

교실조명과 초등학생 시력변화의 관계 분석을 위한 실태조사 및 조명개선 방법

(An Investigation & Improvement of illumination for Analysis Relations between
Classroom Illumination and Variation of Student's Eyesight
in Primary School)

김진구* · 김동조 · 김 훈
(Jin-Goo Kim · Dong-Jo Kim · Hoon Kim)

Abstract

본 연구에서는 초등학생들의 시력 저하에 작용될 수 있는 교실조명 환경에서의 문제점을 파악하기 위하여 주광 이용을 포함한 교실의 조명환경으로 책상면 조도, 칠판면 조도, 균제도, 휘도, 반사율등 시력에 작용되는 요소들을 측정하고 분석하였다. 교실조명의 문제점을 최소화시키기 위한 조명환경을 개선하고 개선된 조명환경 하에서 계절 변화에 따라 달라지는 조명 특성의 변화를 지속적으로 측정 분석하였다. 일정 기간 경과 후 개선된 환경에서 생활한 학생들과 개선되지 않은 환경에서 생활한 학생들의 시력의 변화를 측정하여 비교 분석함으로써 교실 조명환경이 학생들의 시력변화에 미치는 영향 및 상관 관계를 분석하고자 하였다.

1. 서 론

2002년 교육인적자원부의 조사결과에 따르면 안경을 쓰는 초등학생은 12.7%에 이르고, 초·중·고교생의 42.3%가 나안시력 0.7미만의 근시로 나타나 10년전의 18.4%에 비해 2.3배나 증가되었다.

시력에 영향을 미치는 요인으로는 유전적 요인과 환경적 요인이 있으며, 환경적 요인에는 조명환경과 개인의 생활습관이 있다고 볼 수 있다. 기존의 연구와 조사결과에서 초등학교 시기에 시력변화가 가장 크며, 생물학적으로 10-12세 기간에 가장 큰 것으로 알려져 있고, 2002년도 조사결과 초등학교 4학년 때의 시력변화가 가장 큰 것으로 나타났다.

근시의 유병률은 도시와 농촌지역에 따라 그리고 고고 인구집단의 생활수준 및 조사 대상의 나이에 따라 상이한 것으로 알려져 있다. 국내의 도시 초등학생의 근시 유병률이 1977년 30.1%^[1], 1988년에는 23.0%^[2]로 조사되었으며 초등학교 4~6학년에 근시가 많이 출현하고 있음을 보고하였다^[2].

학생들의 시력 보호 측면에서 교실 조명환경이 학생 시력 저하에 미치는 영향을 분석하기 위하여 대상 교실의 조명환경을 평가하였다. 평가 후 시력 저하에 영향을 미치는 요소를 제거하는 교실조명

환경의 개선작업을 서로 다른 4가지의 조명환경으로 실시하고 조명환경이 개선된 교실에서 1년간 생활한 그룹과 개선되지 않은 교실에서 생활한 그룹 간의 시력 변화를 비교 분석하여 교실 조명의 영향을 고찰하여보고자 한다.

지금까지 수행되었던 교실조명 관련 연구에서는 주로 교실 실내 및 칠판면의 조도분포에 대한 조사 연구^{[3],[4]}가 이루어져 왔으며 또한 분석의 대상에서 주광을 배제하고 인공광원에 대한 연구가 주종을 이루어 왔다.

본 연구에서는 주광의 영향이 포함된 교실 조명환경으로 책상면조도, 칠판면조도, 균제도, 휘도, 반사율, 글레어 등을 1년간 교실환경의 변화에 따른 측정과 분석을 지속적으로 실시하여 교실의 조명환경 개선에 의한 영향이 학생들의 시력의 저하 현상에 어떻게 나타나는지 정밀한 시력검사를 병행하여 실시하고 조명환경이 시력 저하에 미치는 영향을 고찰하여 교실조명의 개선 방향의 기준을 제시하기 위한 조사 분석 연구를 실시하였다.

2. 교실조명

2.1. 조도 및 조도분포

교실 조명은 학생들이 시 대상의 크기, 대비, 시

방향 및 거리에 따라 변화되는 시각작업을 신속, 정확하고 편안하게 할 수 있도록 제공되어야 한다. 조명의 량과 질은 상호 종속적이므로 작업의 종류에 따라 적당한 조명의 수준이 제공되어야 한다.

교실 조명에서 수평면조도, 칠판면조도, 작업면의 배광분포, 균제도 등은 좋은 조명환경을 얻기 위해 고려되어야 할 요소라 할 수 있으며 글래어, 그림자, 색 등의 요소도 고려되어야 한다.

조도는 작업의 종류에 따라 적정의 조도 수준이 권장된다. 교실의 조도로 한국공업규격 KSA3011에서 300-600[lx]^[3], 학교시설·설비기준령에서는 300[lx]를 기준조도로 제시하고 있으며^[4], 일본공업규격 JIS에서는 200-750[lx]를 기준조도로 제시하고 있으나 500[lx]를 권장하고 있다^[6].

균제도는 KS에서 (최대조도-평균조도)/평균조도 또는 (평균조도-최소조도)/평균조도로 구하도록 하고 있으며 일반적으로 권장 균제도로 0.3 이상을 권장하고 있다^[3].

작업 면에는 충분한 균제도가 제공되어야 한다. 교실에서는 적절한 조도를 확보하기 위해 주광은 광원으로서는 바람직한 면이 많이 있다. 그러나 주광은 일정하지 않아 인공조명에 의해 보충되어지고 제어되어야 한다.

교실조명을 설계하는 경우 조도 수준과 휘도 분포는 주광이 존재하지 않는 것으로 가정하여 지정되어야 한다.

2.2. 휘도비

시계 내에 있는 표면들은 밝기가 우리 눈의 수용한계 이내로 유지되어야 한다. 응시하는 대상이 바뀔 때 두 표면의 휘도 차이가 크다면 새로운 휘도에 적응하기 위한 시간이 필요로 한다. 큰 휘도차에 의한 잦은 눈의 조절은 시각 기능을 떨어뜨리며 또한 불쾌와 피로를 느끼게 된다.

눈의 좋은 시각기능과 편안함을 얻기 위해서는 시야 내의 이웃한 면 사이의 휘도 차이는 가능한 낮게 유지되도록 하여야 한다. 이웃된 면의 낮은 휘도비를 얻기 위해서는 등기구와 창의 휘도를 제한하고 모든 내부 표면의 휘도를 증가시켜 주어야 한다. 또한 표면의 휘도를 증가시키기 위해서는 표면의 반사율을 증가시키거나 표면에 들어가는 광량을 증가시켜 주어야 한다.

교실에서는 책상면의 휘도를 작업면의 휘도보다 낮게 하여야 하되 적어도 1/3정도가 되도록 하며, 직접 보이는 표면의 휘도는 작업면 휘도의 5배보다 작게 되도록 한다. 또한 위치에 따른 영향이 적

은 크지 않은 곳의 휘도는 작업면 휘도의 1/3보다 작게 해주어도 좋다^[6].

2.3. 반사율

교실의 벽면은 반사율이 40-60% 정도로 유지되어야 하며 비경면으로 처리되도록 하여야 한다. 블라인더나 커튼은 벽색과 비슷한 열은 색으로 벽면 반사율과 비슷한 정도의 반사율을 갖도록 하여야 한다. 그러나 창에 이웃한 벽면은 창에 대하여 휘도비가 크게 발생되지 않도록 높은 반사율을 갖도록 해주며 교실 바닥면의 반사율은 25% 이상이 되도록 하여야 하고, 천정면의 휘도는 벽면휘도의 2배 정도가 되도록 해주어야 한다^[6].

2.4. 글래어

시야 중에 휘도가 높은 것이나 과도한 휘도 대비가 있게 되면 불쾌감이 생기게 되며 이것을 글래어라고 한다. 보통 교실에서 광원의 휘도가 높을 경우, 광원의 위치가 시선에 가깝게 있는 경우, 시선에 램프가 직접 보일 경우, 광원의 면적이 클 경우, 광원의 수가 많을 경우 등에서는 눈부심을 느끼게 되는 글래어가 발생된다. 너무 밝은 인공광원이나 천연광원은 불쾌함을 야기하고 시력을 상하게 하는 원인이 되기도 한다^[7].

교실 조명에서의 글래어에는 등기구나 태양광의 직접글래어와 경면 표면에서의 반사에 의한 반사글래어로 구분되며 글래어를 최대한 제거하여야 한다. 창으로 들어오는 태양광을 제어하기 위해 커튼이나 블라인더 등을 설치하기도 하고 간유리를 설치하는 경우도 있다. 인공광원의 직접광은 루버 등을 등기구에 설치하여 직접광의 일부분을 확산 광 바꾸어 주기도하고 광원이 직접 눈에 보이지 않도록 하여 눈부심을 줄여 줌으로서 글래어를 줄여주고 있다.

시계 내에서 경면 표면으로부터의 광원의 반사는 반사글래어에 관계되며 특히 교실에서 창 측과 복도 측의 앞줄에 앉은 학생의 경우에는 반사에 의한 눈부심이 크게 나타나고 있다. 또한 작업면에 과하게 부과되는 빛의 정반사 작용에 의해 일어나는 베일링 반사는 자세를 바꾸어 줌으로 일시적으로 다소 해결할 수 있으나 관측자 위치를 고려하여 광원을 설치하여 제한할 수 있다.

그늘이나 그림자가 시각작업 대상에 뚜렷하게 나타나거나 시각작업 가까이에서 생기는 경우도 가시도를 나쁘게 하고 불편한 조명 환경을 초래하게 된다.

3. 실태조사

3.1. 교실 시각환경 설문조사

본 연구의 대상은 서울 성동구 행당초등학교를 선정하였으며 대상 학년은 초등학생 중에서 시력 저하의 현상이 비교적 많이 나타나고 있는 4학년 학생들로 설정하였다.

표 1. 교실 조명환경 설문 조사표

질문사항	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	중간이다	그렇다	매우 그렇다
교실의 전등을 켤 때 교실 전체의 분위기가 좋게 느껴진다.					
책상 위는 밝게 느껴진다.					
칠판 글씨가 반사되어 잘 보이지 않는 경우가 있었다.					
교실 안에서 밝은 곳과 어두운 곳이 너무 차이난다					
교실에서 공부하는데 머리카락이나 손의 그림자 방해가 된 적이 있다.					
교실에서 형광등의 불빛 때문에 눈부심을 느낀 적이 있다.					
창문을 통해 교실로 들어오는 햇빛이 눈부시다고 느낀 적이 있다.					
교실 안에서 책의 그림이나 물건의 색이 자연스럽다고 느껴진다.					
교실 안에서 선생님 얼굴이 그늘지거나 어둡지 않고 자연스럽게 보인다.					
복도에 나가면 너무 밝거나 너무 어둡다고 느낀 적이 있다.					

질문사항	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	중간이다	그렇다	매우 그렇다
교실이 밝다.					
교실의 밝기가 공부와 생활하기에 적당하다.					
교실 안에서 밝은 정도가 다 똑같다.					

4학년 학생들을 대상으로 사용하는 교실의 조명환경

경에 대한 심리적 평가를 위하여 설문조사를 실시하여 학생들이 느끼는 시각 환경을 조사하였다.

설문조사 항목은 교실의 조명환경에 대한 질문으로 교실 전체 및 책상면의 조도, 균제도, 글래어 및 베일링 반사 등을 살펴볼 수 있는 10개의 항목과 교실의 전체적인 분위기를 살펴볼 수 있는 3개의 항목으로 [표 1]과 같이 작성하여 활용하였다.

3.2. 교실 조명환경 조사

4학년 교실이 4층 건물의 3층에 3실, 4층에 4개의 실로 서로 다른 층에 분산되어 있어 층에 따라 주광조명의 조건이 다르게 나타날 수 있으므로 각 층에서 2개의 교실을 [그림 1]과 같이 4-2, 4-3, 4-6, 4-7의 4개 반을 선정하였다.

동	4층	4-8	4-7	4-6	4-5	서
	3층	5-1	4-2	4-3	4-4	

그림 1. 대상 교실의 위치

대상으로 선정된 교실에 대한 조명환경과 물리적 환경의 실태조사를 실시한 결과 교실의 창문은 남향이였으며 칠판은 서향으로 설치되어 있었다. 교실 창 측 쪽으로 20m 떨어진 곳에는 같은 크기의 건물이 있고 그 남쪽으로는 새롭게 신축된 20층 아파트 건물이 있어 교실로 들어오는 자연광이 다소 차단되는 상황으로 아주 밝은 날이 아니면 주광과 인공광을 함께 사용하여야 하는 날이 많을 교실의 조건이었다.

교실의 크기는 H2.5m× W7.0m×L9.0m로 63m²이며 사용된 등기구는 FRL32W ×2 박형으로 1열 4등으로 3열로 설치되어 모두 12등으로 구성된 교실 내 조도 수준은 상당히 높은 상황이었으며, 등기구의 형식이 박형으로 등기구 내의 램프가 많이 노출되어 시야 내에서 많은 눈부심을 느낄 수 있었다. 또한 등기구의 설치방식은 콘크리트 천정면에 노출로 설치된 것과 텍스천정에 매입식으로 설치된 2종류가 있었으며 [그림 2(a), (b)]와 같다.

칠판에는 칠판등이 설치되어 있지 않기 때문에 칠판면 밝기의 분포가 균일하지 못하고 다소 책상면에 비하여 어둡게 나타나고 있었다. 또한 등기구의 긴 방향이 칠판과 나란하게 설치되어 있는 교실도 있어 눈부심을 감소시킬 수 있는 개선이 필요한 것으로 판단되었다[그림 2(c), (d)].

등기구의 점멸제어 형태는 창측과 복도측의 열을 구분하여 점멸할 수 있도록 스위치 회로가 구성된 교실과 그렇지 않은 교실이 혼재되어 있었다.

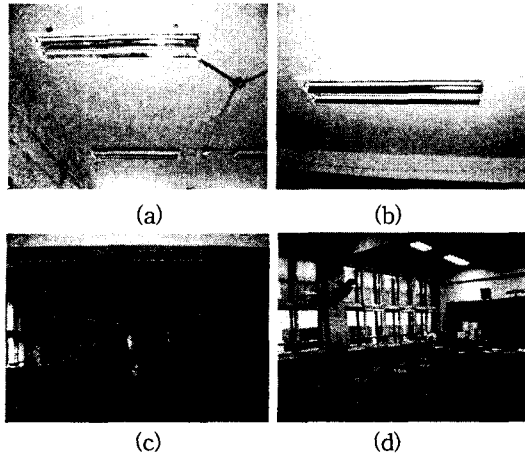


그림 2 대상교실 등기구 형식과 설치현경

3.3. 교실 조명환경 조사

4학년 학생 234명(남 118명, 여116명)을 대상으로 성별, 안과질환의 과거력을 조사하고, 나안 및 교정시력측정, 자동 각막 곡률계(KR-8100, Japan)를 이용한 각막굴절력 측정검사를 시행하였다.

모든 검사는 대상 학생 전원에게 각각 동일한 조건하에, 동일 검사자에 의해 시행되었으며 2003년 3월 1개월간 이화여자대학교 안과학 교실 전문의 2명, 전공의 1명, 예방의학교실 전문의 1명, 전공의 1명, 전문조사원 2명에 의해 시행되었다.

3.3.1. 시력측정

시력은 한천석 시시력표(5m용)를 사용하여 동일한 표준 조건하에 측정되었다. 측정시 0.1시표를 못 읽는 학생에 대해서는 0.1의 시표가 판독되는 위치까지 가까이 하여 측정하였는데 그 위치로부터 시력표까지의 거리를 시력으로 환산하였다. 안경을 쓰지 않은 상태로 먼저 시력을 측정하고, 그 다음 안경을 쓴 상태로 교정시력을 측정하였다.

3.3.2. 각막굴절력 측정

각막굴절력은 자동 각막곡률계를 이용하여 각막의 중심이 기계의 중심에 오도록 낮히고 턱높이를 조절한 후 주시 이미지를 보게 하고 컨트롤 레버를 좌우상하로 조정하여 정렬을 맞춘 후 버튼을 눌러 계측하였고 계측값의 평균치를 각막의 굴절력으로 전환하였다.

3.4. 조명환경 개선공사

교실 조명환경 실태조사 결과를 교실조명에서 시력 저하에 영향을 미칠 수 있는 변수들에 대한 교실조명 개선 방향을 검토하였으며 검토 결과에

따라 4개의 교실에 대하여 기준 조도 500[lx]이상을 확보하고 눈부심을 제어할 수 있도록 제일조명 제품의 루버가 설치된 서로 다른 형식의 등기구를 사용하여 천정 텍스공사를 포함한 등기구 전체를 교체 설치공사를 실시하였으며 사용된 등기구의 형식과 설치 수량은 [표 2]와 같다.

표 2. 교체 설치된 등기구 형식

교실	등기구 형식	등기구 특징	설치수
4-2	Uplight FL32W×2	알루미늄 루버부 간접조명등	9
4-3	FRL32W×2 (1×8)	8셀형 알루미늄 파라볼릭루버 부	9
4-6	j1321 FL32W×2	루버미부착 심형 파라볼릭반사판	9
4-7	FRL32W×2 (2×8)	16셀형 알루미늄 파라볼릭루버 부	9

또한 칠판면의 조도를 확보하기 위하여 반사각형 칠판등 3개를 일렬로 붙여 칠판면 전체 길이를 비추어 줄 수 있도록 칠판 벽면과 70[cm]의 거리를 두고 설치하였다.

창문을 통해 들어오는 주광에 의한 눈부심의 문제를 해결하기 위하여 벽면과 반사율이 비슷한 연녹색의 브라인더를 사용하여 창문 전체를 가릴 수 있도록 하고 교실 앞뒤에서 개폐가 가능하도록 설치하였다.

3.5. 등기구 평가

교실에 이미 설치되어 있던 등기구 전체를 떼어내고 조명환경 개선용으로 교체 설치한 서로 다른 4가지 등기구에 대하여 배광특성을 분석하여 [그림 3]과 같은 결과를 얻었다.

4. 측정

4.1. 측정방법

대상 교실에 대한 조명환경 개선공사를 실시하기 전의 낮 시간대별 인공등을 소등한 경우와 점등한 경우로 나누어 각 각에 대한 책상면의 조도, 칠판의 연직면조도, 휘도, 반사율을 측정하고 야간 시간대에서는 책상면의 조도, 칠판의 연직면조도, 휘도를 측정하였으며 또한 조명환경 개선공사를 실시한 후에 같은 방법으로 다시 측정을 하였다.

조명개선 공사 후의 측정에 있어서는 주간 측정하는 경우 블라인더를 설치하지 않았을 경우와 블라인더를 설치했을 경우로 구분하여 측정을 실

시하고 조명실태를 분석하였다.

조명환경 개선공사 후의 측정은 시간, 날씨 및 계절의 변화를 고려하여 대상을 규칙적이며 주기적으로 측정을 실시하였다.

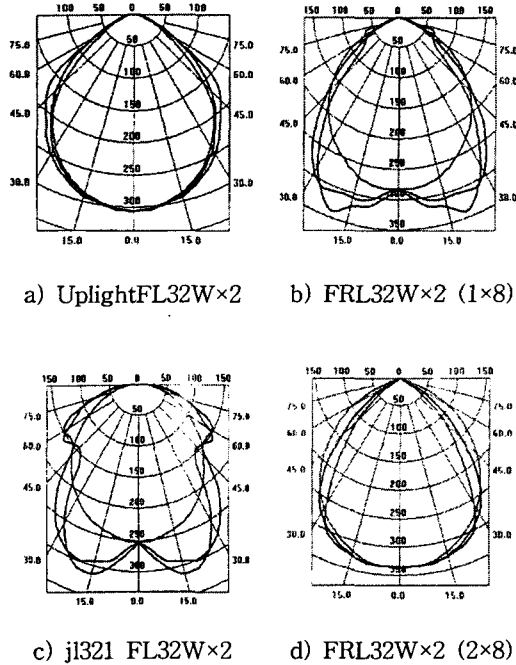


그림 3 개선용으로 사용된 등기구의 배광특성 곡선

4.2. 조도 측정

조도의 측정은 측정 범위 0.01-299,900[lx]에서 오차 $\pm 2\%$ digit의 실리콘 포토셀을 사용한 미놀타 T-10M 다점측정조도계를 사용하였다.

교실의 크기는 폭 7[m]×길이 9[m]×천정높이 2.5[m]이었으며 책상은 2인용 120[cm]×80[cm]으로 책상 배열은 6열5줄로 모두 30개의 책상면으로 구성되어 조도의 측정은 600[cm]×400[cm]넓이의 패널에 다점측점조도계 5개의 측정센서를 부착하여 [그림 4(a)]와 같이 모든 책상의 위치에서 전체 책상면에 대하여 측정하였으며, 칠판의 연직면 조도는 칠판면을 등면적으로 8등분의 구역으로 나누어 각 구역의 조도를 동일한 방법으로 측정하였다.

평균조도의 계산은 패널에 설치된 5점의 조도값을 상가법^[6]을 이용하여 패널면적의 평균조도를 구한다음 전 면적에 대한 평균은 측정 개소가 40개로 구성되므로 산술평균하여 측정값으로 취하였다

4.3. 휘도 측정

휘도의 측정은 측정 각 1/3도에서 측정 범위가

0.01-999.999[cd/m²]이며 오차가 지시치의 $\pm 2\%$ digit인 미놀타 LS-110 휘도계를 사용하여 측정하였다.

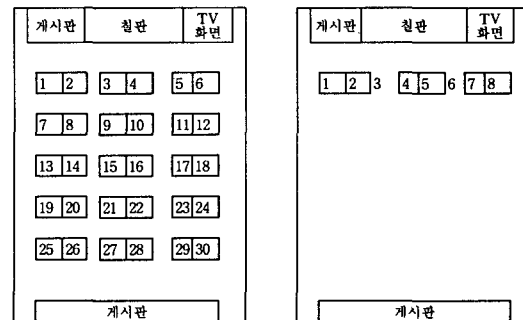
측정 방법은 [그림 4(b)]과 같이 교실 앞줄 6명의 자리와 책상 사이의 통로를 포함하여 모두 8곳에서 교실의 전면을 구성하고 있는 게시판면, 칠판면, 멀티비전의 액정면과 칠판 상부 벽면에 대하여 측정하였다.

측정의 오차를 줄이기 위하여 3번 측정하여 제일 멀리 떨어진 값은 버리고 나머지의 평균으로 측정값으로 취하였다.

칠판면의 경우 측정 위치에서 칠판면을 보는 위치가 다를 때 발생하는 차이를 고려하여 칠판면을 형으로 등면적으로 4개의 구역으로 나누어 4구역 각각에 대하여 휘도를 측정하였다.

책상면의 휘도는 책상면의 굽힘 정도에 따라 휘도의 차이가 발생하는 관계를 고려하여 표면 상태를 정도에 따라 3단계로 나누어 각 단계에 해당되는 굽힘이 있는 책상을 선택하여 측정하고 평균값을 취하였다.

작업면으로는 갱지로 제작된 유인물, 복사지로 제작된 유인물, 교과서 등을 대상으로 같은 방법으로 휘도를 측정하였다.



(a) 조도측정 위치

(b) 휘도측정위치

그림 4 조도 및 휘도 측정 위치

4.4. 반사율 측정

반사율 측정은 측정각 1°인 미놀타 CS100 색채색차계를 사용하여 측정하였다. 측정 방법은 교실 내 여러 가지의 표면에 대하여 연속 3회를 측정하여 그 평균값을 측정값으로 취하였다.

5. 측정결과 분석

5.1. 설문조사 분석

설문조사에 응답한 9개반 234명(남 118명, 여116

명)의 결과를 학급의 구분없이 전체학생을 하나의 단위그룹으로 교실의 조명환경을 어떻게 느끼고 있는지 분석하였다. 분석된 결과는 13개 문항에 대하여 대체적으로 교실이 밝고 편안한 시각환경을 제공하는 것으로 응답하는 긍정적인 답을 한 학생이 많았다.

이러한 결과를 얻게 된 이유는 2002년 8월 전체 교실의 등기구 교체공사를 통하여 FL32W× 2의 등기구 12개로 증가시켜 설치한 결과로 조도의 량적인 문제에 있어서는 충분한 상황으로 판단된다. 대표적인 설문 문항별 결과는 다음과 같다.

문항1) 교실 전등을 켤때 교실 전체의 분위기가 좋게 느껴지는가? 라는 항목에 대하여 77.7%가 그렇다는 긍정적인 응답을 한 반면 그렇지 않다는 부정적인 응답을 한 학생이 5.4%, 중간으로 응답한 경우가 17%로 전반적으로 교실의 조명분위기는 좋은 것으로 나타났다[그림 5-(1)].

문항2) 책상 위는 밝게 느껴지는가? 라는 질문에 대하여 66.77%가 그렇다는 긍정적인 응답을 한 반면 그렇지 않다고 부정적인 응답을 한 학생이 16%, 중간으로 응답한 경우가 17.4%로 대체적으로 밝으며 일부분 밝음이 부족한 것으로 분석되었다[그림 5-(2)].

문항3) 칠판 글씨가 반사(되비추어)되어 잘 보이지 않는 경우가 있었는가? 라는 질문에 대하여 79.3%가 그렇지 않다, 그렇다라고 대답한 학생은 10.4%, 중간으로 대답한 경우가 10.4%로 나타나 20% 정도에서 반사글래어 현상을 경험 한 것으로 볼 수 있다[그림 5-(3)].

문항7) 창문을 통해 교실로 들어오는 햇빛이 눈부시다고 느낀 적이 있는가? 라는 질문에 64.3%가 그렇지 않다는 긍정적인 응답을 한 반면 21.4%가 그렇다, 8.2%가 중간으로 대략 30%의 학생에게서 주광에 의한 눈부심 현상이 있었던 것으로 결과를 얻었으며 주광에 의한 눈부심이 창 측을 중심으로 한 좌석에서 발생되고 있는 것으로 판단된다 [그림 5-(7)].

문항10) 복도에 나가면 너무 밝거나 너무 어둡다고 느낀 적이 있는가? 의 질문에 대해 51.3%가 그렇지 않다, 23.1%가 그렇다, 중간이 25.6%로 복도와 교실의 밝기 차이가 다소 있음을 알 수 있다 [그림 5-(10)].

문항13) 교실 안에서 밝은 정도가 다 똑같은가? 라는 질문에 대해서는 71.8%가 그렇지 않다, 12.5%가 그렇다, 중간으로 응답한 경우가 15.8%로 균제도 측면에서는 다소 문제가 있는 것으로 나타났다[그림 5-(13)].

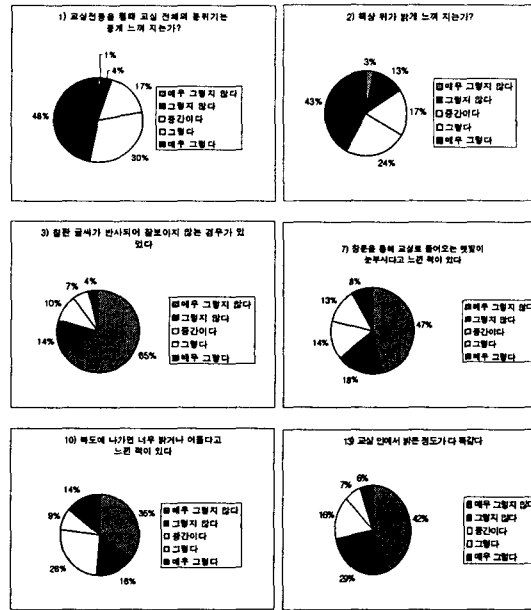


그림 5. 설문조사 항목별 분포도

각 문항의 종류를 조도, 눈부심, 균제도에 관한 문항으로 나누어 볼 때 조도 측면에서는 우수한 결과를 보였으나 균제도 측면에서는 부정적으로 나타났고 눈부심 발생 측면에서는 부분적으로 다소 발생하는 것으로 나타남을 알 수 있었다.

5.2. 시력검사 분석

5.2.1. 안질환 분포 및 안경착용 실태

전체 대상자는 234명이었고 남아 118명(50.4%), 여아가 116명(49.6%)이었다. 234명 중 14명(6.0%)에서 안질환이 발견되었고 남아가 8명(6.8%), 여아가 6명(5.2%)이었다. 사시는 3명(1.3%)이었으며 덧눈꺼풀이 6명(2.6%), 결막종괴가 1명(0.4%), 약시가 4명이었고 이중 1명(0.4%)이 안검하수에 의한 약시였다. 전체 대상자 중 65명(27.8%)이 안경을 착용하고 있었으며 남아 25명(21.2%), 여아 40명(34.5%)으로 여아에서 많았다[표 3].

5.2.2. 시력 분포

전체 468안의 평균 나안시력은 0.80이었고, 남아 0.84, 여아 0.76으로 남아에서 통계학적으로 유의하게 높았다($p < 0.05$). 나안시력의 분포를 보면 0.8 이상의 정상 시력안은 285안(60.5%)이었고, 이중 남아 147안(62.3%), 여아 138안(58.6%)으로 남아에서 많았으며, 0.2이하의 저시력안은 전체 63안(13.3%), 남아 24안(10.2%), 여아 39안(13.4%)으로 여아에서 많았다[표 4].

표 3. 안절환 및 안경 착용실태 (단위 : 명(%))

구분	남	여	전체
질병유무	-	-	-
질병없음	110(93.2)	110(94.8)	220(94.0)
질병있음	8(6.8)	6(5.2)	14(6.0)
외사시	2(1.7)	1(0.9)	3(1.3)
약시	1(0.9)	2(1.7)	3(1.3)
안검하수	0(0.0)	1(0.9)	1(0.4)
눈꺼풀	5(4.2)	1(0.9)	6(2.6)
결막종양	0(0.0)	1(0.9)	1(0.4)
안경 착용여부	-	-	-
안경 착용	25(21.2)	40(34.5)	65(27.8)
안경 미착용	93(78.8)	76(65.5)	169(72.2)
계	118(100.0)	116(100.0)	234(100.0)

표 4. 나안 시력 분포 (단위: 안(%))

구분	남	여	전체	p-값
나안시력				
	0.84±0.37	0.76±0.39	0.80±0.38	0.0338
나안시력분포				
0.8 ≤	147(62.3)	136(58.6)	283(60.5)	
0.6 ≤ ≤0.7	32(13.6)	25(10.8)	57(12.2)	
0.3 ≤ ≤0.5	33(14.0)	32(13.8)	65(13.9)	
0.1 ≤ ≤0.2	24(10.2)	37(16.0)	61(13.0)	
<0.1	0(0.0)	2(0.9)	2(0.4)	
계	236(100.0)	232(100.0)	468(100.0)	

5.2.3. 굴절이상의 분포

전체 468안의 평균 굴절상태는 -0.73디옵터였고 남아는 -0.66디옵터, 여아는 -0.81였다[표5]. -0.5디옵터 이하의 근시는 전체 216안(46.2%), 남아 110안(46.6%), 여아 106안(45.7%)이었으며, 이중 -4.0디옵터 이하의 고도근시는 전체 23안(4.9%), 남아 7안(2.9%), 여아 16안(6.8%)으로 여아에서 많았다[표4]. +1.0디옵터 이상의 원시는 34안(7.3%), 남아 15안(6.4%), 여아 19안(8.2%)이었다[표 5].

표 5. 굴절이상 분포 (단위: 안(%))

구분	남	여	전체	p 값
굴절이상	-0.66±1.54	-0.81±1.61	-0.73±1.58	0.3094
근시안(≤-0.5D)	110(47.0)	106(49.1)	216(46.2)	
≤-6.0D	1(0.4)	1(0.4)	2(0.4)	
-6.0D < ≤-4.0D	6(2.5)	15(6.5)	21(4.5)	
-4.0D < ≤-2.0D	33(14.0)	35(15.1)	68(14.5)	
-2.0D < ≤-0.5D	70(29.7)	55(23.7)	125(26.7)	
정시안				
-0.5D < <1.0D	111(47.0)	107(46.1)	218(46.5)	
원시안(1.0D ≤)	15(6.4)	19(8.2)	34(7.3)	
1.0D ≤ <2.0D	9(3.8)	14(6.0)	23(4.9)	
2.0D ≤ <4.0D	2(0.9)	5(2.2)	7(1.5)	
4.0D ≤ <6.0D	4(1.7)	0(0.0)	4(0.9)	
6.0D ≤	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	
계	236(100.0)	232(100.0)	468(100.0)	

4학년 학생의 굴절상태는 근시 46.0%, 원시 7.2%로 나타났으며, 평균 각막굴절력은 43.26±1.38 디옵터로 성인에 비하여 작았고 남아보다 여아가 조금 더 큰 것으로 나타났다.

전체 468안의 평균 난시도는 0.43디옵터, 남,여 모두 0.43디옵터였고, 1.0디옵터 이상의 난시는 전체 52안(11.1%), 남아 31안(13.1%), 여아 21안(9.0%)이었으며, 전체 난시 42안/52안(80.8%), 남아 26안/31안(83.9%), 여아 16안/21안(76.2%)이 1.0디옵터 이상 2.0디옵터 미만의 경한 난시를 나타냈다[표 6].

표 6. 난시의 분포 (단위: 안(%))

구분	남	여	전체	p 값
CYL(D)				
	0.43±0.47	0.43±0.81	0.43±0.66	0.9603
CYL 절대값분포				
<1.0D	205(86.9)	211(91.0)	416(88.9)	
1.0D ≤ 2.0D	26(11.0)	16(6.9)	42(9.0)	
2.0D ≤ <3.0D	5(2.1)	1(0.4)	6(1.3)	
3.0D ≤ <4.0D	0(0.0)	3(1.3)	3(0.6)	
4.0D ≤	0(0.0)	1(0.4)	1(0.2)	
계	236(100.0)	232(100.0)	468(100.0)	

5.3. 조도측정 분석

5.3.1. 조명환경 개선공사 전 조도분석

교실조명 환경 개선 전 상태에서 대상인 4개의 교실인 4-2교실을 1, 4-3교실을 2, 4-6교실을 3, 4-7교실을 4로 각각 나타내었으며 측정할 때의 교실의 조건으로 낮에 전등을 켜고 측정할 상태를 ON(DL)로, 낮에 전등을 끄고 측정할 상태를 OFF(DL), 야간에 인공조명에서 측정할 상태를 NIGHT로 표현하여 [그림 6]에 공사 전 각 교실에서의 책상면 평균조도 및 칠판면 평균조도를 나타냈다.

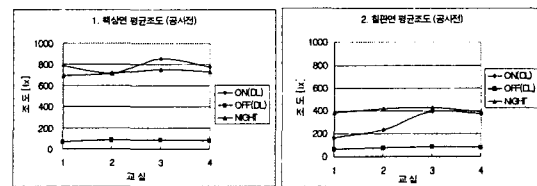


그림 6. 책상면 및 칠판면의 평균조도(공사 전)

[그림 6]에서 책상면 평균조도의 경우 각 반의 평균조도는 주간 점등시와 야간 측정에서 640-855[lx]의 범위로 충분한 조도로 나타나고 있으나, 주간 소등시에는 72.17-91.61[lx]로 매우 부족한 값을 나타내고 있다. 이는 측정하는 시간대에서 날이 흐린

것의 영향일 수도 있겠지만 교실의 채광 여건이 좋지 못하여 주간에도 인공조명을 필요로 함을 알 수 있다.

주간 점등에서 칠판면 평균조도의 결과에서는 2개의 반에서 200[lx] 전후의 낮은 값을 보이고 있어 칠판등을 설치해야할 필요성이 보인다. 주간 소등상태에서의 조도는 69-86[lx]로 매우 낮게 나타났다. 낮 시간에 소등한 채로 수업을 하기에는 부적당한 값으로 나타났다.

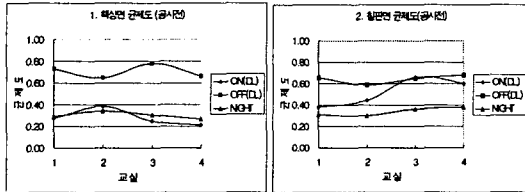


그림 7. 책상면 및 칠판면의 균제도(공사 전)

[그림 7]의 책상면 균제도에서는 주간에 점등하고 측정하였을 때 3개의 교실에서 기준 균제도 0.3보다 작은 값으로 측정되어 균제도가 좋지 못한 것으로 나타났다. 주간에 소등하고 측정한 결과는 양호한 균제도를 보이고 있다. 야간의 측정 결과는 교실 전체가 큰 차이 없이 전반적으로 골고루 밝아 균제도는 큰 값으로 측정되었다. 또한 칠판면 균제도에서는 전반적으로 만족할 만한 결과를 보이고 있다.

5.3.2. 조명환경 개선공사 후 조도분석

조명환경 개선 후 측정한 결과를 [그림8]에 나타내었다. 그림에서 BO(DL)로 나타낸 것은 주간에 블라인더를 설치한 것을 의미하고, BX(DL)는 주간에 블라인더를 설치하지 않고 측정한 것을 의미한다. 책상면 평균조도에서는 전체적으로 점등시 측정된 조도는 적정한 값을 나타내고 있다. 그러나 주간에 소등하고 측정한 조도는 2번(3-4)교실에서 매우 낮은 조도를 나타내고 있다

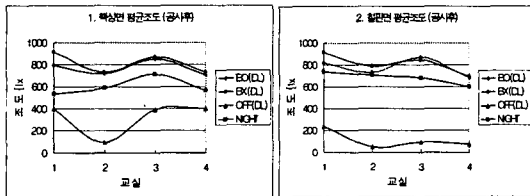


그림 8. 책상면 및 칠판면의 평균조도(공사 후)

칠판면 조도의 경우 칠판등을 설치하여 전 교실

에서 조도가 많이 높게 나타나고 있다. 그러나 주간 소등시의 칠판면 조도는 매우 낮게 측정되었다. 각 교실의 조도 분포에서 살펴보면 Uplight FL32W×32를 설치한 1번(4-2)교실과 루버없는 심형의 j1321 FL32W×32를 설치한 3번(4-6)교실의 평균조도가 다소 높게 나타나고 있다.

공사후 책상면과 칠판면 균제도를 [그림9]에 나타내었다. BO(DL)와 BX(DL)의 조건에서 측정된 균제도가 다소 낮게 나타나고 있으나 기준 균제도는 크게 만족시키는 것을 볼 수 있다.

칠판면 균제도는 30-40%의 범위로 측정되었으나 주간 소등시 측정된 평균조도는 교실의 위치에 따라 차이를 보이고 있다. 일반적으로 창에서 들어온 주광이 다소 많은 교실의 균제도가 조금 높게 나타났다.

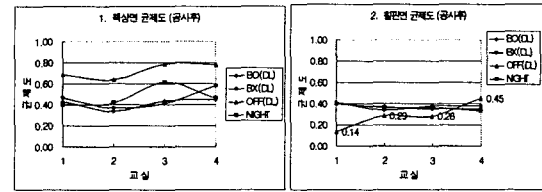


그림 9. 책상면 및 칠판면의 균제도(공사 후)

5.4. 휘도 측정 분석

[그림 10]은 교실 앞 첫째 줄 8 곳의 측정자 위치에서 칠판이 부착된 교실 전면을 구성하고 있는 표면들에 대한 휘도 측정 결과이다. 측정대상 면은 창 측으로부터 게시판, 칠판, 화이트보드, 프로젝션 화면으로 구성되며 칠판위 벽면도 포함시켜 측정하였다.

주 시각 대상인 칠판면은 보는 측정자의 위치에 크게 관계없이 15[cd/m²] 정도로 일정한 값으로 측정되었다. 주간에 높게 나타나는 칠판위 벽면의 휘도가 야간에는 다소 낮아지는 것을 볼 수 있다.

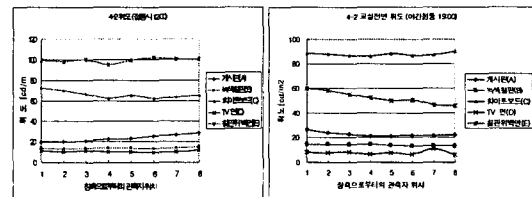


그림 10. 4-2 교실전면 휘도(공사 전)

[그림 11]은 조명개선 공사가 완료된 교실의 휘도를 재 측정한 결과이다. 그림에서 BO는 블라인더를 설치한 경우, BX는 블라인더를 설치하지 않은 경우이다. 측정 대상으로 칠판을 4구역으로

나누어 칠판(1)-칠판(4)로 세분화하여 칠판면을 중심으로 측정을 실시하였다. 측정 결과에서 블라인더를 설치한 경우의 휘도분포가 설치하지 않은 경우 보다 균일한 값을 얻었다.

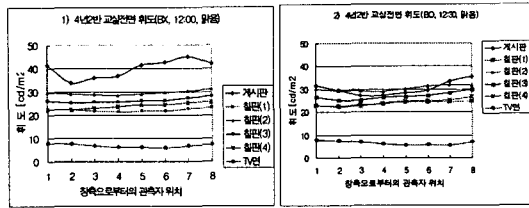


그림 11. 4-2 교실전면 휘도(공사 후)

5.5. 반사율측정 분석

교실 각 면의 측정된 반사율은 [표 7]과 같다. 측정된 벽면의 반사율은 44.65%~73.89%로 기준 반사율 40~60%를 만족하고 있다. 교실 전면 하부 벽면의 반사율 53.53%,는 상부벽면의 반사율 72.46%(천정면 73.25%)의 74%, 측면벽의 경우 하부 반사율은 43.65%, 상부 반사율은 71.58%(천정면 73.25%)로 61%의 비율로 나타나 1/2정도로 유지되어야 하는 기준을 20%정도 초과되고 있다. 그러나 바닥면의 반사율은 7.49%로 기준 반사율 25%이상 보다 상당히 떨어지고 있다.

표 7. 교실 내 각면의 반사율

대 상 면	반사율	대 상 면	반사율
게시판	13.88	측면 벽 하부	44.65
칠판	10.40	게시판 벽면	73.89
화이트판	55.29	뒷면 게시판	11.82
TV화면	6.55	책상면	19.72
전면 상부벽면	72.46	책상 위 작업면	58.78
전면 하부벽면	53.53	복도 측 유리면	35.06
바닥면	7.49	출입문	32.67
천정면	73.25	출입문 유리면	7.78
측면 벽 상부	71.58		

6. 결 론

교실 조명환경 실태점검을 실시한 결과 학교 건물은 오래되었으나 최근 8개월 전에 교실의 등기구 교체 공사를 완료하였으며 등기구 교체 시 설치되어 있던 교실 당 9개의 등에 3등을 더 추가하여 12개의 등으로 보강하여 설치한 학교로서 각 교실의 조도 상태는 매우 우수한 것으로 조사되었다.

그러나 천정 등의 위치가 칠판 바로 위에 설치

되어 있어 눈부심이 다소 심하게 느껴지는 상황이며 교실의 위치가 자연채광을 이용하기에는 건물의 위치적인 조건이 나빠 낮에도 인공등을 사용하여야 편안한 수업을 할 수 있는 조건도 있어 조도 이외의 변수로서 학생 시력 저하에 영향을 미치는 부분에 대한 분석이 필요한 것으로 판단되었다.

따라서 수행된 측정조사 결과에 나타난 칠판면 조도의 문제점, 눈부심 발생에 따른 문제점, 교실의 채광 문제점 등을 감안한 문제점 해결방향과 과제 수행방향을 보완하여 가면서 추진하여야 할 것으로 사료되며 실태조사를 수행하여 분석한 결과 다음과 같은 사항에 대하여 과제를 수행하여야 함을 결론으로 얻었다.

1. 책상면 조도와 칠판면조도의 차이가 많이 존재함으로 칠판등 설치에 따른 변화에 대한 분석을 수행하여야 한다.
2. 조도의 과다 개선에 의해 발생하는 눈부심에 반하여 간접등, 루버 부착등으로 교체 개선한 교실과의 눈부심에 의한 변화에 대한 분석을 수행하여야 한다.
3. 조명 개선으로 교실의 균제도가 향상되었으므로 배광분포의 성능에 따른 변화에 대한 분석을 수행하여야 한다.
4. 자연 직접광 제어를 위한 블라인더 설치 사용에 따른 변화에 대한 분석을 수행하여야 한다.

참 고 문 헌

- (1) 김시환외 1인, “학동 근사의 원인에 관한 조사”, 한안지, p18- p45, 1997.
- (2) 김재찬외 1인 “도시 학동의 시력장애와 근사의 실태 및 원인에 관한 연구”, 한안지, 1988.
- (3) 박동화외 3인, “교실의 조도분포 분석”, 한국조명·전기설비학회 추계학술대회 논문집, p34-p36, 1996
- (4) 김태현외 4인, “초·중·고교의 칠판조도 분포분석”, 한국조명·전기설비학회 추계학술대회 논문집, p38-p42, 1997
- (5) KS A 7613 휘도 측정방법, KSC7612 조도 측정방법
- (6) Yoshiki Nakamura, “Recommendation of School Lighting and a Proposal of New School Lighting”, J. Illumination Engineering Institute Japan, Vol. 84 No.4, p220-p222, 2000.
- (7) 학교시설·설비 기준령, 교육법전, 교학사, 1999
- (8) IESNA, “School Lighting Facilities”, Lighting Handbook”, Chapter12, p12.1~p12.3, 1999
- (9) The IESNA School and College Lighting Committee, “Recommended Practice on Lighting for Education Facilities”, p4~p8, 2000.