거도출
5. 교사환경기준의 문제점 제시
6. 새로운 교사환경기준(안)의 제시

III. 결과 및 고찰

1. 우리 나라의 교사환경 실태

본 연구는 연구자가 규정한 교사환경요소에 대한 새로운 '교사환경기준안'을 제시하고자, 교사환경에 대한 선행연구의 고찰을 통해 현재의 학교환경의 실태를 분석하고자 한다. 교사의 물리적환경과 관련된 선행연구를 살펴보면 다음과 같다.

한옥란은 남녀 중·고등학교 75개교를 선정하여 조도를 측정한 결과, 교실내의 창측 조도의 과다와 교실공간에 대한 등수의 부족, 기능별 작업효과를 고려하지 않고 일률적으로 조명기구를 사용하는 점, 광원 및 반사체로부터 직사광에 의한 현회 방지를 위한 국부조명이 거의 없음을 지적하였다.

박정선은 보건실태의 조사연구에서 조사대상 418개 학교에서 인공조명 시설을 갖추고 있는 학교는 43.3%, 햇과 같은 환기장치를 갖추고 있거나 체광창과 환기창이 따로 구별되어 있는 학교는 12.4%, 난방시설을 갖추고 있는 370개교 중 1.1%만이 중앙난방이었으며 나머지 98.0%의 학교가 국소난방시설을 보유하고 있는 것으로 조사하였다. 난방연료로는 석탄류(51.9%), 장작(32.7%), 연탄(9.2%), 석유(5.1%)순 이었으며, 방음장치가 되어있는 학교는 2.9%로 학교환경의 열악성을 지적하였다.

신영봉은 중학교의 시청각 담당교사나 연구주임교사 혹은 일반교사를 대상으로 한 조명, 온도, 환기에 관한 설문조사에서 조명이 잘 되어 있다고 생각하는 수준이 48.8%로 조사되었고, 서울이나 경기도의 시단위 지역 보다 경기도 군이하 지역의 조명시설이 낙후됨을 지적하였다. 교실온도에 대한 조사에서는 64%의 교사들이 불만족을 나

타내었고, 환기시설 역시 잘 되어 있다고 생각한 교사는 9.9%에 불과하였다. 교사환경에 대한 교사들의 인식을 조사한 이 연구에서 대부분의 교사들은 현재의 학교환경에 대한 불만을 드러내고 있음을 알 수 있다.

이영길은 도시지역과 농촌지역에서 각 2개 중학교를 선택하여 교실내의 분진농도를 계절별, 시간별, 학생들의 실내활동 강도별로 측정하였다. 4개 중학교 교실에서 인체에 해를 미치는 흡입성 분진의 전체농도(오전 + 오후)가 0.87, 0.69, 0.85, 1.53 mg/m³로 조사되었으며, 교실의 분진농도는 오전(0.54~1.37 mg/m³)보다 오후(0.79~1.75 mg/m³)가 높았고, 여름철보다 겨울철이 2배나 높게 조사되었다. 이 연구에서는 교실바닥의 재질에 따라 분진수치의 고저를 보였으며(나무 < 콘크리트), 학교 내의 보도와 실내화의 유·무에 따라 분진의 수치가 다름을 지적하였다.

교실 내의 분진 농도는 학년별, 시간별, 장소별(교실과 복도) 및 학생활동별(수업, 휴식, 청소)로 측정한 결과, 학년별로는 유의한 차가 없고 수업시간보다는 휴식시간이 높았고(1.3~1.6배), 복도보다는 교실 내에서 높았으며(약 1.5~3.0배), 청소시간이 가장 높았다.

위의 결과에 의하면 분진에 폭로된 우리나라 중학교의 교사환경은 대기오염방지를 위한 총 분진 허용농도 0.3 mg/m³(24시간 평균치)를 초과한 수준이며, 특히 겨울철의 청소시간은 산업장 내의 총분진 허용농도인 10 mg/m³을 초과한 상태로 교사 내의 분진에 폭로된 환경의 열악함을 말해주고 있다.

한편, 소음실태로 도로변에서 17~45 m 떨어진 학교의 소음도가 63.5 dB(A)로 나타났으며, 400 m 떨어진 학교의 소음도는 45.1 dB(A)로 나타났다. 이것은 소음·진동규제법 및 교사의 「내부환경기준」의 규제기준을 초과한 수치임을 알 수 있다. 조명의 실태로 창가의 조도는 3,590 lux~4,225 lux로 창에서 떨어진 조도는 161 lux~368 lux로 나타났으며, 교실내의 조도의 분포에 따른 휘도의 비는 무려 23 : 1로 조사되었다. 창가의 조도는 3,000 lux 이상으로 눈으로 입사되는 빛이 너무 밝

아 현회 현상이 나타날 수 있음을 지적하고 있다. 교실에 대한 조명은 조도뿐만 아니라 적절한 휘도와 그에 따른 현회가 생기지 않도록 고려되어야 함을 말해주고 있다.

김승범은 서울소재 2개 초등학교 6개 교실을 대상으로 실내조도, 휘도, 전천공조도를 측정하고 그에 대한 재설자의 반응을 설문조사 하였다. 맑은 날의 경우 대부분의 학교가 주광율 2% 이상으로 학습에 지장이 없으나, 흐린날은 교실바닥 면적의 1/2 이상이 주광율 2% 이하로 나타났다.

김현옥은 서울시 성동구 소재 남향교실 1개, 동향교실 1개를 선정하여 주광율을 조사한 결과 대부분의 남향교실의 주광율이 2% 이상으로 기준치를 넘고 있는 반면에 동향교실은 창측은 주광율이 우수하나 복도측의 주광율은 2%에 못 미치고 있는 것으로 조사되었다. 또 창측 최고조도와 복도측의 최저조도의 차가 10배 이상 차이가 났으며, 또 재설자의 반응연구에서 창측의 학생들이 현회(눈부심)를 강하게 느끼고 있는 것으로 분석하였다.

곽신옥은 인천광역시 소재 초등학교의 15개 교실을 대상으로 조도, 소음, 실내온도 등을 측정·조사한 결과 (150 lux 기준) 보통교실의 각 부분이 모두 기준조도에 도달한 교실 수는 10개, 부분적으로 미달된 교실은 4개, 전체가 미달되는 교실 수도 1개 교실이 조사되었다. 인공조명시의 규정조도에 미치지 못한 교실은 3개 교실이 나왔다. 또 흐린 날의 조도부족교실은 9개 교실(60%), 인공조명시 조도부족교실은 7개 교실(46.6%)에 이른다. 여기에서도 창측과 복도측의 조도의 불균형 현상에 의한 현회의 문제점을 제기하였고, 적절한 조도의 분포를 위해 각 부분별 국부조명시설설비가 부족함을 지적하였다.

소음실태의 조사에서 창문을 닫은 상태에서의 소음이 기준치 55 dB 이하를 상회하는 교실 수는 3개 교실로, 창문을 열어놓은 상태에서는 모든 교실(15개 교실)이 기준치를 상회하고 있다. 창문을 닫은 상태에서의 최소, 최고 소음치는 57.5 dB(A)과 67.8 dB(A)이었고, 창문을 열어 놓은 상태에서는 최소, 최고 소음치는 58.2 dB(A)과 73.5 dB(A)

이었다. 주로 여름철에 창문을 열어 놓은 상태에서 수업시 소음으로 인한 문제점을 제기하였고, 현재의 학교 건물이 인접된 교실이 많고 계단에 의한 상·하층의 연결로 소음을 방지할 수 없는 구조 때문이라고 소음실태를 분석하였다.

실내온도의 측정은 여름철의 혹서기와 겨울철의 혹한기로 측정하였다. 여름은 30°C, 겨울은 10°C의 규정치를 기준으로 비교·분석한 결과 학생이 있을 때의 실내온도는 모두 30°C를 넘는 상태로 조사되었다.

겨울철의 실내온도는 창문을 열고 학생이 있을 때 6°C 없을 때 4°C 창문을 닫고 학생이 있을 때 12°C 학생이 없을 때 9°C로 대부분이 10°C를 밀도는 경우로 조사되었다. 실내온도의 경우 기준치가 자연상태의 기온과 비슷하며 여름철 온도 조절시설의 낙후와 겨울철의 실내온도유지를 위한 인공난방관리시설의 필요성을 지적하였다.

권태환은 서울시내 도심지역의 5개 초등학교와 외곽지역의 4개 초등학교를 선정하여 소음도를 측정한 결과 이들 주변의 도로로부터 교통량에 따른 도로교통소음도(평균 75 dB(A))와 학교소음도가 대부분 환경기준보다 초과하여 나타났음을 지적하고, 초등학교주변의 소음대책을 제시하였다.

김경웅은 「대전지역 도로분진 및 실내분진의 중금속 오염」이라는 논문에서 도로변지역인 대덕구 회덕 초등학교의 분진에서 영국의 아연함량기준치($1,060 \mu\text{g/g}$)에 비해 2.5배나 많은 $2,500 \mu\text{g/g}$ 이 검출되었으며, 특히 15년이 넘은 낡은 건물인 중구 산서동 산서 초등학교의 경우는 도로와 공장이 없는 전원지역에 위치해 있음에도 불구하고 아연 함량은 $7,080 \mu\text{g/g}$ 로 영국 기준치의 7배, 구리 함량은 $2,940 \mu\text{g/g}$ 로 영국의 기준치($204 \mu\text{g/g}$)의 14배에 이르는 것으로 조사되었다. 이와 같은 교사환경의 실태를 김경웅은 건축물이 낡을 경우 건축 내부에서 중금속이 함유된 먼지가 발생하기 때문으로 풀이하였으며, 실내공기중 분진의 중금속 함량에 대한 기준치 마련에 따른 당국의 대책을 요구하였다.

국회사무처 법제예산실은 우리나라 초·중등학교 교실환경의 실태조사에서 기준조도(150 lux)

미달 학교수가 초등학교는 조사대상 5,659개교의 45.8%인 2,733개교, 중학교는 2,702개교의 34.0%인 919개교, 고등학교는 1,830개교의 20.9%인 383개 학교가 기준조도 미달교실로 집계하였다(표 1).

교실 수를 기준으로 했을 때 초등학교는 전체 대상 교실의 25.9%(36,567.5실), 중학교는 22.3%(17,279.5실), 고등학교는 15.1%(10,235.5실)이 기준 미달의 교실로 조사되었다. 지역별로 부산(54.7%), 강원(56.3%)지역의 초등학교 교실에 대한 조도미달의 심각함을 지적하였고, 부산의 중학교는 52.8%, 고등학교는 27.9%로 경기도의 중학교는 50.9%, 고등학교는 44.6%에 해당하는 교실이 기준조도 미달학교로 분석되었다.

학교의 냉·난방 시설의 실태 조사에서 냉방시설을 갖추고 있는 학교는 거의 없고 대부분 선풍기에 의존하고 있으며, 난방의 경우 스텁난방은 교실수 기준으로 초등학교 8.2%, 중학교 11.2%, 일반계 고교 25.1%, 실업계 고교 13.1%에 불과해

아직도 대부분의 학교가 국소난방기구인 난로에 의존하고 있는 것으로 조사되었다(표 2).

학교의 소음수준이 65 dB(A) 이상을 초과한 학교의 수는 전국적으로 308개교에 달하며, 소음 초과 원인은 주로 도로, 철도, 항공기 소음으로, 도로소음이 168개교, 철도소음이 35개교, 항공기 소음이 105개교로 조사되었다. 소음으로 인한 학교의 수는 일반 소음환경기준인 50 dB(A)를 기준으로 하면 이 보다 더 많은 학교가 소음기준을 초과하는 것으로 볼 수 있을 것이다(표 3).

이상과 같은 선행연구의 결과 연구자가 설정한 물리적 환경요소에 관한 학교 환경의 실태를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 조도의 부족과 조도분포의 불균형을 들 수 있다. 선행연구에서 측정한 학교의 조도기준은 150 lux가 기준일 때의 결과이다. '설립·운영규정'의 교사내부환경기준이 300 lux인 점을 고려한다면 현재 학교의 조도 실태는 더 심각할 것으로 생각된다. 그리고 대부분의 선행연구에서 창쪽과

표 1. 학교별 교실조도 기준치 미달학교 현황

(단위 : 교, 실)

구 분	초등학교		중 학 교		고등학교	
	학교수	교실수	학교수	교실수	학교수	교실수
서 울	-	-	-	-	1	40
부 산	207	6,679	127	4,123	59	1,764
대 구	59	1,103	7	118	3	67
인 천	8	50	13	195	11	350
광 주	11	248.5	8	322.5	20	1,111.5
대 전	76	1,435	36	684	14	310
경 기	481	11,311	222	5,985	107	4,045
강 원	465	2,533	49	520	9	153
충 북	104	756.5	28	236	6	75
충 남	361	3,774	121	1,794	29	349
전 북	15	86	-	-	-	-
전 남	102	467	16	85.5	9	52
경 북	326	3,477.5	100	1,113.5	46	768
경 남	435	3,928	165	1,783	58	904
제 주	83	719	27	320	11	248
계	2,733	36,567.5	919	17,279.5	383	10,236.5

* 기준조도 : 150룩스 이상 (자료 : 교육부, 1996년도 국정감사 제출 자료)

표 2. 난방시설 현황

(단위 : 교, 실)

구 분	스 텁		난 로		가 스		스팀난방비율 (교실수기준) (%)
	학교수	교실수	학교수	교실수	학교수	교실수	
초등학교	429	10,821	5,601	98,427	618	22,107	8.2
중 학 교	243	7,212	2,387	42,669	448	14,723	11.2
일반계고교	258	10,036	918	22,378	201	7,618	25.1
실업계고교	111	3,580	687	18,524	134	5,259	13.1

자료 : 교육부, 교육통계연보, 1996.

표 3. 소음 현황 (65 dB(A) 이상)

(단위 : 교, 실)

구 분	초등학교	중 학 교	고등학교	계
서 울	42	26	35	103
부 산	24	11	6	41
대 구	18	14	10	42
인 천	6	1	-	7
광 주	8	1	4	13
대 전	-	-	-	-
경 기	19	12	9	40
강 원	7	1	-	8
충 북	7	1	1	9
충 남	-	-	-	-
전 북	2	-	1	3
전 남	5	3	4	12
경 북	13	5	1	19
경 남	4	3	-	7
제 주	3	1	-	4
계	158	79	71	308

자료 : 교육부, 1996년도 국정감사 제출 자료

복도쪽, 칠판에 있어서의 과도한 조도 분포의 불균형 등을 지적하였다. 이것은 현재의 학교의 조명환경이 극히 불량한 상태임을 말해 주고 있다.

둘째, 교사 내의 쾌적한 환경을 위한 냉·난방 시설의 미비와 실내공기오염의 정화에 필요한 인공환기장치시설의 부족이다. 교사 내의 냉난방시설의 미비는 교실내의 적절한 온·습도를 제어할 수 없으며, 환기장치의 부족은 교실 내에서 발생한 분진 및 화석연료를 난방재료로 사용함으로써

생기는 각종 유해가스의 제거를 할 수 없게 되므로 쾌적한 실내환경을 기대할 수 없게 한다. 학교의 시설 및 설비에 관한 대부분의 선행연구는 현재 학교의 실내 공기 환경의 열악함을 지적하고 있다.

셋째, 소음환경은 학습활동을 방해하는 첫 번째 요소로 선행연구는 대부분 학교의 소음수준이 기준치를 상회하고 있음을 지적하고 있다. 이것은 학교의 입지 조건이 소음원의 발생지역에 가깝게

위치하고 있음을 말해주며, 이러한 부적절한 입지 조건에 있는 학교의 소음에 대해 적절한 개선과 대책이 시급히 강구되어야 할 것이다.

2. 각국의 교사환경기준 비교·분석

1) 교사환경기준의 비교

(1) 한국의 교사환경기준

한국의 교사 환경과 관련된 규정은 학교 보건법과 “학교시설·설비 기준령”에서 제시하고 있다. 학교 보건법은 1967년에 제정되어 1969년에 그 시행령이 공포되었다. 1990. 12. 27일 개정된 동법 4조에서는 교사 내의 공기오염·환기·채광·조명·온습도·식기·식품·음료수·상하수도·변소·오물처리 및 기타 환경위생 및 식품위생을 적절히 유지하도록 규정하고 있으며, 5조에서는 학교환경위생 정화구역을 설정해 놓고 있다.

제6조에서는 정화구역 내에서 보건위생에 나쁜 영향을 주는 행위 및 시설에 관해 규제하고 있다. 그러나 제4조를 시행하기 위한 구체적인 시행령이나 시행규칙이 없었고 단지 교사 내의 환경요소의 규정만 제시되어 있다고 볼 수 있다. 학교보건법 제4조에서 규정한 요소에 대한 구체적인 규정은 타 법령에서 그 근거를 찾을 수 있다.

건축법 시행령 제51조에서는 거실의 채광 및 환기에 관한 규정으로 학교거실 채광을 위해 설치하는 창문 등의 면적은 거실 바닥면적의 10분의 1이상으로, 또 환기를 위하여 거실에 설치하는 창문 등의 면적은 그 거실 바닥 면적의 20분의 1 이상으로 규정하고 있다.

조명에 관한 기준으로는 교육법시행령에 의거한 학교시설·설비 기준령 14조 2항에서 학교의 도서실과 야간수업에 사용되는 교실의 책상면, 흑판면, 체육장의 조도에 관하여 규정하고 있다.

기타 온·습도 및 교사 내의 공기오염에 관한 구체적인 규정은 찾을 수 없으며, 학교주변 환경 대책으로 소음·진동규제법 제9조 1항에서는 교

육법 제81조의 규정에 의한 학교의 부지경계선으로부터 직선거리 50m 이내의 지역에서 소음·진동배출시설을 설치할 때에 시·도지사의 허가를 받아야 하며, 동법 시행규칙에서 소음 원인별로 학교주변에 대한 소음수준을 각각 제시하고 있다.

실제적으로 학교환경에 관한 구체적인 규정은 타법령에 근거하거나 학교시설·설비기준령에서 조도에 관한 규정만 제시되었음을 알 수 있다.

그 후 1997년 9월 23일 교육부에서는 학교 시설·설비 기준령을 폐지하고 『고교이하 각급 학교 설립·운영 규정』을 신설하고 동 규정 제11조 1항에서 「교사의 내부 환경 기준」을 제시하며 2항에서는 1항의 규정에 의한 교사의 범위를 교육부장관 또는 시·도 교육감이 정하여 고시하도록 되어있다. 『고교이하 각급 학교 설립·운영 규정』에서 제시된 교사의 내부환경기준은 다음과 같다(표 4).

표 4. 한국의 교사 내부환경 기준

- | |
|------------------------|
| (1) 조도(책상면) : 300룩스 이상 |
| (2) 소음 : 55데시벨 이하 |
| (3) 온도 : 섭씨 18도 이상 |

자료 : 대통령령 제15,483호. 11조 1항 별표3,
판보, 1997. 9. 23 일자)

(2) 일본의 교사환경기준

일본의 교사환경의 법적근거는 학교보건법과 그 시행규칙에 제시되어 있다. 학교보건법 시행규칙 제22조 2항에서 환경위생검사는 기타 법령에 기초로 하고 매 학년 정기적으로 실시하도록 규정되어 있다. 환경위생의 기준항목 중 본 연구의 초점인 “일본의 환경요소에 대한 기준”은 소음환경 및 소음수준, 교실 등의 공기, 조도 및 조명환경, 흑판의 관리 등이다.

가. 소음환경 및 소음수준

표 5. 소음 및 소음수준의 기준

정기검사			일상의 환경위생 (일상점검) (매수업일에 시작한다)
검사사항	검사방법	기준 등	
소음 환경 (매학년 2회 정기)	<ul style="list-style-type: none"> 보통교실에 대한 소음이 공작실, 음악실, 복도, 급식시설 및 운동장등의 교내소음의 영향뿐만 아니라 도로나 기타 외부소음의 영향이 있는지의 상태를 조사한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 교내외의 소음영향이 있어서는 안된다. 	
소음 수준 (매학년 2회 정기)	<ul style="list-style-type: none"> 소음조사에 의해 소음환경이 큰 교실을 선택하고, 아동생도 등을 교실에 있게 한 상태로, 교실의 창측과 복도(廊下)측에서, 창을 닫았을 때와 열었을 때의 소음레벨을 측정한다. 소음레벨의 측정은 보통소음계(JIS C1502) 또는 그 이상의 정도의 소음계를 사용하고, A특성으로 5초 사이 간격으로 50회 기록하고, 소음레벨은 중앙치에 이른 90%レン즈의 상단(상한치)과 하단(하한치)로서 표시한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 창을 닫았을 때 중앙치 50dB 이하가 바람직하다. 창을 열었을 때 중앙치가 55dB 이하가 바람직하다. 상한치 65dB 이하가 바람직하다. <p>(소음환경) 교실밖의 소음으로 인하여, 학습지도를 하는 교사의 목소리 등이 듣기 어려워서는 안되는 것</p>	

나. 교실 등의 공기

표 6. 교실공기요소의 기준

정기검사			일상의 환경위생(일상점검) (매수업일에 시작한다)
검사사항	검사방법	기준 등	
온습도 및 공기 청정도 매학년 2회 정기 검사	<ul style="list-style-type: none"> 온도 상대습도 CO₂ 기류 CO 부유분진 낙하세균 열복사 	<ul style="list-style-type: none"> 아스만 통풍건습계 " 검지관법 카타온도계 또는 미량풍속계 검지관법 Low-Volume Air Sampler법 등 디지털 분진계 標準寒天培地, 5분간, 37°C 48±3시간 배양 흑구 온습계 	<p>교실의 공기</p> <ul style="list-style-type: none"> 외부에서부터 교실로 흡입될 때, 불쾌한 취기가 나지 않는 것 난간이나 창의 개방 등과 같이 환기가 적절하게 될 수 있도록 하는 것 교실의 온도는 동절기에 18~20°C, 하절기에는 25~28°C로써 유지하는 것이 바람직하고, 동절기에 10°C 이하가 계속되는 경우는 체난 등의 조치가 바람직하다.

환기, 환기회수 (40인재실, 용적 180 m^3 의 교실의 경우)	간접 측정법 또는 직접 측정법	소학교 2.2회/時이상 중학교 3.2회/時이상 고등학교 4.4회/時이상
---	---------------------	---

다. 조도 및 조명환경

표 7. 조도 및 현하기준

검사항목	정기검사		일상의 환경위생(일상점검) (매수업일에 시작한다.)
	검사방법	기준 등	
조도 (매학년 2회 정기)	<ul style="list-style-type: none"> · 조도측정은 광전폭조 도계(JICC 1609)의 규 격에 적합한 조도계 또는 同等以上의 조도 계를 사용해야 한다. · 교실의 조도는 9개 점(위치)에서 측정하 고 그 위치의 최대조 도, 최소조도로 표시 함 · 흑판은 9개점(위치)에 서 측정 	<ul style="list-style-type: none"> · 교실 책상면 300 Lx 이상, 흑판면 300 Lx 이상을 요 함 · 컴퓨터 사용의 책 상면 500~1000 Lx 요함 · 그 외 다른 것은 JISZ 9110-1979 참조 조도비 1/10 以下 	<p>[밝기의 환경]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 밝기를 보는 방법 · 흑판면이랑 책상 등의 문자, 도형 등이 잘 보이는 밝기가 되는 것 · 일상점검으로써 조도를 측정할 경 우에는 흑판면, 필요한 수와 위치 의 책상면 등에 접해서 측정하고, 그 조도는 정기 환경위생검사의 판정기준에 따를 것 2. 현기 · 흑판면, 책상면 및 그의 조절로 시야를 방해하는 현기가 생기지 않게 하는 것.
현기 (매학년 2회 정기)	· 시야를 방해하는 광 원, 광택의 유무를 조 절한다.	눈부시지 않는 것	

조도 및 조명환경의 조도에 대한 기준은 일본 공업규격(JIS Z 9110 - 1979)에서 학교에 대한 조도기준을 장소별(실내·실외), 교실용도별로 정하여 놓은 것을 기준으로 한다. 그리고 흑판면에 대한 관리는 흑판면 색채의 채도와 명도, 현기 가 생기지 않도록 그 기준을 두고 있다(표 8).

(3) 미국의 교사환경기준

미국의 교사환경은 학교보건프로그램의 한 요소인 학교보건환경(Health environment)에서 다

루어지고 있으며, 이러한 학교보건프로그램의 시행은 연방정부 → 주정부교육위원회 → 지방교육 구청 → 학교로 이루어진다.

연방정부의 주업무는 자금을 각 주정부에 보조하는 일(총교육자금의 6%)과 필요한 보건정책을 입안하는 일이다. 자금의 보조는 연방교육부를 통해서 이루어지며, 보건정책의 추진에 있어서 연방정부의 관련단체는 학교보건교육프로그램의 제안 및 연구검토에 참여하고 있다. 예를 들면 미국의 E.P.A(환경보호청)는 학교의 실내공기질에 대한 제안을 함으로써 각 주정부교육부의 보건정책에

표 8. 흑판의 기준

정기검사(매학년 1회 정기)			일상의 환경위생 (일상점검) 매수업일에 한다.
검사사항	검사방법	기준 등	
<ul style="list-style-type: none">· 흑판면 색채의 명도와 채도· 흑판면의 마멸 (摩滅) 정도	<ul style="list-style-type: none">· 時刻, 조건은 명도검사 와 같이 한다.· 9개위치로 측정한다.· 흑판검사용 색표를 사용한다.· 흑판면에 가까운 창을 커튼으로 닫고, 최고 앞쪽열의 양쪽 끝의 좌석에서 흑판면의 양쪽 끝을 보고 흑판면의 광택이 어느 정도 인가를 관찰한다.	<ul style="list-style-type: none">· 무채색의 흑판면의 색채는 1군데에서도 명도가 3을 넘어서는 안됨.· 유채색의 흑판면의 색채는, 1군데에서도 명도가 4를 넘어서는 안됨.· 채도는 4를 넘어서는 안됨.· 흑판면의 1군데에서도 빛 (광택)이 나는 장소(특정 장소)가 있어서는 안됨.	<p>(흑판의 관리)</p> <p>흑판면을 잘 닦아 놓고, 그 조절이 청결한 상태, 또 칠판지우개는 청결한 상태.</p>

표 9. 실내공기질에 대한 제안내용

contents

- Why IAQ is Important to Your School
- Understanding IAQ Problems and Solutions
- Sources of Indoor Air Pollutants
- HVAC System Design and Operation
- Pollutant Pathways and Driving Forces
- Pollutant Pathways and Driving Forces
- Building Occupants and Health
- Six Basic Control Strategies
 - ① Source Management
 - ② Local Exhasust
 - ③ Ventilation
 - ④ Exposure Control
 - ⑤ Air Cleaning
 - ⑥ Education

자료 : Why IAQ is Important to Your School-
<http://www.epa.gov/iaq/schools/scholkit.html>
Created : December 26, 1996, Last Modified: June 5, 1998

필요한 자료를 제공한다(표 9).

주정부교육위원회와 주정부교육부는 학교보건 교육과정의 내용을 규정하거나 안내서를 마련하여 각 지방교육구청으로 시달하며, 보건교육 자금을 각 교육구청에 지원하고 있다.

지방교육구청은 주정부에서 지시되거나 추천된 보건교육내용이 그 지역관할 학교에 필요한지 검토하고, 필요한 내용을 선택하여 실시한다.

지역학교는 유치원, 초등학교, 중학교 및 고등학교를 포함하는데 관할 교육구청에서 지시된 보건 교육프로그램을 실시한다. 그리고 각 학교에서는 학교 보건 환경을 적절히 유지하기 위하여 자격증을 소지한 위생사가 학교의 환경 표준을 준시, 학교 청소관리, 학교 식당의 위생관리 등을 담당한다.

이와 같이 미국의 보건교육 방침은 연방정부 및 관계연구기관에서 다각적인 교육 및 연구프로

그램을 제시하여 주로 각 주정부의 관할하에 각 지방교육구청에서 실시하고 있으며, 이때 사용하는 학교보건프로그램의 종류는 다양하고, 여러 학자, 전문가, 관련단체들이 제안한 것을 바탕으로 한다.

이 중 본 연구는 연구 대상으로 한 보건프로그램(표 10)에서 공통적인 교사환경의 물리적 요소의 추출 및 New Jersey의 학교 보건법과 Maryland주의 Montgomery County 공립학교의 기준을 근거로 미국의 학교 환경 기준을 제시하고자 한다.

학교보건프로그램에서 제시하고 있는 교실의 물리적 환경 요소에 대한 구성요소는 표 10을 보면 크게 조명(lighting)요소, 실내공기요소(temperature, humidity, air movement, heating, ventilation) 그리고 소음(noise)요소로 분류할 수 있으며, 각 요소에 대한 기준치는 각 보건프로그램마

표 10. 학교보건프로그램의 출처와 요소

출처	요소
• Victor M. Ehlers, C.E., and Ernest W. Steel. C.E. Municipal and Rural Sanitation. 6th ed. McGraw - Hill Book Company, 1965	• interior finish · light • color · noise • heating & ventilation
• Jessie Helen Haag, Ed.D., F.R.S.H, School Health Program 3ed LEA & REBINGER Philadelphia, 1972.	• heating · ventilation • lighting · noise
• C.L. Anderson. William H. Creswell. School Health Practice, the C.V. Mosby Company saint louis 1980.	• heating & ventilation • classroom temperature • lighting · glare • goodlight - reflecting color
• Donald D.B. Stone, Lawrence B. Stone, James D. Brown. Elementary School Health Education, 2th Wm. C. Brown Company, 1983	• heating · ventilation • lighting · noise
• William H. Creswell, JR., Lan M. Newman, M.S., C.L. Anderson, B.S., School Health Practice, Times Mirror\Mosby College Publishing, 1985.	• temperature, • airconditioning • humidity or air moisture, • air movement • heating & ventilation • illumination · noise
• Marion B. Pollock, Ed.D, Kathleen Middseton, MS, School Health Instruction, Mosby, 1994.	• lighting • heating & ventilation

다 조금씩 다르므로 보건프로그램에서 제시하고 있는 최적 환경조건을 기준으로 제시하고자 한다. 그리고 구체적인 예로 New Jersey주의 학교조명 환경기준과 Maryland 주의 Montgomery County 공립학교의 조명기준 및 실내공기에 대한 기준을 그 예로 들고자 한다.

가. 조명의 기준

미국의 조명의 기준은 자연조명, 인공조명, 그리고 학급 내 조명에 영향을 주는 색깔의 반사율, 조명시의 고려요소로 교실 내의 조명의 기준을 제시하고 있다.

① 자연조명

자연조명은 심리적 효과와 홀륭한 시각적 조건을 위해 가능한 효과 있게 최대한으로 자연광을

사용해야 한다. 이상적인 창문의 면적은 교실 바닥면적의 1/5이어야 한다(교실이 7.2 m 이상이 아닌 교실의 경우). 그리고 교실로 들어오는 광원은 한쪽 면(왼쪽)에서 들어오는 것이 좋다.

② 인공조명

조명의 3가지 중요한 요소로 ① 충분한 조도 ② 적당한 조도 분포(회도분포) ③ 현회(glare)의 요소를 제시하였으며, 그 기준은 다음과 같다.

• 조도의 기준

빛의 최소 광도의 단위로 footcandles과 학급 내의 물체의 반사율을 고려한 단위로 footlambert의 단위로 제시하고 있다(표 11, 표 12).

표 11. 학교의 권장 조도

장 소	최소 조도 (Footcandles)	lux
· 교실내의 책상과 칠판	70	756
· 연구실, 강의실, 미술실, 사무실, 도서실, 공작실, 실험실	70	756
· 제도실, 타자실, 제봉실	100	1080
· 강당, 식당, 탈의실, 세면장, 계단과 락카가 있는 복도	50	540
· 창고와 복도	20	216

표 12. Recommended Footlamberts

Area	Footcandle	Reflection factor	Footlamberts
Average task	30	×	70% = 21
Desk top	30	×	50% = 15
Floor	20	×	30% = 6
Chalkboard	50	×	30% = 15
Tackboard	50	×	50% = 25
Walls	30	×	75% = 22.5

* 1 footcandle(ft - cd) = 10.8 lux & 1 lux = 0.093(ft - cd)

- 조도의 분포

표 13. Minimum Brighting Rightness Ratios For Schools Lighting

Area	Brightness ratio
Tasks to immediate surroundings	3 : 1
Minimum for chalkboards to surroundings	1 : 3
Tasks to surroundings more remote	10 : 1
Tasks to large remote bright areas	1 : 10
Luminaires or windows to surroundings	20 : 1

- 현회

현회는 눈의 피로, 두통, 불쾌의 원인이다. 학급 내의 시설에서 현회 요소가 생기지 않도록 제거해야한다.

- 색재의 반사율

표 14. Average Reflective Light of Color

color	percent of reflected light
Gloss mill white	75~80
Ivory	65~70
Cream	55~70
Yellow	55~65
Buff	45~60
Pastel green	45~60
Light varnish	40~45
Light pink	35~55
Pastel blue	35~55
Pastel gray	15~25
Green	15~25

- 교실 물체의 반사율

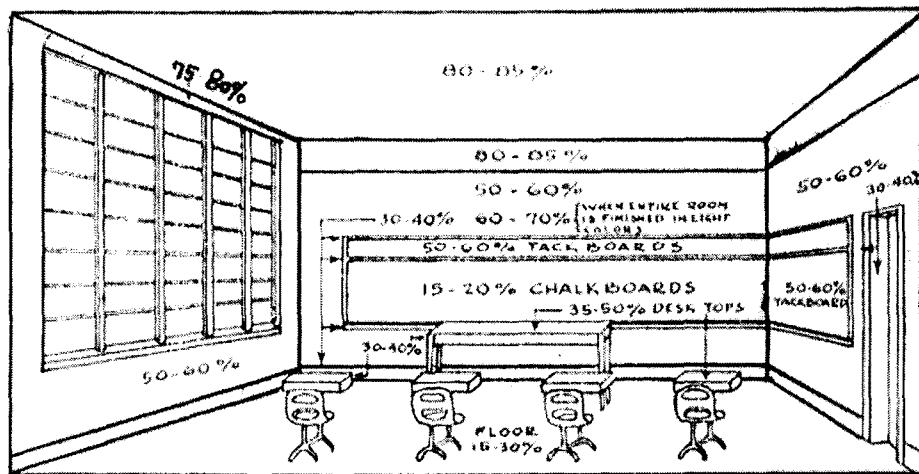


그림 1. Recommended classroom reflective

나. 실내공기의 기준

표 15. 실내공기 요소 및 기준

요소	기 준	비 고
온도	· $66\sim71^{\circ}\text{F} \Rightarrow 19.5\sim21.7^{\circ}\text{C}$	· 이상적 온·습도 (50%의 습도와 70°F)
습도	· 30~70%	
기류	· 교실에서의 적절한 기류는 사람이 감각 할 수 있는 정도가 좋다.	· 난방시 기류 (20~50 feet/minute)
공기 조절	· 온·습도 조절 (겨울철 : $68\sim69^{\circ}\text{F}$, 습도 : 40~50%) (여름철 : $70\sim71^{\circ}\text{F}$, 습도 : 45~50%) · 공기의 정화 (분진, 스모그, 각종 유해가스, 꽃가루 등의 제거)	· 공기조절(airconditioning)의 목적은 공기조절장치를 통해 온·습도 및 기류와 공기의 정화를 관리하는데 있다.
난방 및 환기	· 난방기구는 공기를 소음 또는 외풍 없이 끌고루 분산시키는 위치에 있어야 한다. · 자연환기(창문) · 기계환기	· 온도계 위치 (바닥에서 5feet 위치) · 기계환기장치 (15평방feet/minute)

다. 소음의 기준

교실에서의 학교소음 허용기준은 대부분의 프로그램이 40 dB 또는 그 이하의 수준을 제시하고 있으며, 각 교실별 소음수준도 제시하고 있다.

표 16. 학교소음 기준

교실별	소음한계(dB)
교실	35~40
식당(급식실)	50~55
운동장	70 이하
보건실	45 이하
어학실	40 이하
음악실	40 이하

라. New Jersey의 조명기준

위와 같이 뉴저지의 학교 환경은 학교 보건법의 학교시설기준에서 정하고 있다. 뉴저지의 학교

조명환경에 대한 규정을 보면, 인공 조명의 강도를 작업면 기준으로 항상 최소한의 요구 조건을 제시하고 있으며, 그 기준에 따르도록 되어 있다.

각 장소별 최소 허용 조도는 교실이나 교육이 이루어지는 공간 즉 교실, 강의실, 예술실, 도서관, 회의실, 작업실, 식당, 실험실, 학교식당은 최소 50 footcandles 미술실, 타이핑실, 재봉실은 70 footcandles, 응접실, 체육관, 시청각실, 초등학교 식당, 다용도실, 수영장은 30 footcandles, 락커룸, 세면실, 화장실, 복도, 계단, 10 footcandles, 락커나 진열장이 없는 복도는 5 footcandles을 요구하고 있음을 알 수 있다.

마. Montgomery County Public Schools의 교사환경기준

몽고메리시의 학교환경은(Montgomery County Public Schools, MCPS)(초·중·고 공립학교)의 기초교육시설을 위한 설계의 문서를 기준으로 하

6:22-5.4 Educational facility planning standards

(g) Lighting requirements are as follows:

1. Installed artificial lighting intensity shall comply with the following minimum foot-candles which shall be maintained on the task at any time:

INSTALLED LIGHTING INTENSITY

Location	Minimum Acceptable Footcandles
Classrooms and instructional areas-study halls, lecture rooms, work rooms, shops, laboratories and secondary school cafeterias	50
Drafting, typing and sewing rooms	70
Reception rooms, gymnasiums, auditoriums, primary school cafeterias, all-purpose rooms and swimming pools	30
Locker rooms, washrooms, toiler rooms, corridors containing lockers, stairways	10
Corridors without lockers and storerooms	5
Classrooms for the partially sighted	70

며, 그 기준의 적용은 관련단체나 관련법에 근거하여 가이드라인을 제시하고 있다(표 17).

MCPS의 조명환경과 실내공기환경은 전기적 시스템과 기계적 시스템에 관한 문서로 분류하여 지침을 제시하고 있으며, MCPS는 모두 그 지침을 따르게 되어 있다. 그 외 다른 환경요소에 대한 지침도 별도로 정하고 있을 것으로 판단된다.

① 조명환경

MCPS의 조명설비 기준은 위의 표 18과 같이 교실종류에 따라 설비형식, 조명렌즈, 광원, 조종형식, 조도, 최소전압, 주의점들을 제시하고 있다. 예를 들어 교실, 교무실(관리실), 컴퓨터실, Media Center의 설비형식으로는 2'×4' LAY-IN, 조명렌

즈는 Parabolic Louver이나 K-19 Acrylic, 조도는 65 footcandles(702 lux)이며 최소 전압은 1.35 watt, 광원은 형광등을 사용해야 함을 알 수 있다.

② 실내공기환경

MCPS의 HVAC 설계 조건들은 여름철과 겨울철로 구분하여 실외와 실내의 온도조건을 제시하고 있다. 여름철의 실내온도조건은 건구온도로 78 °F(\approx 25.6°C), 습도는 50%, 겨울철 실내온도는 건구온도 70 °F(\approx 21.1°C)를 제시하고 있음을 알 수 있으며, 연중 난방 시간에 대한 한계를 5,000시간 정도로 규정하고 있음을 알 수 있다(표 19).

그 외에도 학교의 냉·난방 시스템의 설비 조

표 17. 적용코드와 기준

APPLICABLE CODES AND STANDARDS	
ELECTRICAL GUIDELINES	MECHANICAL SYSTEMS
ADA-American Disability Act	AABC-Associated Air Balance Council
ANSI-American National Standard Institute	AGA-American Gas Associates
IEEE-Institute of Electrical and Electronic Engineers	AMCA-Air Movement&Control Associate
NEC-National Electrical Code	ANSI-American National Standards Institute
NEMA-National Electrical Manufacturer's Association	ARI-Air Conditioning and Refrigerating Institute
NESC-National Electrical Safety Code	ASHRAE-American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
NEPA-National Fire Protection Association	ASME-American Society of Mechanical Engineers
UL-Underwriter Laboratories	ASPE-American Society of Plumbing Engineers
BOCA-Building Official & Code Administrators	ASTM-American Society for Testing and Materials
IES-Illuminating Engineering Society	BOCA-Building Officials & Code Administration
ASTM-American Society of Testing and Materials	NEBB-National Environmental Balancing Bureau
Local Electrical and building Codes	NEC-National Electrical Code
	NFPA-National Fire Protection Association
	NIST-National Institute of Standards & Technology
	SMACNA-Sheet Metal & Air Conditioning Contractors National Associates
	U.L-Underwriters Laboratory
	WSSC-Washington Suburban Sanitary Commission

표 18. 장소별 조명관련시설 기준

DESIGNATED AREA CLASSROOM	Fixture Type	Fixture Lenses	Luminair Type	Control Type	Illumination Level (FOOTCANDLES)	MAXIMUM POWER INTENSITY WATTS/SQ FT	REMARKS AND NOTES
ADMINISTRATOR	2' × 4' LAY-IN	PARABOLIC LOUVER	FLUORESCENT	SWITCH	65	1.35	
CLASSROOM	2' × 4' LAY-IN	K-19 ACRYLIC	FLUORESCENT	SWITCH	65	1.35	[1]
COMPUTER LAB	2' × 4' LAY-IN	PARABOLIC LOUVER	FLUORESCENT	SWITCH	65	1.35	
MEDIA CENTER	2' × 4' LAY-IN	K-19 ACRYLIC	FLUORESCENT	SWITCH	65	1.35	
TOILET	2' × 4' LAY-IN	K-19 ACRYLIC	FLUORESCENT	KEY SWITCH	20	0.75	
STORAGE	2' × 4' LAY-IN	K-19 ACRYLIC	FLUORESCENT	SWITCH	20	0.75	
UTILITY SPACE	[2]	K-19 ACRYLIC	FLUORESCENT	SWITCH	30	N/A	[2]
MULTI - PURPOSE/KITCHEN	2' × 4' LAY-IN FLUORESCENT	K-19 ACRYLIC	FLUORESCENT	SWITCH	40	1.15	
CORRIDOR	2' × 4' LAY-IN	K-19 ACRYLIC	FLUORESCENT	KEY SWITCH	15	0.6	
PARKING LOT	20' HIGH POLE MOUNTED	VANDAL PROOF HEAVY DUTY ACRYLIC TYPE	HIGH PRESSURE SODIUM	PHOTO CELL TIME CLOCK	2	0.1	[3]
BUILDING ENTRANCE (CANOPY)	CYLINDRICAL	VANDAL PROOF HEAVY DUTY ACRYLIC TYPE	[4]	PHOTO CELL TIME CLOCK	15	0.6	
BUILDING PERIPHERY	WALL PACK	VANDAL PROOF HEAVY DUTY ACRYLIC TYPE	HIGH PRESSURE SODIUM	PHOTO CELL TIME CLOCK	1	N/A	
GYMNASIUM	LOW - BOY TYPE	COVER	METAL HALIDE	KEY SWITCH	40	115	[5]
LOADING DOCK	SURFACE MOUNTED OUTDOOR TYPE	VANDAL PROOF HEAVY DUTY ACRYLIC TYPE	HIGH PRESSURE SODIUM	SWITCH	10	N/A	

[1] SAME LIGHTING DESIGN CRITERIA FOR SUPPORT AREA SUCH AS MATH, ESOL, ART, READING ROOM ETC.

[2] TWO (2)LAMP STRIP LIGHT WITH WRAP ROUND LENSE COVER.

[3] POLE SHALL BE 20' HIGH MAXIMUM AND MADE OF ALUMINUM

[4] SURFACE/RECESSED MOUNTED CYLINDRICAL TYPE HIGH PRESSURE TYPE FIXTURE.

[5] FIXTURE TO BE MOUNTED ON ROOF STRUCTURE

Ⅳ 19. HVAC의 설계범위

B. GENERAL HVAC DESIGN PARAMETERS

1. Design conditions for the Montgomery County school facilities shall be as follows:

- a. Summer : outdoor - 91°FDB, 74°FWB @ 2.5%, and 78°FWB for evaporating equipment. Indoor - 78°FDB, 50%RH.
- b. Winter : 0°FDB @ 97.5%. Indoor - 70°FDB
- c. Annual heating degree days : 5,000

건 및 환기시스템과 공기분배, 자동온도 조절과 열관리 등과 같은 규정과 감독 및 관리의 권한을 상세히 제시하고 있으며, 라돈 및 납의 감량 및 예방을 위한 환기시스템에 관한 규정과 화재예방 시스템에 관한 일반적인 가이드라인을 제시하고 있다. 그리고 이러한 기준은 신설학교나 기존의 학교 모두에게 해당됨을 명시하고 있다.

2) 교사환경기준의 분석

(1) 교사환경 요소의 비교 · 분석

교사환경의 요소로 각국에서 규정하고 있는 요소를 크게 구분하여 보면 조명, 실내공기, 소음의 요소로 구분할 수 있다.

그러나 각국의 교실환경의 요소들을 구체적으로 살펴보면, 한국의 경우 3가지 요소로만 규정되어 있는 반면에 일본과 미국의 경우 각 요소에 대해 세부적으로 분류되어 있다(표 20).

특히 조명과 실내공기요소에서 한국의 경우 조도와 온도에 관한 규정만 제시되어 있으나, 미국과 일본은 각 요소에 근거한 세부적인 요소들을 다양하게 설정하고 있다. 그리고 미국과 일본의 교사환경기준은 수치로만 제시되어 있는 것이 아니라 수치로 제시하기 어려운 요소는 문장으로 제시하고 있으며, 일본의 경우 각 요소에 대한 검사사항, 검사방법, 기준에 대해서 상세히 규정하

고 있다.

(2) 교사환경 기준의 비교 · 분석

가. 조명

교실조명에서의 조도는 한국의 경우는 책상면의 조도에 관한 기준으로만 300 lux로 제시되어 있으나, 일본의 경우는 교실의 조도로 750 lux, 책상면과 흑판면의 조도는 300 lux 이상, 컴퓨터 사용의 책상면의 조도로 500~1000 lux로 세분하여 규정하고 있다. 미국의 경우는 책상면과 칠판의 조도를 756 lux로 규정하고 있다. 조도의 기준을 비교한 결과 한국은 일본과 미국에 비해 가장 낮은 수치로 제시되고 있으며, 조도의 수준도 상향되어야 함을 알 수 있다(표 21).

그리고 한국은 조명의 요소 중 책상면의 조도에 관한 기준만 제시하고 있으나, 일본은 교실의 조도와 교실에서의 칠판면과 책상면의 조도를 구분하여 제시하고 있으며, 교실 이외의 조도기준도 별도로 제시하고 있다. 미국의 경우도 각 교실의 용도별로 조도수준을 달리하여 제시하고 있으며, 조도 외에 일본은 조도의 비와 현회에 관한 규정이 제시되고 있으며, 미국은 조도, 현회, 조명시 조도의 분포(휘도비)에 관한 규정과 조도에 영향을 주는 학급 내의 시설물의 반사율, 색채의 평균반사율, 자연조명에 관한 기준을 제시하고 있다.

표 20. 각 국의 교사환경 요소의 비교

나라 요소	한 국	일 본	미 국
조 명	· 조도	· 조도 · 조도의 비 · 환경	· 자연조명 · 조도 · 조도의 비 · 환경
실내공기	· 온도	· 온도 · 상대습도 · CO ₂ · 기류 · CO · 부유분진 · 낙하세균 · 열복사 · 환기	· 온도 · 습도 · 기류 · 공기조절 · 난방 · 환기
소 음	· 소음수준	· 소음환경 · 소음수준	· 소음수준

표 21. 각 국의 조도

나라 요소	한 국	일 본	미 국
조도	· 책상면 -300 lux	· 교실—750 lux · 책상면, 흑판면—300 lux 이상 · 컴퓨터 사용의 책상면 - 500~1000 lux & 각 용도별 교실의 조도 제시(부록 c)	· 책상면, 칠판 — 756 lux & 각 용도별 교실의 조도 제시(표 11)

조명의 요소 중 조도의 기준만 제시된 한국의 조명환경기준으로는 교사 내의 폐적한 조명환경을 유지시키는 기준으로는 불충분함을 알 수 있다. 미국과 일본의 조명환경을 비교·분석한 결과 폐적한 조명환경에서 조도 외의 조도의 분포, 환경, 자연조명에 관한 요소와 그에 대한 기준이 제시되어야 함을 알 수 있다.

나. 실내공기

실내공기 요소 중 실내온도에 관한 각국의 기준은 표 22와 같다.

한국의 경우는 18°C 이상으로만 제시되어 있으나 일본과 미국의 경우는 10~30°C, 19.5~21.7°C로 실내온도의 최저점과 최고점이 함께 제시되고 있다.

또 일본과 미국의 경우 여름철과 겨울철로 구분하여 실내온도조건을 제시하고 있으며 교사 내의 폐적한 공기조건을 위해 실내온도 외에 실내공기질에 영향을 미치는 제 요소들에 대하여 상세한 기준을 설정하고, 실내공기의 오염문제를 해결하기 위해 환기 및 난방에 관한 규정도 하고 있음을 알 수 있다(표 6, 표 15).

표 22. 각 국의 실내온도

나라 요소	한국	일본	미국
· 실내온도	· 18°C 이상	(10~30°C) · 동절기(18~20°C) · 하절기(25~28°C) · 10°C 이하시 난방	(19.5~21.7°C) · 겨울 : 20~20.6 · 여름 : 21.1~21.7

다) 소음

학교 소음기준으로 한국은 교실의 소음규정만 제시하고 있으나, 일본은 소음환경과 소음수준으로 나누어서 각각의 검사방법과 기준을 두고 있다. 소음환경은 교실 외에 용도별 교실 및 운동장에 대해서 소음의 영향이 있어서는 안된다는 것을 기준으로 하고 있다. 교실의 소음기준은 창을 닫았을 때와 열었을 때 교실소음의 상한치를 제시하고 있으며, 미국은 학교소음의 수준을 교실용도별로 각각 제시하고 있다.

소음수준에 대한 각 국의 비교 결과는 미국의 경우 가장 낮은 35~40 dB(A), 일본은 창의 개폐 유무에 따라 50, 55 dB(A)의 소음수준과 상한치 65 dB(A) 이하로 제시하고 있음을 알 수 있다(표 23).

교실소음의 기준이 한국과 일본은 모두 높게, 미국의 경우 가장 적절하게 제시되어 있으며, 특히 일본은 소음환경과 소음수준으로 구분하여, 교실 외의 소음기준을 문장으로 서술하였고, 학교에서의 적절한 소음환경의 유지를 위해 구체적인 기준으로 제시하고 있음을 알 수 있다. 미국은 학교소음의 기준을 각 교실별로 구분하여 그에 대한 기준을 제시하고 있다.

이와 같이 외국의 소음기준과 비교했을 때 한국의 소음수준은 높게 설정되어 있으며, 교실 외의 소음환경에 대한 기준이 제시되어 있지 않음을 알 수 있다. 학습에 적합한 소음환경의 유지를 위해 소음의 수준이 더 낮게 설정되어야 하며, 이에 대한 구체적인 방법이 설정되어야 할 것이다.

3. 교사환경의 준거요인 및 기준

본 연구에서 규정한 교사 환경의 물리적 요소에 대한 문헌 및 외국의 교사환경기준의 탐색에 의한 체계화한 교실환경의 준거요인 및 기준은 다음과 같다.

1) 조명의 준거

(1) 자연조명

자연조명의 준거요인으로 대부분의 학교조명은 낮에는 거의 창문을 통한 자연광을 조명원으로 이용하고 있다. 자연광을 최대한 이용하기 위한 필수적인 요소는 다음과 같다.

첫째, 주광율의 확보

둘째, 조도의 분포(회도의 비)

셋째, 현광의 요소를 들수 있다.

표 23. 소음기준

나라 요소	한국	일본	미국
· 소음수준	· 55 dB(A) 이하	· 창을 닫았을 때 50 dB(A) 이하 · 창을 열었을 때 55 dB(A) 이하 · 상한치 : 65 dB(A) 이하	· 35~40 dB(A)

자연조명을 적절히 이용하기 위해서는 위의 3가지 요인에 준거하여 계획이 세워져야 할 것이다.

각 준거요인에 대한 적절한 기준은 영국의 CIBS(Chartered Institution of Building Services)와 문현탐색에 의해 설정하였으며, 그 기준은 다음과 같다.

첫째, 주광율의 확보는 평균주광율 5%와 최소주광율 2%이며, 주광율에 의한 개구율의 확보는 바닥면적의 1/4과 1/5의 창면적이 필요하다.

둘째, 적절한 조도분포로 최대조도와 최저조도의 비는 10 : 1 이하이며,

셋째, 현회에 대한 기준은 현회 요소가 생기지 않도록 하는 것이며, 이에 대한 현회의 요인 및 제거방법 등이 제시되어야 할 것이다.

(2) 인공조명

교실에서 인공 조명시 고려해야 할 요소로 여러 가지가 있으나 가장 중요한 요소로 세 가지를 제시하고 있다.

인공조명의 중요한 세 가지 준거 요인은 첫째, 충분한 빛 (조도) 둘째, 조도의 적절한 분포(회도비) 셋째, 현회의 요소이다.

이 세 가지 요소의 조건이 동시에 충족되었을 때 적절한 조명환경이 조성될 수 있다. 그리고 인공조명시 교실 내의 물체의 반사율을 고려한 학교 시설물의 색상을 선택하는 것도 인공조명에 있어서의 중요한 준거요인이 된다.

준거요인에 대한 기준은 다음과 같다.

첫째, 조도는 미국과 일본의 교사환경기준에서 교실의 조도를 70 footcandles(756 lux)과 750 lux로 제시하고 있고, 미국의 조명공학회(Illuminating Engineering Society)에서는 학습과 필기를 하는 실내의 조도를 750 lux로 제시하였다. 이에 근거하여 교실의 적절한 조도의 기준은 750 lux 수준으로 제시되는 것이 바람직함을 알 수 있다.

둘째, 적절한 조도의 분포비로 어떤 물체를 수평내지 수평에서 40°의 시야 내에서의 최대조도와 최저조도의 비가 3 : 1이 넘지 않아야 한다. 셋째, 현회의 기준으로는 현회가 생기지 않아야 하며, 인공조명시 현회현상의 원인이 제거되어야 한다.

학교 시설물의 적정 반사율로 천장 80~85%, 창문테두리 75~80%, 옆 벽면 50~60%, 교탁면 35~50%, 책상면 30~40%, 교실바닥 15~30%, 칠판 15~20%가 적정하며, 교실 시설물의 설치시 색상의 반사율이 고려되어야 한다.

2) 실내공기의 준거

교실의 온도는 적게는 실내온열요소의 한 인자이며, 크게는 실내공기질을 결정하는 한 인자에 불과하다. 그러므로 쾌적한 실내환경을 위해 온도요소 하나만 제시하는 것은 아무런 의미가 없다. 온열환경에서는 온도 외에 습도, 기류, 복사열을 고려한 온도기준이 제시되어야 할 것이다. 그러나 기류와 복사열의 영향이 실내에서 그리 크지 않다고 했을 때 교실에서의 이상적인 온열조건은 최소한의 기온과 기습의 상관 관계가 고려된 수치로 제시되어야 한다.

실내공기의 준거 요인으로는 무척 다양하다. 본 연구에서는 위에서 언급된 4가지의 온열요소와 우리나라의 경우 겨울철의 대부분의 교실에서 사용되는 조개탄·나무탄·목탄과 같은 난방연료의 사용으로 발생되는 CO, CO₂와 같은 유해가스와 부유 분진(PM-10)을 실내공기환경의 요소로 규정하였다.

그리고 밀폐된 공간에서 실내온도의 상승은 실내공기오염을 초래하므로 적절한 온도유지를 위해 신선한 공기를 계속 공급할 수 있도록 환기가 병행되어야 한다. 환기는 실내온도의 유지뿐만 아니라 전체적인 실내공기질과 관련이 깊다.

이에 대한 기준은 각종 문헌 및 관련법 조항과 외국의 교사환경기준에서 준거를 설정하였으며, 그 기준은 다음과 같다.

쾌적한 실내온도 및 습도의 범위는 16°C~26°C, 30%~80%이며, 계절별 적정온도는 감각온도로 하계 18.9~23.8°C, 동계 16.7~21.7°C이다. 실내기류는 0.5 m/초 이하, 복사열은 건구와 습구의 차가 5°C미만, CO, CO₂는 실내공기 중의 10 ppm 및 1000 ppm 이하가 적정한 기준이 된다.

부유분진은 분진의 발생원에 대한 관리와 오염된 공기에 대한 대책이 필요하며, 교실에서 부유

분진의 기준은 $0.10/m^3$ 이하가 적정하다. 오염된 공기의 정화방법으로 CO_2 를 기준으로 한 자연환기는 밀폐된 교실(40인 재실, 용적 $170 m^3$)에서 6분당 1회(약 7회/40분)의 환기 횟수가 필요하다.

3) 소음의 준거

학교에서 소음은 학교의 외적요소로 심리적 불쾌감, 정신적 중압감과 집중력을 떨어뜨리며, 학습능력을 저하시키고, 피로의 원인이 된다. 그러므로 학교의 소음환경은 첫째, 정온을 요하며 소음의 허용수준은 학습에 방해를 받지 않는 수준의 설정둘째, 학교의 위치 선정시 소음 발생원의 고려 셋째, 학교에서 소음을 점검하고 적절한 소음환경을 유지할 수 있는 구체적인 방법의 제시이다.

학습에 방해받지 않는 소음 수준은 조금씩은 다르지만 대부분 연구자와 미국의 교사환경기준에서 제시하고 있는 교실 소음의 허용수준은 40dB 이하로 규정하고 있으며, 학교환경이 정온을 요하는 특성을 지니고 있는 측면에서 40dB 이하나 그 보다 더 낮은 수치가 적절하다.

4) 악취의 준거

소음과 마찬가지로 학교의 외적요소로 악취기준의 준거요인 및 기준은 다음과 같다. 첫째, 학교주변이 불쾌지를 발하는 유해환경에 노출되어 있을 때는 악취로 인한 고통에서 벗어날 수가 없게 된다. 그러므로 교지의 위치선정 시 악취발생요인의 제거 및 주변의 악취발생원에서 떨어져 있어야 한다. 둘째, 학습에 방해를 받지 않는 수준의 악취기준이 선정되어야 한다. 대기환경보전법에서 대기오염물질로 지정하여 배출허용기준을 두고 있으며, 이에 근거한 학교의 악취 기준은 적절관능법에 의해 악취가 심하게 발생하는 위치에서 악취도 2도 이하가 그 준거가 된다.

4. 교사환경기준의 문제점

한국의 교사환경기준은 「학교 시설·설비 기준령」이 폐지되고 「고교이하 각급 학교 설립·운영규정」에서 실제적인 교사내부환경에 관한 기준을 제시하였다고 할 수 있다. 폐지된 기준령의 조도

에 관한 규정만으로는 학교의 쾌적한 환경을 조성하기 어렵다고 볼 때 「설립·운영 규정」에서의 조도·온도·소음의 기준을 제시한 것은 나름대로 의미가 있다고 볼 수 있겠다.

그러나 이러한 설립·운영규정이 뒤늦게 제정된 것은 그 동안 다수의 학생들이 장시간 교사내부공간에서 건강의 권리를 빼앗겨 왔으며, 국가는 그 의무를 다하지 못하였음을 의미한다.

이에 본 연구자는 학교보건법 및 「설립·운영규정」에서 제시된 각 요소에 대하여 지금까지의 연구결과를 통해 현재의 교사환경기준에 대한 문제점을 제시하면 다음과 같다.

1) 학교보건법의 문제

교사환경은 학교보건법에 근거하여 마련되어야 한다. 현재의 학교보건법 제4조는 교사 내의 공기 오염·환기·채광·조명·온습도·식기·식품·음료수·상하수도·변소·오물처리 및 기타 환경위생 및 식품위생을 적절히 유지하도록 규정하고 있다.

여기에서 교사 내의 물리적 환경요소로 추출할 수 있는 요소는 공기오염, 환기, 채광, 조명, 온·습도의 요소로 각 요소에 근거한 세부적인 요소의 규정과 검사방법 및 시기, 판정기준, 사후처치 등에 관한 것들이 학교보건법 시행령과 시행규칙에서 자세히 제시되어야 할 것이다.

현재의 학교보건법 시행령은 제4조에 대한 구체적인 규정밖에 없다. 학교 보건법에서 교사 내부의 물리적 환경 요소뿐만 아닌 교사외부의 환경요소 중 학습에 방해가 되는 요소들을 구체적으로 조사·선정하여 그에 대한 기준이 마련되어야 할 것이다.

실제 학교보건법과 현재의 교사환경기준에서는 학습활동 방해요인으로 조사된 소음, 분진, 악취의 요소 중 분진과 악취에 관한 규정 및 기준이 설정되어 있지 않은 문제점이 있다.

2) 교사환경기준의 문제

「설립·운영규정」에서 규정된 교사내부환경요소는 조도, 온도, 소음의 3가지 요소이다. 학교보건

법 제4조의 공기오염, 환기, 채광, 습도에 관한 요소와 기준에 대해서는 설정되어있지 않다. 이것에 관한 규정이 건축법 및 산업보건기준법과 같은 타 법령에서 언급되고 있으나 교사내부환경기준에서 다루어져야 할 것이다. 교사환경기준에서 제시하고 있는 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 조도에 관한 것으로 조도는 책상면을 기준으로 300 lux로 제시하고 있다. 위에서 고찰한 대로 조도는 조명을 나타내는 “불 밝기의 단위”에 불과하다. 조명에서 조도가 중요하나 함께 동시에 다루어져야 할 요소로 적절한 조도분포(휘도비)와 현희의 요소이다. 단순히 조도의 수치만 제시된 것으로 교실 내에서의 폐적한 조명환경을 대변할 수는 없다.

조도의 수준 역시 일본이나 미국의 경우와 비교할 때 낮은 수치로 제시되어 있음을 알 수 있으며, 교실에서의 적절한 조도 수준은 전문가나 조명관련단체에서 추천하는 수준으로 상황 조정되어야 할 것으로 보인다. 그리고 학교의 조명이 낮에는 대부분 자연조명에 의존하고 있는 상황에서 그에 대한 기준이 전혀 제시되지 않았다는 점이다.

선행연구의 결과 조사된 학교의 조도 환경은 150 lux를 기준으로 하였음에도 미달되는 학교가 많은 것은 현재의 조도환경의 불량함을 말해주고 있으며, 이러한 상황에서 더 문제가 되고 있는 것은 교실에서의 과도한 휘도 차와 그로 인한 현희 발생으로 인한 것들이다. 조명에 관한 기준은 자연조명과 인공조명으로 분류하여 조명에서 필수적인 요소들에 대한 적절한 기준치가 제시되어야 할 것이다.

둘째, 온도에 관한 규정이다. 현재 실내온도의 기준으로 제시되고 있는 기준은 18°C 이상으로만 되어있다. 실내온도는 고찰한 바와 같이 4대 온열요소의 하나에 불과하다. 즉 인간이 온감에 의해 서 폐적함을 느끼는 것은 실내온열요소의 종합작용에 의한 것이다. 이러한 의미에서 단순한 건구온도에 의한 기준의 제시는 아무런 의미가 없다.

실내의 온열기준은 온도, 습도, 기류, 복사열이 고려된 기준으로 제시되는 것이 가장 이상적이라고 할 수 있겠다. 일본의 경우 교실의 공기조건에

서 4대 온열요소에 대한 검사방법, 검사기준, 점검사항에 대해 자세히 제시하고 있고, 미국의 경우도 온·습도 및 기류의 관계가 고려된 교실 내의 온열환경을 제시하고 있다.

반면 우리 나라의 실내온도기준은 단순히 '18°C 이상'으로만 제시하고 있어, 이러한 온도기준은 교사 내의 온열환경을 관리하기 위한 기준으로 제시된 것인지 의심하지 않을 수 없다. 선행연구에서 제기하고 있는 온열환경의 실태는 여름철 온도가 30°C를 넘는 날이 많고, 오염된 실내공기를 정화하는 환기시설 및 적절한 온열환경을 제어할 수 있는 냉방시설이 부족함을 지적하고 있다.

여름철 학교의 실내온도는 제시된 기준치를 대부분 초과하는 수준으로 특별히 온열환경을 관리할 필요가 없음을 의미한다. 적정한 실내온도의 관리는 일정한 범위에 의해서만 가능하다. "18°C 이상"에 관한 기준은 실내의 적정한 온도의 범위를 나타내는 기준이 될 수가 없다. 그리고 18°C 이상 어느 수준까지 관리를 해야하는지 생각해 볼 문제이다.

실내온도에 관해 일본과 미국의 교사환경기준을 비교해보면 현재 실내온도에 관한 규정이 실내의 적정온열환경을 위해 필요한 요소와 적절한 기준으로 규정되었는지 그 차이는 분명하게 드러난다. 이들 나라는 적정한 실내온도의 범위와 계절별로 각각 실내온도의 기준을 제시하고 있다.

온열요소는 크게 실내공기질의 요소로 학교보건법에서 제시하고 있는 교사 내의 공기오염의 요소로 포함시켜야 할 것이고, 온도 외에 폐적한 실내공기질을 위해 필요한 여러 요소와 합리적인 기준으로 재 규정되어야 할 것이다.

셋째, 소음의 기준에 관한 문제로 교사의 소음 수준은 단순히 55 dB 이하로 규정하고 있다. 이것은 학교소음수준의 검사방법, 점검시기, 예방대책 등이 전혀 언급되어 있지 않는 문제점을 지니고 있다. 이와 같이 소음기준의 모호한 제시는 실제 학교에서 소음의 발생으로 문제가 생겼을 때 해결할 수 있는 기준이 될 수가 없을 것이다.

한편 55 dB 이하로 제시된 소음기준의 문제점이다. 현재 소음·진동 규제법에서는 소음의 규제

대상지역으로 교육법 81조의 규정에 의해 학교의 부지경계에서 50m 이내의 지역에서의 소음규제 수준을 소음발생원별로 시간별(낮, 밤), 지역별로 제시하고 있다.

일반소음환경에서의 규제수준은 학교는 일반지역에서 낮의 기준이 50dB, 밤의 기준은 40dB, 도로변의 낮 기준은 65dB, 밤은 55dB로 규정하고 있으며, 이 외에도 소음발생원별로 다양하게 학교에 대한 소음규제기준이 설정되어있다. 대부분 학교의 수업이 낮에 이루어진다고 보았을 때 교사환경기준에서 제시한 55dB의 수준은 대기환경보전법에서 낮의 기준으로 학교에 적용하고 있는 50dB 보다 더 높게 설정되어 있는 문제가 있다.

학교소음의 허용수준으로 가장 우선적으로 고려해야할 사항으로는 학생들의 건강과 교사 내에서 학습에 영향을 미치지 않는 수준으로 제시되어야 할 것이다. 그리고 학교에서 적절한 소음관리를 위해 구체적인 검사방법, 검사시기, 예방 대책 등이 제시되어야 할 것이다.

미국의 학교소음기준과 전문가 및 연구자들은 학교에서의 소음은 40dB 이하거나 그보다 더 낮

아야 한다고 하였다. 일본의 소음수준은 우리나라와 비슷한 수준이나, 학교에서 적절한 소음환경과 소음수준에 대한 기준과 검사방법을 구체적으로 제시하고 있다.

소음환경으로 인해 학습에 침해를 받는 대부분의 학교는 소음원에 인접해 있는 경우로 이들 학교의 대부분은 기준치 보다 높은 소음환경에서 수업이 이루어지고 있음을 선행연구는 지적하고 있다.

소음에 관한 현재의 교사환경기준은 지금보다 더 낮은 수치로 제시되어야 하며, 소음관리를 위한 구체적인 사항과 방법 및 시기 등의 제시로 실질적인 소음관리가 될 수 있도록 제시되어야 할 것이다.

5. 교사환경 기준(안)

1) 조명의 기준

(1) 자연조명의 기준

검사 사항	검사 기준	대 책
자연조명 주광율	<ul style="list-style-type: none"> · 평균 주광율 5% 확보 (바닥면적의 1/4의 창면적) · 최소 주광율 2% 확보 (바닥면적의 1/5의 창면적) <p>(참고)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 평균주광율 및 최소주광율 공식 \rightarrow 평균 주광율 (5%) = 0.2(유효창면적/바닥면적) \rightarrow 최소 주광율 (2%) = 0.1(유효창면적/바닥면적) 예) 바닥면적이 $100 m^2$인 교실인 경우 평균 · 최소 주광율에 대한 유효 창면적은 $25 m^2$, $20 m^2$가 필요하다. 즉 창문을 통한 평균주광율 최소주광율 확보는 바닥면적의 1/4~1/5의 창면적이 필요하다. · 현재 건축법에서는 채광을 위한 창면적이 바닥 면적의 1/10로 되어 있으나, 학교건물의 창면적은 바닥면적의 1/4, 최소 1/5로 규정하여야 할 것이다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 환경담당자는 기존 교실의 유효 창면적을 조사하고, 기준치에 미달시 기준을 만족시킬 수 있는 방안을 강구해야한다(예, 창가에 채광을 방해하는 요소의 제거 등). · 신설학교 건축시에 유효 창면적을 확보할 수 있어야 하며, 교지 선정시 남향으로 설계되어야 할 것이다. · 창문유리를 청결히 하여 투과율을 높인다.

검사 사항	검사 기준	대책	참고
자연조명	조도의 분포	<ul style="list-style-type: none"> 최대조도와 최저조도의 비 = 10 : 1을 넘지 않아야 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 조도차가 심하게 생기는 경우는 대부분 창쪽의 조도가 높은 경우이므로, 창쪽의 조도를 조절할 수 있는 장치가 필수적이다(커텐류, 루버, 베티칼 등). 자연조명의 조도는 매우 밝아 별 문제가 없으나 비가오는 날이나 개인날에는 조도가 떨어질 수 있으므로 인공조명이 필요하다.
	현 휘	<ul style="list-style-type: none"> 교실바깥의 반사율로부터 현휘 발생 요소가 없어야 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 창의 현휘를 조절하는 방법으로 루버나 개폐장치를 이용하여 현휘를 제거 할 수 있다. 채광시 현휘의 발생원은 창 또는 창을 통해 보이는 천공이나 실외 지형물로부터의 반사율이다.

(2) 인공조명의 기준

검사 사항	검사 기준	대책
인공조명	조도	<ul style="list-style-type: none"> 750 lux 이상
	조도의 분포	<ul style="list-style-type: none"> 최대조도와 최저조도의 비 = 3 : 1을 넘지 않아야 한다.
	현 휘	<ul style="list-style-type: none"> 현휘가 발생되지 않아야 한다.

◎ 색채의 반사율 및 교실 시설의 적정 반사율

색깔	반사율(%)	교실 시설물의 적정 반사율(%)
Gloss mill white	75~80	천장(80~85)
Ivory	65~70	창문 테두리(75~80)
Cream	55~70	
Yellow	55~65	
Buff	45~60	옆 벽면, 계시판, 칠판윗테두리 (50~60)
Pastel green	45~60	교탁면(35~50)
Light varnish	40~45	책상면(30~40)
Light pink	35~55	
Pastel blue	35~55	
Pastel gray	15~25	교실바닥(15~30)
Green	15~25	칠판(15~20)

2) 실내공기의 기준

	검사사항	검사기준	검사방법
실내 온도 및 교실의 공기	· 실내온도	• 16°C~26°C (하계 : E.T18.9~23.8°C) (동계 : E.T16.7~21.7°C)	• 아스만 통풍건습계
	· 비교습도	• 30~80%	• "
	· 실내기류	• 0.5 m/초 이하	• Dry katat thermometer
	· 복사열	• 건구와 습구의 차가 5°C 미만	• 흡구 온습계
· 실내온도에서 고려해야 할 요소로 4가지 모두를 고려해야 하나 실내에서 기류와 복사열의 영향이 그리 크지 않다고 보았을 때 폐적 실내온도의 범위는 16°C~26°C, 실내습도는 30~80%에서 온·습도의 반비례관계의 특성을 이용하여 조정되어야 할 것이다.			
환기 및 환기 횟수	· CO ₂	• 1000 ppm 이하	• 검지관법
	· CO	• 10 ppm 이하	• "
	· 분진	• 분진의 기준별도제시*	• Low - Volume Air Sampler 법 등 디지털 분진계
	· 자연환기량 산출법(CO ₂ 기준) → 1인당 소요환기량 = 38 m ³ → 시간당 환기횟수 = 용적/(소요환기량 × 재실자수)		· (40인 재실, 용적170 m ³ 의 교실의 경우) 환기 횟수 = 170/(38×40) ≈ 0.1 즉, 0.1시간, 6분당 1회의 환기가 필요함
· 초등학교를 기준으로 한 환기횟수는 7회/40분 정도가 필요하나, 이것은 밀폐된 교실을 기준으로 한 것이므로 창문이 닫힌 상태에서도 실제적으로 자연환기가 이루어지는 점과 1인당 소요환기량이 성인을 기준으로 설정되었으므로 실질적인 환기횟수는 이보다 더 적어도 될 것으로 보인다. 특히 겨울철 난방시 자연환기가 어려운 점을 감안하면 교실 내의 인공환기장치가 설치되어야 할 것이다.			

● 분진의 기준

검사사항	검사기준	대책
· 분진(PM-10)	· 실내공기 중 먼지량 0.10 mg/m ³ 이하	· 분진은 교실공기오염의 한 요소로 실내공기오염에 대한 종합적인 대책으로 ① 실외오염물질의 실내유입제거와 교실건축 시 오염물질의 사용금지(예 : 석면, 독성페인트 등) ② 오염물질이 분산되기 전에 실외로 배출 (예 : 과학실의 흡후드) ③ 자연환기를 통한 회식 ④ 인공환기를 통한 공기청정 ⑤ 오염물질로부터 대피 ⑥ 학생이나 교직원에 대한 공기오염물질의 근원이나 영향과 같은 정보의 제공 등을 통하여 그들 스스로 실내환경을 잘 이해하고 실내오염물질에 노출되는 행동을 줄이게 하는 교육적인 방법
· 교실의 유해 분진 성분	* 다음의 분진성분은 유의해서 관리해야 한다. · 분필 - 분진중에는 5 μ 이하의 미세분진이 전체량의 약 1/3 수준 · 석면 - 노후화된 학교건물의 건축자재와 전기제품에서 발생 · 라돈 · 포름알데히드 - 노후화된 학교건물의 건축자재에서 발생	· 석면, 라돈, 포름알데히드와 같은 오염물질의 발생원은 건축자재 및 학교의 시설물이 주 발생원이므로, 학교 신축시부터 사용을 금지해야만 해결될 수 있다.

3) 소음의 기준

검사사항	내 용
소음수준	• 40 dB(A) 이하
소음 측정	• 소음환경이 큰 교실을 대상으로, 교실의 창측과 복도(廊下)측에서, 창을 열었을 때의 소음레벨을 측정한다. • 소음레벨의 측정은 보통소음계(JIS C1502) 또는 그 이상의 정도의 소음계를 사용하고, 소음이 심한 시간대에 A특성으로 5초사이 간격으로 50회 평균하여 산출 한다.
대 책	• 학교의 소음방지대책은 근본적으로 학교를 신설할 때 소음의 피해가 생기지 않는 지역을 선택하여야 한다. 그러나 기존의 소음피해지역에 있는 학교의 경우 소음을 줄일 수 있는 방음시설과 같은 설치를 통하여 소음의 영향을 줄여 나가야 할 것이며, 학교 주변의 상습적인 소음발생원에 대한 관계기관의 행정지도와 단속이 될 수 있도록 학교관계자의 적극적인 관심과 대처가 무엇보다도 중요하다.

4) 악취의 기준

검사사항	검사 기준	검사 방법	대 책
악취	• 악취도 2도 이하	• 직접 관능법으로 악취가 심하게 발생하는 위치에서 측정	• 학교에서의 악취는 대부분 학교 주변의 악취발생원에 기인한다. 소음환경과 마찬가지로 악취 환경 역시 학교신설시 고려되어야 한다. 악취는 대기환경보전법에서 대기오염물질로 규정하고 있으며, 악취환경에 노출된 학교는 악취의 발생원을 정확히 파악하고, 상습적인 악취 발생원에 대한 관계기관의 행정지도 및 단속이 될 수 있도록 하여야 한다. 학교관계자의 적극적인 관심과 대처로 학교 자체 내에서 악취 발생원이 생기지 않도록 관리하는 것이 무엇보다도 중요하다.

IV. 결 론

본 연구는 선행연구 분석을 통한 교사환경의 실태 파악과 각 요소에 대한 문현 탐색 및 각 국(한·미·일)의 교사환경기준의 비교·분석을 통해 준거를 도출하고, '설립·운영 규정'에서 제시된 교사환경기준의 문제점을 밝히고, 그 대안으로 새로운 교사환경기준(안)을 제시하고자 시도되었다. 연구자료의 분석 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 선행연구의 분석을 통해 현재의 학교환경 실태를 종합해 본 결과, 조명환경은 조도의 부족과 조도분포의 불균형, 현화의 문제점을 지니고 있으며, 소음환경을 측정한 대부분 학교의 입지조건이 소음 발생원에 가까이 위치하고 있었으며, 소음수준이 기준치를 상회하는 상황임을 알 수 있다.

실내공기환경은 냉·난방시설과 실내공기오염의 정화에 필요한 인공환기장치시설의 부족함을

알 수 있다. 이러한 교사 내의 냉·난방시설과 환기장치의 부족은 교실내의 적절한 온·습도의 유지와 교실 내에서 발생한 분진 및 화석연료를 난방재료로 사용함으로써 생기는 각종 유해가스의 제거를 할 수 없게 한다. 학교의 시설 및 설비에 관한 대부분의 선행연구에서 현재의 학교의 조명환경, 소음환경 및 실내공기 환경이 열악한 상태에 있음을 알 수 있다.

둘째, 한국·일본·미국의 교사환경기준을 비교·분석한 결과 교사환경기준의 공통점으로 크게 조명환경, 실내공기환경, 소음환경으로 분류됨을 알 수 있다. 한국은 각 조명과 실내공기환경에 대한 요소가 적정하게 제시되지 않았으며, 일본은 조명환경에서 자연조명에 관한 기준과 조도분포에 관한 요소가 제시되지 않았다. 미국은 각 환경에 대한 필수적인 요소들이 빠짐없이 설정되어 있음을 알 수 있다. 각 요소에 대한 기준의 비교에서 한국은 제시된 기준치가 미국과 일본에 비해 적절치 못한 수준으로 규정되어 있으나 일본과 미국에서 규정한 기준치는 대부분 문헌상의 수준과 비슷하게 제시되고 있음을 알 수 있다.

특히 일본의 경우 교사의 쾌적한 환경을 위한 구체적인 검사사항, 검사방법, 검사기준에 대해서 가장 구체적으로 제시하고 있으며, 학교조도에 관한 기준은 일본공업규격에서 실내·실외로 구분하여 용도별로 자세하게 제시하고 있다. 미국은 한국과 일본에서 제시하지 않은 자연조명에 관한 기준과 소음환경에서 각 교실용도별로 소음수준을 구체적으로 제시하고 있다. 그리고 조명에 영향을 주는 학급내 시설물의 적절한 반사율과 색상의 반사율을 구체적으로 제시하고 있음을 알 수 있다.

셋째, 본 연구에서 규정한 교사의 물리적 환경요소에 대한 준거의 도출 결과, 교사환경기준의 문제점을 분석하고, 새로운 교사환경 기준(안)의 작성 근거로 활용되었다.

넷째, 한국의 교사환경기준의 문제점을 분석한 결과, 한국의 교사환경기준은 학교보건법에 근거해서 마련되어야 하며, 학교보건법 시행령과 시행규칙에서 구체적으로 제시되어야 함을 알 수 있

다. 현재의 교사환경기준은 각 환경에 대한 요소가 불합리하게 제시되어 있었으며, 그 기준 또한 문헌고찰 및 일본과 미국의 교사환경기준에서 제시하고 있는 수준보다 떨어지며, 쾌적한 학습환경을 유지하기 위한 기준으로는 적당치 않음을 알 수 있다.

다섯째, 이와 같은 연구를 통해 얻은 새로운 교사환경기준(안)을 제시하면 다음과 같다.

- 1) 본 연구에서 제시하는 새로운 교사환경기준(안)의 요소는 크게 조명환경, 실내공기환경, 소음환경, 악취환경으로 구분하여 합리적인 요소와 기준이 설정되어야 하며, 각 기준에 대한 관리의 측면에서 그에 따른 방법 및 대책이 고려되어야 한다.
- 2) 조명환경에서 자연조명의 요소로 ① 주광을 ② 조도의 분포 ③ 현휘로 구분된다. 각 요소에 대한 기준으로 주광율은 평균주광율 5%와 최소주광율 2%의 확보, 조도의 분포는 최대조도와 최저조도의 비가 10 : 1 이하, 현휘는 교실바깥의 반사물로부터 발생요소가 없어야 한다. 인공조명의 요소로 ① 조도 ② 조도의 분포 ③ 현휘의 요소이며, 각 요소에 대한 기준으로 조도는 750 lux 이상, 조도의 분포는 3 : 1 이하, 현휘는 현휘가 발생되지 않도록 해야 한다. 그리고 조명환경의 영향을 주는 색채의 반사율 및 교실 시설물의 적정 반사율을 고려하여야 한다.
- 3) 실내공기환경의 요소는 온열요소인 ① 실내온도 ② 비교습도 ③ 실내기류 ④ 복사열과 대부분의 교실에서 사용되고 있는 조개탄·나무탄·목탄과 같은 난방연료의 사용으로 발생되는 ⑤ CO ⑥ CO₂와 같은 유해가스와 ⑦ 분진(PM-10)을 실내공기환경요소로 고려하여야 한다. 각 요소에 대한 기준으로 실내온도는 16°C~26°C(하계 : E.T18.9~23.8°C, 동계 : E.T16.7~21.7°C), 비교습도는 30~80%, 실내기류는 0.5 m/초 이하, 복사열은 건구와 습구온도의 차를 5°C미만, CO와 CO₂는 1000 ppm과 10 ppm 이하, 분

- 진은 실내공기중의 먼지량이 0.10 mg/m^3 이하가 되어야 하고, 실내공기의 정화를 위한 환기기준(CO_2)으로 환기횟수는 밀폐된 교실에서 6분당 1회(약 7회/40분)를 해야 한다.
- 4) 소음환경에 대한 기준은, 소음수준이 40 dB(A) 이하로 또 그에 따른 소음측정방법과 대책을 고려해야 한다.
 - 5) 악취환경에 대한 기준은 직접관능법에 의한 악취도 2도 이하로 또 그에 따른 검사방법과 대책을 고려해야 한다.

참 고 문 헌

<단 행 본>

1. 경기교육연구회. 「경기교육연구 창간호」. 1995.
2. 구성회 · 원종만. 「공중보건학」. 서울 : 고문사, 1987.
3. 권이혁. 「최신보건학」. 서울 : 신광출판사, 1991.
4. 김동술. 「대기오염방지공학」. 서울 : 도서출판 동화기술, 1995.
5. 김수성 외. 「환경과 공해」. 서울 : 동화기술, 1995.
6. 김영환. 「환경위생학실험」. 서울 : 도서출판 동화기술, 1994.
7. 김윤신. 「실내환경과학」. 서울 : 민음사, 1994.
8. 김주성. 「학교보건개론」. 서울 : 형설출판사, 1983.
9. 김주영 · 하청근. 「환경위생학」. 서울 : 고문사, 1994.
10. 김창수. 「학교설계」. 서울 : 도서출판 대신기술, 1988.
11. 노재식. 「환경과학입문」. 서울 : 전파과학사, 1985.
12. 대기환경연구회. 「대기오염개론」. 서울 : 도서출판 동화기술, 1995.
13. 문부성. 「일본학교환경기준」. 평성7년(1994).
14. 박기학 · 신은상 · 서종원. 「산업위생관리학」. 서울 : 도서출판 동화기술, 1995.
15. 박영수. 「학교보건학」. 개정증보. 서울 : 신광출판사, 1998.
16. _____. 「학교보건학」. 서울 : 신광출판사, 1997.
17. 서광석 · 박명준. 「공중보건학」. 서울 : 도서출판 동화기술, 1989.
18. 서명석 · 박명환. 「공중보건학」. 서울 : 도서출판 동화기술, 1989.
19. 시민환경클럽. 「21세기 한국환경보고서」. 서울 : 신광문화사, 1995.
20. 안옥희 · 이정옥 (역). 「생활과학을 위한 인간공학」. 서울 : 경춘사, 1993.
21. 예방의학과공중보건편집위원회. 「예방의학과공중보건」. 서울 : 계축문화사, 1985.
22. 월간 「첨단환경기술」, 「97환경산업총람」. 서울 : 환경관리연구소, 1997.
23. 이건영 · 서승목. 「건축환경공학」. 서울 : 태림출판사, 1991.
24. 이상복 · 이상목. 「공중보건학」. 서울 : 도서출판 동화기술, 1994.
25. 이성관 외, 「예방의학과 공중보건」. 서울 : 계축문화사, 1982.
26. 이준웅 · 강도열. 「전기와 조명」. 서울 : 동일출판사, 1994.
27. 이창기. 「환경과 건강」. 서울 : 하서출판사, 1993.
28. 전국대학보건관리학교교육협의회. 「보건학원론」. 서울 : 계축문화사, 1994.
29. 정일록. 「소음 · 진동학」. 서울 : 신광출판사, 1994.
30. 정재춘. 「21세기 지구환경보고서」. 서울 : 신광출판사, 1995.
31. 조규상 외. 「산업보건학」. 서울 : 수문사, 1986.
32. 조명학회 (역). 「조명데이터 북」. 서울 : 세진사, 1986.
33. 지철근. 「최신 조명공학」. 서울 : 문운당, 1994.
34. 최한영 외. 「환경위생학」. 서울 : 신광문화사, 1996.

35. C.L. Anderson · William H. Creswell. *School Health Practice*, : the C.V. Mosby Company saint louis, 1980.
36. _____ . *School Health Practice* : the C.V. Mosby Company saint louis, 1976.
37. D.B. Stone · L.B. O'Reily · J.D.Brown. *elementary school health education ecological perspectives* 2nd. ed, (WMC, Brown Compant Publishers, 1980), p.184.
38. Donaldd B. Stone · Lawrence B. Stone · James D. Brown. *Elemintaty School Health Education*, 2th : Wm. C. Brown Company, 1983.
39. Edward Effron, *Lighting · Planning & Design*. 박홍 · 오영근(역). 「조명디자인」. 서울 : 기문당, 1990.
40. Faber Birren. *Light · Color · Environment*. 박홍 · 권영삼 · 이성민(역). 「빛 · 색채 · 환경」. 서울 : 기문당, 1989.
41. Francis D.K. Ching. *Interior Design Illustrated*. 박민철 · 서동조(역). 「실내디자인 표현 개념과 요소」. 서울 : 집문사, 1990.
42. Jessie Helen Haag · D. F.R.S.H. *school health program 3ed* : LEA & REBINGER Philadelphia, 1972.
43. Marion B. Pollock · Kathleen Middseton. *School Health Instruction*. : Mdsby, 1994.
44. Victor M. Ehlers, C.E., and Ernest W. Steel. C.E. *Municipal and Rural Sanitation 6th ed.* : McGraw-Hill Book Company, 1965.
45. William H. Creswell · Lan M. Newman · C.L. Anderson. *School Health Practice*, : Mosby College Publishing, 1985.
46. Harold J. Cornacchia · Wesley M. Staton. *Health in Elementary Schools 5th* : the C.V. Mosby Company st. Louis · Toronto · London, 1979.
- <논문 및 정기 간행물>
1. 곽신옥. "초등학교 보통교실 시설설비의 인간 공학적 연구." 한국교원대학교 대학원 석사학위논문, 1996.
 2. 권태환 외. "서울시내 초등학교 주변의 소음 실태 및 방음벽 효과에 관한 연구." 환경보전, 1996. 9월호.
 3. 김승범. "광속 전달법에 의한 건축물의 채광 설계에 관한 연구." 연세대학교 석사학위논문, 1989.
 4. 김정숙. "현행 국민학교 보건교육 목표 비교 분석." 한국교원대학교 대학원 석사학위논문, 1994.
 5. 김현옥. "교실의 방위에 따른 빛 환경과 재설 자의 반응연구." 전북대학교 교육대학원 교육학석사학위논문, 1990.
 6. 박영수 · 임영무. "초등학교 보건 교육과정 개발 연구." 한국교원대학교 학교보건 · 체육연구소, 1996. p.4.
 7. 박정선. "우리 나라 국민학교 학교보건 실태 조사 연구." 이화여자대학교 대학원 박사학위논문, 1983.
 8. 신영봉. "중학교 교실의 시설 환경에 관한 연구." 이화여자대학교 석사학위 논문, 1985.
 9. 신영봉. "중학교교실의 시설환경에 관한 연구." 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문, 1985.
 10. 오문식. "초등학교 교사의 보건수업행동 평가 분석." 한국교원대학교 대학원 석사학위논문, 1998.
 11. 이영길. "일부중학교 교실내의 분진, 소음 및 조명에 관한 조사연구." 서울대학교 보건대학원 석사학위논문, 1987.
 12. 조영철. "한국의 소음규제정책에 관한 연구." 동국대학교 대학원 박사학위 논문, 1986.
 13. 최인숙. "초등학교보건수업에서 설명식 수업 과 탐구식 수업이 학습태도 및 학업성취도에 미치는 효과." 한국교원대학교 대학원 석사학위논문, 1997.
 14. 한국환경과학협의회. "방음시설의 구조 및 설치기준 제정을 위한 연구." 1994.
 15. 한옥란. "학교조명설비의 실태와 보완에 관한

- 연구.” 이화여자대학교 대학원 석사학위 논문, 1979.
16. “시끄러워 공부 못해요-대로변 학교 소음공해 심각”. 매일환경일보, 제11면, 1997. 10. 9.
 17. “야간교통소음 심장질환 유발.” 매일환경일보, 제4면, 1997. 10. 7.
 18. “주거지역 소음공해 악화.” 매일환경일보, 제11면, 1997. 10. 19.
 19. 권숙표. “환경위생과 학생건강,” 문교행정, 1984. 8.
 20. 김윤신. “실내공기오염.” 대한의학회지, 1989, 제32권 제12호, pp.1279~1285.
 21. 김윤신. “학교의 실내환경관리.” 학교보건학회지, 1991, 제4권 제1호, p.4.
 22. 대통령령 제15,483호. “관보 13714호”. 1997. 9. 23.
 23. 박미진. “공동주택의 실내공기환경에 관한 연구,” *Junior College of Inchon*, 1996, Vol.25, p.313.
 24. 방기문. “미국의 학교 보건 프로그램.” 학교보건 학회지, 1991. 제4권 제2호, pp. 15~19.
 25. 백남원. “교실의 채광, 조명 및 소음관리.” 한국학교보건학회지, 1991, 제4권 제1호, p.21.
 26. 윤희일. “가정집 실내공기 중금속 오염도 극심.” 경향일보, 1997. 3. 27일자.
 27. 정문식. “학교보건환경.” 한국학교보건학회지, 1988, 제1권 제1호, pp. 20~22.
 28. 정종오. 한국경제신문, 1997. 12. 5.

<인터넷>

1. *Indoor Air Quality Basics for Schools*, October 1996(402-F-96-004) -<http://www.epa.gov/iaq/schools/scholkit.html>.
PC 통신 chollian/go/moe/ 3. 환경질 현황/
2. 소음도현황 1/6. 1997.
-----/환경부/환경부소
식/소음환경기준/번호 2/3.
2. *Why IAQ is Important to Your School* :
Last Revised : August 3, 1998-<http://www.epa.gov/iaq/schools/index.html>.
3. [환경부] 지하역사 - 상가 미세먼지 오염 극심
<http://www.chem.kriss.re.kr:80/enviroheat-tb/1996/9/199609301341.htm>.
4. “[경기]도로변 학교 차량소음 시달려”, 1997. 10. 3. 한겨레신문 -<http://www.hani.co.kr>
5. 고양시 법률정보 -<http://admin.koyang.kyonggi.kr/CurrLaw/A91C1406.HTM>.
국회사무처법제예산실. “교육환경실태와 개선 방향.” 국회예산정책 제6호, 1997.
<http://www.assembly.go.kr/lawdata/issuebrief/bp97-06.html>.
6. 무선을 이용한 열차제어시스템기술개발 사례
(일본 CARAT 시스템) 전기연구부신호연구팀, (철도기술정보) 1998년 14호 -<http://www.krri.re.kr/railinfo/9814/railinfo14.html>.
7. 미국의 환경정책 -<http://www.bric.postech.ac.kr/bbs/trends/tin960101/en/022.html>
8. 방음시설의 성능 및 설치기준, (환경부고시 제96-85호,'96.7.1제정) -<http://www.green.co.kr/hi-tech/html/96/8/127.html>
9. 법률정보 -<http://my.netian.com/~tarega/law/index2.htm>.
10. 산업보건기준에 관한규칙 -<http://my.netian.com/~tarega/law/index2.htm>.
11. 석면에 의한 건강영향과 독성-<http://www.green.co.kr/hi-tech/html/96/10/25.html>.
12. 소음진동현황, -<http://www.moenv.go.kr/dae/dae5-1.html>.
13. 악취방지법개정설명(일본), -<http://www.green.co.kr/hi-tech/html/96/11/128.html>.
14. 악취 현황과 탈취신기술(1) -<http://www.green.co.kr/hi-tech/html/96/8/56.html>.
15. 어린이들의 언어능력을 떨어뜨리는 소음공해.
-<http://www.newsscientist.com>
16. 제1절 소음·진동현황 -<http://www.green.co.kr/envgov/agenbook/envb/156.html>.
17. 제4장 악취관리, -<http://www.green.co.kr/envgov/agenbook/envb/150.html>.
18. 철도소음의 발생 및 저감대책- <http://www.krri.re.kr/railinfo14.html>.