論 文

컴퓨터실에 있어서 VDT작업공간의 조명환경 개선에 관한 연구

A Study on the Lighting Environment Improvement of the VDT Workspaces in Computer Room

鄭 鎭 玄*
Jung, Jin-Hyun

ABSTRACT

The purpose of this study was to improve the lighting environment of the VDT workspaces in computer laboratory. This study was carried out through the field measurements on the computer laboratory and a survey using the questionnaire about the VDT workspaces.

The major findings of the study were as follows: (1) It was unbalanced among the illumination, luminance, and color distributions in the the VDT workspaces. (2) The difference of brightness between the CRT screen and its surroundings have presented on the whole unbalanced. (3) It was proved that the artificial light source of the ceiling lighting should use the parabolic louver luminaire limiting the radiant luminance.

키워드 : VDT작업공간, CRT화면, 조도, 휘도, 색채분포

Ⅰ. 서 론

최근 21C 세계화·정보화 사회를 대비하여 초·중·고등학교, 대학교를 중심으로 교육계 전반에 걸쳐 학교 정보화의 바람이 불고 있다. 교육부는 교육정보화 기반구축을 위해 1999년까지 초·중등학교에 VDT(Visual Display Terminal)를 보급해 1개교에 2개의 컴퓨터실을 확보하고 학급당 1대씩 PC를 보급한다고 발표하였다.[1] 학교에서 VDT가 도입됨에 따라 점차 교수-학습활동에 대한 지원 및 기여와 학교시설, 설비의 BA(Building Automation)에 적극적으로 활용되고 있다고 볼 수 있다. 이렇게 학교의 정보화가 이루어지는 시점에서 VDT의 사용이 학생에게 미치는 영향은 긍정적인 면 못지않게 부정적인 측면도 나타나고 있다.

* 정회원, 대구교육대학교 실과교육과 조교수

VDT를 사용하는 작업공간의 조명환경은 일반 학습공간에 있어서의 조명환경과는 다른 관점에서 고려되어져야 한다. 일반학습공간에서는 책상위의 책면과 공책면이 주요 視對象이기 때문에 수평면 조도가 일정수준까지는 상승하면 할수록 시대상이 보기 쉽고 視作業 효율도 향상된다.

따라서 여기에서는 수평면의 조도와 조도균제도 등이 조명계획의 주요한 고려사항이 된다. 반면에 VDT작업공간은 이렇게 단순하지는 않은 것으로, 그 차이점은 다음과 같이 크게 2가지로 분류할 수 있다. 첫째, VDT작업은 CRT(Cathode Ray Tube) 화면, 책(공책)면, 키보드면을 번갈아 보며 작업하는 것으로, VDT작업자는 거의 동시에 두가지의 서로 다른 시작업에 눈의 順應輝度를 맞추어야 한다. 둘째, 키보드면이나 책(공책)면은 일반학습공간의 경우와 같이 조도가 일정수준까지는 상승할수록 보기가 쉽지만, 發光面이면서 鉛直面인 CRT 화면인 경우에는 조도가 상승함에 따라 오히려 화면상의 문자가 보기 어렵게 되므로 책상면과 같은 面의 많은 조도는 오히려 조명의 質을 저하시키게 되어, 일반학습공간과는 조명의 요구사항이 다르다.

현재 초등학교의 컴퓨터실은 기존의 일반교실을 약간 개조해서 사용하거나 VDT작업에 적합한 조명설계를 하지 않고 일반교실과 동일하게 조명설계를 하여 사용하는 실정이다. 초등학생은 아직 視機能이 완전히 형성되지 않은 시기이며, 장시간 시작업을 수행하게 되면 안구의 굴절상태에 많은 변화를 초래한다는 연구결과[2]도 있어 더욱 세심한 배려가 필요하다.

VDT의 사용에 따라 視覺負擔에 의한 健康障害가 가장 심각한 문제로 대두되고 있으며, 이러한 시각부담은 VDT작업에 적합하지 못한 조명환경에 그 원인을 둘 수 있겠다. 이러한 원인을 해결함으로서 학생의 시력보호 및 VDT작업능률의 향상은 물론 쾌적한 조명환경의 확보가 가능할 것이다.

따라서 본연구에서는 초등학교의 컴퓨터실을 대상으로 VDT작업공간의 조명환경에 대한 실태조사 및 설문조사를 실시하여 그 결과를 분석함으로써, 현 컴퓨터실의 조명환경의 개선방향을 설정하고 학교건축시 컴퓨터실의 설계자료로 활용하는데 그 목적이 있다.

II. 조명환경에 대한 실태조사

1. 조사의 개요

1-1. 조사대상과 조사기간

본 조사대상은 현재 대구광역시에 위치하고 있는 6개의 초등학교(이하 초교라고 칭함) 컴퓨터실을 임의로 선정하였다. 각 조사대상 컴퓨터실의 개요를 표 1에 나타내고 있다.

또한 조사는 1997년 2월 11~23일에 걸쳐 실시하였고, 조사시간은 11:00~15:00시 사이이다. 날씨는 6개 학교 모두 조사시 맑았다.

1-2. 측정방법

컴퓨터실에서 VDT작업에 영향을 미치는 조명

표 1. 조사대상 컴퓨터 실습실의 개요

학교명	실면적 (m^2)	외측 총 창면적 (m^2)	천정고 (m)	방위	위치층	조명방식	인공광원의 종류	조명기구의 종류	VDT 대수 (대)	VDT 배열 방식	CRT 화면의 종류	화면의 표시 극성	차양형태	건립 연도 (년)
TG초교	96	12.7	2.7	남향	3층	전반조명방식	FL 40W×2×10	매입하면개방형	36	일렬실	color	양화	블라인드	1959
KC초교	66	28.4	2.8	남향	3층	전반조명방식	FL 40W×2×10	매입하면개방형	24	대향식	color	양화	커튼	1993
CS초교	66	12	3.1	남향	1층	전반조명방식	FL 40W×2×10	하면개방형	32	일렬식	mono	음화	커튼	1955
SA초교	66	12.3	3.1	남향	1층	전반조명방식	FL 40W×2×10	하면개방형	30	일렬식	mono	음화	커튼	1954
BI초교	66	13.1	2.7	남향	2층	전반조명방식	FL 40W×2×10	매입하면개방형	25	대향식	color	양화	커튼	1992
PD초교	66	14.2	3.1	남향	4층	전반조명방식	FL 40W×2×10	하면개방형	22	대향식	color	양화	無	1982

환경 제요소들을 사전조사하고, 각 실에 대한 조도분포, 휘도분포, 색채 및 반사율분포를 다음과 같은 방법으로 측정하였다.

1) 측정에 사용한 기기는 조도계(MINOLTA T-1H), 휘도계(MINOLTA LS-100), 표준백색판(TOPCON WS-2, 반사율 99.5%), 색표집(한국표준색표집)이다.

2) 조도측정시 CRT화면의 연직면 조도는 5지점, 책상면 조도는 5지점, 키보드면 조도는 2지점, 책면은 2지점으로 하였다. 또한 전천공조도는 주위로부터의 영향을 받지 않는 곳에 위치해서 조도계의 수조점으로부터 1m 떨어진 거리에서 그림자를 드리워서 측정하였다.

3) 휘도측정시 CRT화면과 휘도계까지의 거리는 0.5m, 높이는 바닥으로부터 1.0m, 측정점의 지름은 ϕ = 14.4mm로 정하였고, CRT화면상 휘도는 문자와 배경을 포함한 화면중앙의 1지점으로 하였고, 책상면 휘도는 5지점, 키보드면 휘도는 2지점, 책면의 휘도는 2지점으로 하였다. 또한 천정조명기구의 휘도는 수직각 60° 이상의 범위에서 작업자의 위치의 바닥으로부터 1m 높이로 측정하였다.

4) 각 부위면에 대한 색채는 육안비색법으로 측정하였으며, 여기에서 재료색이 균일하지 않은 색조의 혼합은 균일하게 보이는 거리에서 측정하였고, 더러움·얼룩·변색 등은 무시하고 원색을 측정하였다. 또한 각 부위면에 대한 반사율은 각 부위면의 휘도치와 표준백색판의 휘도치와의 比로 측정하였다.

2. 결과 및 분석

컴퓨터실내 VDT작업공간을 구성하고 있는 물리적 요인중 조도분포, 휘도분포, 색채 및 반사율분포에 대해 측정하여 분석하였다. 또한 실태조사 결과와 각 국의 VDT작업공간의 조명기준과 비교·분석하였다.

2-1. 조도분포

각 학교별 컴퓨터실의 CRT화면과 그 주변면에 대한 조도측정 결과를 표 2에 나타내고 있다.

표 2. CRT화면과 그 주변면의 조도와 주광율

각 학교 및 블록 \ 각 주변면		CRT 화면의 연직면 조도(lx)	키보드 면조도 (lx)	책면 조도 (lx)	책상 면조도 (lx)	책상면 주광율 (%)
TG초교	창 측	1690	2759	969	2839	19.3
	중앙측	566	838	405	848	5.8
	내 측	137	190	115	203	1.4
	평 균	798	1262	496	1297	8.8
KC초교	창 측	1183	1182	1066	1130	9.1
	중앙측	617	777	792	800	6.5
	내 측	243	592	751	739	5.9
	평 균	681	850	870	890	7.2
CS초교	창 측	2473	2818	2052	2825	15.9
	중앙측	389	542	389	501	2.8
	내 측	234	310	215	277	1.6
	평 균	1032	1223	885	1201	6.8
SA초교	창 측	690	970	971	1145	9.8
	중앙측	410	591	480	649	5.5
	내 측	257	316	238	348	3.0
	평 균	452	626	563	714	6.1
BI초교	창 측	235	310	383	405	3.2
	중앙측	217	420	426	392	3.1
	내 측	78	148	235	253	2.0
	평 균	177	293	348	350	2.8
PD초교	창 측	623	724	593	608	4.6
	중앙측	421	418	458	393	3.0
	내 측	97	313	345	383	2.9
	평 균	380	485	465	461	3.5

** VDT작업공간의 조명기준
1) CRT화면의 연직면조도 :
100~500 lx (JIS,일본조명학회)
100~200 lx (CIE,국제조명위원회)
2) 키보드면, 책면의 수평면조도 :
500~750~1,000 lx (JIS)
500~1,000 lx (CIE)
** 학교의 기준주광율 : 일반교실인 경우 1.5 % (CIE, JIS)

여기서 CRT화면의 연직면 평균조도는 177 lx~1032 lx의 범위, 키보드면의 평균조도는 293 lx~1262 lx의 범위, 책면의 평균조도는 348 lx~885 lx의 범위, 책상면의 평균조도는 350 lx~1297 lx의 범위로 분포되어 각 학교별로 큰 차이를 보이고 있으며, 각 블록별 조도분포를 보면 창측>중앙측>내측의 크기 순으로, 내측으로 갈수록 조도의 양이 점차 작게 분포되어 있음을 알 수 있다. 또한 책상면에 대한 평균 주광율을 보면 2.8%~8.8%의 범위로 분포되어 각 학교별로 큰 차이를 보이고 있고, 블록별로 보면 창측>중앙측>내측의 크기 순으로, 내측

으로 갈수록 주광율이 점차 작게 분포되어 있음을 알 수 있다. 이렇게 학교별 조도분포가 큰 차이를 보인 것은 컴퓨터실의 방위에 따른 것으로, BI초교와 PD초교인 경우 북향이기 때문에 다른 초교들에 비해 전반적으로 낮은 양의 조도치를 보이고 있음을 알 수 있다. 또한 BI초교와 PD초교를 제외한 외측창이 남향인 다른 초교들인 경우 창측에 위치한 VDT작업공간은 매우 높은 조도분포를 나타내고 있는데, 이는 외측창을 통해 실내로 입사하는 직사일광을 차단하지 못한 결과라고 볼 수 있다.

JIS와 CIE에서 제정한 VDT작업공간의 조명기준과 실태조사 결과를 비교해 보면, 남향의 편측창인 室인 경우 창측의 조도가 조명기준을 초과하고 있고, 중앙측인 경우 비교적 양호한 편이고, 내측인 경우는 조명기준에 미비한 것으로 나타났다. 반면에 북향의 편측창인 경우 중앙측과 내측은 인공조명을 했음에도 불구하고 조명기준에 미비한 것으로 나타났다. 또한 일반교실의 주광율 기준과 비교하면 모든 초교가 기준을 충족하고 있는 것으로 나타났다.

따라서 컴퓨터실이 남향의 편측창인 경우 창측의 VDT작업공간에는 직사일광을 차단시키는 차양장치를 적극적으로 이용해야 하고, 내측에는 인공조명을 사용하여 실전체의 조도균제도를 향상시켜야 하겠다. 또한 남향과 북향의 편측창인 室인 경우는 내측에 조도수준을 높일 수 있는 PSALI (Permanent Supplementary Artificial Lighting in Interior)계획과 TAL(Task & Ambient Lighting) 방식의 채용계획에 대한 세심한 배려가 필요하다 하겠다.

2-2. 휘도분포

각 학교별 컴퓨터실의 CRT화면과 그 주변면에 대한 휘도측정 결과를 표 3에 나타내고 있다.

여기서 CRT화면의 휘도치를 1로 하였을 경우, VDT작업공간의 각 작업면에 대한 평균휘도분포를 각 학교별로 살펴보면, CRT화면 : 키보드면의 휘도비는 1 : 0.2~12.8의 범위로 분포되어 있고, CRT화면 : 책면의 휘도비는 1 : 0.5~10.8의 범위로 이루어져 있어, 각 학교별 큰 차이를 보이고

표 3. CRT화면과 그 주변면의 휘도치와 휘도비

각 학교 및 블록 \ 각 주변면		CRT화면 상휘도 (cd/m^2)	키보드 면휘도 (cd/m^2)	책면휘도 (cd/m^2)	책상면 휘도 (cd/m^2)	천정조명 기구의 휘도 (cd/m2)
TG초교	창 측	129 <1>	1043 <8.1>	278 <2.2>	859 <6.7>	3958<30.7>
	중앙측	105 <1>	114 <1.1>	122 <1.7>	158 <1.5>	4243<40.4>
	내 측	83 <1>	30 <0.4>	43 <0.5>	62 <0.8>	3140<37.8>
	평 균	106 <1>	396 <3.7>	148 <1.4>	360 <3.4>	3780<35.7>
KC초교	창 측	154 <1>	97 <0.6>	223 <1.5>	233 <1.5>	6992<45.4>
	중앙측	146 <1>	86 <0.6>	178 <1.2>	176 <1.2>	6827<46.8>
	내 측	129 <1>	67 <0.5>	214 <1.7>	193 <1.5>	6625<51.4>
	평 균	143 <1>	83 <0.6>	205 <1.4>	201 <1.4>	6815<47.7>
CS초교	창 측	44 <1>	850<19.3>	634<14.4>	580<13.2>	3319<75.4>
	중앙측	15 <1>	43 <2.9>	95 <6.3>	80 <5.3>	2639<175.9>
	내 측	14 <1>	25 <1.8>	52 <3.7>	53 <3.8>	4515<322.5>
	평 균	24 <1>	306<12.8>	260<10.8>	238 <9.9>	3491<145.5>
SA초교	창 측	23 <1>	70 <3.1>	221 <9.6>	63 <2.7>	3461<150.5>
	중앙측	17 <1>	53 <3.1>	103 <6.1>	41 <2.4>	1973<116.1>
	내 측	12 <1>	33 <2.8>	65 <5.4>	25 <2.1>	2784 <232>
	평 균	17 <1>	52 <3.1>	130 <7.6>	43 <2.5>	2739<161.1>
BI초교	창 측	71 <1>	48 <0.7>	116 <1.6>	111 <1.6>	3412 <48.1>
	중앙측	73 <1>	52 <0.7>	92 <1.3>	100 <1.4>	1797 <24.6>
	내 측	58 <1>	22 <0.4>	61 <1.1>	74 <1.3>	4145 <71.5>
	평 균	67 <1>	41 <0.6>	90 <1.3>	95 <1.4>	3118 <46.5>
PD초교	창 측	132 <1>	32 <0.3>	71 <0.5>	25 <0.2>	2764 <20.7>
	중앙측	144 <1>	32 <0.2>	70 <0.5>	24 <0.2>	6195 <43.0>
	내 측	119 <1>	31 <0.3>	74 <0.6>	28 <0.2>	4564 <38.4>
	평 균	132 <1>	32 <0.2>	72 <0.5>	26 <0.2>	4508 <34.1>

(< > 안의 수치는 휘도비로, CRT화면상 휘도와 그 주변면의 휘도와의 比를 나타냄)

** VDT작업공간의 조명기준

1) CRT화면 : 키보드면, 책면의 휘도비는 1 : 3이내로 하고, 키보드면, 책면 : 그 주변면의 휘도비는 3 : 1 이내 (CIE)
2) 차광각 50° 이상의 조명기구휘도를 200 cd/m2이하 (CIE)
   차광각 60° 이상의 조명기구휘도를 - CRT화면에 반사방지 처리를 않한 경우 50 cd/m2 - CRT화면에 반사방지 처리를 한 경우 200 cd/m2 (JIS)

있음을 알 수 있다. 또한 각 블록별로 살펴보면, 창측인 경우 CRT화면 : 키보드면의 휘도비는 1 : 0.3~19.3의 범위로 분포되어 있고, CRT화면 : 책면의 휘도비는 1 : 0.5~14.4의 범위로 이루어져 있다. 중앙측인 경우 CRT화면 : 키보드면의 휘도비는 1 : 0.2~3.1의 범위이고, CRT화면 : 책면 = 1 : 0.5~6.3의 범위로 이루어져 있다. 또한 내측인 경우, CRT화면 : 키보드면의 휘도비는 1 : 0.3~2.8의 범위, CRT화면 : 책면 = 1 : 0.5~5.4의 범위로 이루어져 있어, 각 블록별로 CRT화면과 그 주변면들의 휘도비 차이가 모두 크게 나타나고 있어, VDT작업공간의 휘도분포가 불균일하게 이루

어져 있음을 알 수 있다. 또한 창측에서의 VDT작업공간의 휘도분포는 다른 블록에 비해 전반적으로 CRT화면과 그 주변면의 휘도비가 큰 차이를 보이고 있는데, 이는 외측창을 통해 직사일광이 과도하게 입사된 결과라고 볼 수 있고, 또한 컴퓨터실의 방위가 남향에 비해 북향인 경우가 각 블록별 VDT작업공간의 휘도분포가 큰 차이를 보이지 않았다.

JIS와 CIE에서 제정한 조명기준과 비교해 보면, 방위가 남향인 경우 창측을 제외한 중앙측과 내측은 비교적 양호한 것으로 나타났고, 북향인 BI초교와 PD초교인 경우는 CRT화면의 휘도치가 그 주변면보다 오히려 낮은 휘도치를 보이는 현상이 나타나고 있다. 또한 천정조명기구의 휘도는 2739~6815cd/m^2의 범위로 직접글레어와 CRT화면상의 반사영상이 비춰지는 원인이 되고 있는데, 이것은 조명기구형식이 하면개방형 및 매입하면개방형으로 설치되어 있기 때문에 나타나는 현상으로, VDT작업공간에 적합한 휘도제한이 적극적으로 되는 루버부착매입하면 개방형의 OA(Office Automation)형 조명기구장치가 설치되어야 하겠다.

2-3. 색채 및 반사율 분포

각 학교별 각 주위면의 측정결과를 표 4에 나타내고 있다.

먼저, 벽면인 경우 색상은 대체적으로 YR와 Y계열이며, 명도는 9, 채도는 N계열로 나타났다. 징두리벽면인 경우 색상은 주로 PB와 B계열로 나타났고, 명도는 5~9의 범위이며, 채도는 주로 1~4의 범위로 나타났다. 천정면인 경우 색상은 대체로 R계열로 나타났고, 명도는 9.5와 9이고, 채도는 N으로 나타났다. 바닥면인 경우 색상은 대체로 YR계열로 나타났고, 명도는 6~7의 범위이며, 채도는 2~10으로 다양하게 분포되었다. 책상면인 경우 색상은 Y계열과 무채색(N)의 계열이며, 명도는 6~9.5의 범위로 나타났다. VDT면인 경우 색상은 5Y와 무채색계열로 나타났고, 명도는 8~8.5의 범위이며, 채도는 1~4의 범위로 나타나기도 하였다. 책면은 색상은 Y계열로 나타났고, 명도는 9이며, 채도는 1로 나타나, 각 주위벽면들의 색채분포는 다양하게 이루어져 있음을 알 수 있다.

다음은 반사율에 대해서 살펴보면, 먼저 벽면인 경우 68~78%의 범위로 나타났고, 징두리 벽면인 경우 13~31%의 범위, 천정면인 경우 71~81%의 범위, 바닥면인 경우 21~53%의 범위, 책상면인 경우 26~73%의 범위, VDT면의 경우 51~57%의 범위, 책면인 경우 73%로 나타났음을 알 수 있다. 따라서 CIE와 JIS에서 제정한 권장반사율과 비교해 보면, 이들 VDT작업공간의 모든 부위면들이 권장반사율을 충족시키기고 있음을 알 수 있다.

표 4. 각 부위면의 색채와 반사율

학교명 \ 각 부위면		벽 면	징두리 벽 면	천정면	바닥면	책상면	VDT면	책 면
TG초교	색 채	7.5YR-9/N	2.5R-6/N	5R-9/N	10GY-6/2	N9	N8	5Y-9/1
	반사율(%)	68	31	81	21	69	57	73
KC초교	색 채	7.5YR-9/N	5PB-6/2	5R-9/N	2.5PB-6/6	5Y-9/1	5Y-8.5/4	5Y-9/1
	반사율(%)	71	22	80	53	38	56	73
CS초교	색 채	5R-9/N	5PB-5/1	5R-9/N	10YR-6/8	N9.5	5Y-8.5/1	5Y-9/1
	반사율(%)	78	22	79	32	73	52	73
SA초교	색 채	2.5YR-9/N	5B-6/2	2.5YR-9/N	10YR-7/8	10YR-6/10	N8	5Y-9/1
	반사율(%)	71	13	71	25	27	53	73
BI초교	색 채	2.5Y-9/4		5R-9/N	7.5YR-7/2	N9	N8	5Y-9/1
	반사율(%)	78		81	32	68	51	73
PD초교	색 채	7.5YR-9/N	5PB-5/4	2.5Y-9/N	10YR-7/10	2.5Y-8/6	5Y-8.5/1	5Y-9/1
	반사율(%)	76	14	76	27	26	53	73

** 사무실 권장반사율
천정면 60% 이상, 벽면 30-70%, 바닥면 10-30%, 계기 25-50% (CIE)
천정면 70%이상, 벽면 40-60%, 바닥면 20-40%, 계기 25-45% (JIS)

III. 조명환경에 관한 설문조사

1. 조사개요

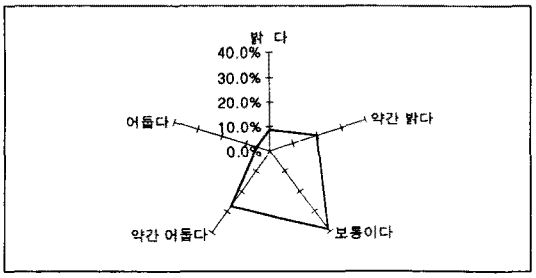
본조사에서는 설문응답자로서 초등학교 컴퓨터실에서 학습하고 있는 5, 6학년 학생 201명(남 : 102명, 여 : 99명)을 선정하였다. 조사대상과 조사기간은 실태조사를 실시한 대상과 기간이 동일하다. 설문응답은 측정과 동시에 이루어졌으며, 설문내용에 대해 그 시각의 조명환경을 평가하도록 하였다. 또한 VDT 1대당 2명씩 앉아 학습을 하고 있는 경우는 VDT작업 자세를 취한 상태에서 1명씩 2명에 대해 설문조사를 실시하였다. 설문항목별 Likert식 5단계 척도로 평가하였다. 설문조사의 내용은 1) 조명환경 : 실전체 밝기, CRT화면 밝기, 키보드면 밝기, 책면 밝기, CRT화면상의 반사영상 종류와 VDT작업의 지장정도, 유리창과 천정조명기구의 눈부심 정도, CRT화면과 그 주변면의 밝기 차이, 2) 색채환경 : 실전체 색채, 벽·천정·바닥면의 색채, 책상·의자·VDT면의 색채 만족도, 3) 기본작업환경 : 책상·의자 높이의 적정여부, 작업자세, 눈의 피로도, 소음, 몸에 의한 그림자로 구성하였다.

2. 결과 및 분석

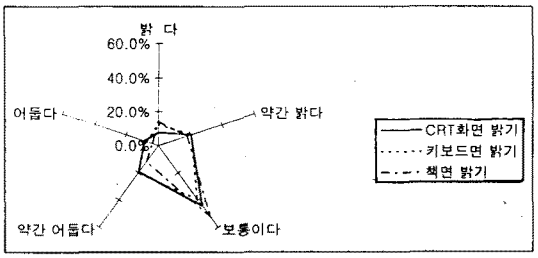
설문조사 얻어진 데이타는 SPSS-PC+ 컴퓨터 통계패키지를 사용하여 분석을 실시하였다.

2-1. 조명환경

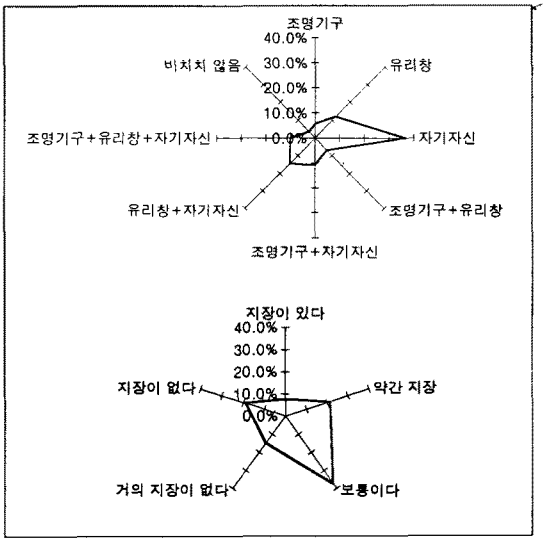
VDT작업공간의 조명환경에 대한 각 평가항목별로 주관적인 반응을 보인 정도의 비율을 집계한 결과를 그림 1에 나타내고 있다.



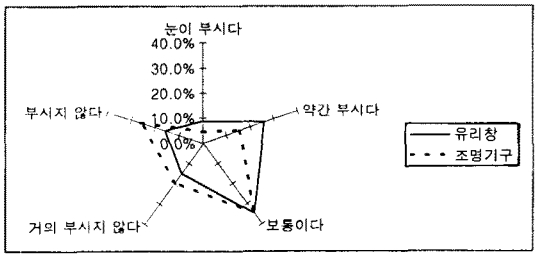
(a) 실전체의 밝기



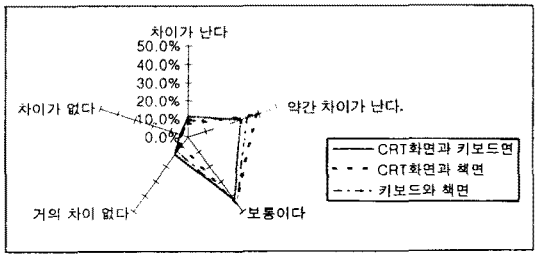
(b) CRT화면, 키보드면, 책면 밝기



(c) CRT화면상 반사영상의 종류와 VDT작업의 지장정도



(d) 천정조명기구와 유리창의 눈부심 정도



(e) CRT화면과 그 주변면의 밝기 차이

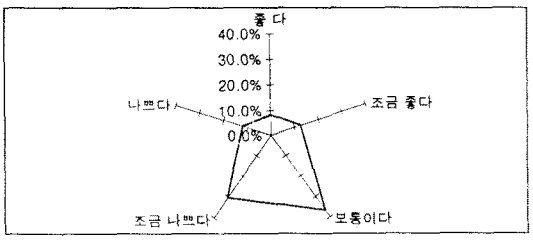
그림 1. 조명환경 평가결과

여기서는 각 항목별 부정적인 반응을 보인 정도의 비율을 파악하도록 한다. 먼저, 실전체의 밝기에 대해서는 전체응답자중 32.9%가 약간 어둡거나 어둡다고 느끼는 것으로 나타났고, CRT화면의 밝기에 대해서는 전체응답자의 27.9%, 키보드면의 밝기에 대해서는 전체응답자의 27.8%, 책면의 밝기에 대해서는 전체응답자의 14.9%가 어둡다고 느끼는 것으로 나타났다. CRT화면상 비춰지는 반사영상에 대해서는 조명기구는 5.5%, 유리창은 11.9%, 작업자 자신은 36.8%, 조명기구+유리창은 7%, 조명기구+작업자 자신은 10.9%, 유리창+작업자 자신은 14.4%, 조명기구+유리창+작업자 자신은 10% 로 전체응답자의 96.5%가 CRT화면상에 반사영상이 비춰지는 것으로 나타났는데, 여기서 작업자 자신과 천정조명기구의 2종류가 가장 많이 CRT화면상에 반사영상으로 나타났음을 알 수 있다. 또한 반사영상으로 인해 문자를 보는 데 지장정도는 전체응답자의 28.9%가 지장이 있는 것으로 나타났다. 조명기구를 볼 때의 눈부심 정도는 전체응답자의 19.9%가 눈부심을 느끼는 것으로 나타났고, 외부에 면한 유리창의 눈부심 정도는 전체응답자의 34.4%가 눈부심을 느끼고 있으며, 유리창에 대한 차광장치(커텐, 브라인드 등)의 필요성은 전체응답자의 32.8%가 필요성을 느끼고 있는 것으로 나타났다. 또한 CRT화면과 그 주변면의 밝기 차이정도에 대해서는 화면과 키보드면의 밝기 차이는 전체응답자의 41.3%, 화면과 책면은 45.8%, 키보드면과 책면은 42.3%가 차이를 느끼는 것으로 나타났다.

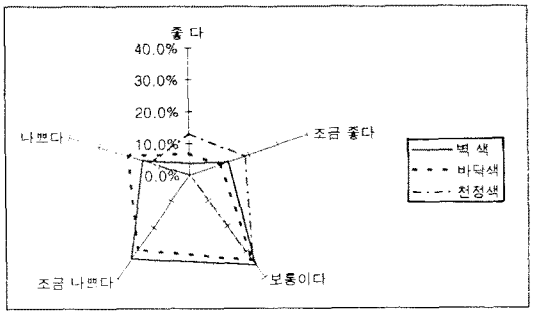
따라서 학생들이 CRT화면과 그 주변면의 밝기 차이를 크게 느끼고 있어, 이것을 해결하기 위한 방법으로 CRT화면과 책면,키보드면과의 밝기차이를 감소시킬 수 있는 TAL방식을 채택하는 것이 바람직하다. 또한 CRT의 특성상 경면반사율와 확산반사율이 높기 때문에 CRT화면상 반사영상이 매우 심각하게 비춰지고 있는데, 이것을 방지하기 위해서는 CRT화면상에 반사영상이 발생하지 않는 스크린 필터(screen filter)를 선택하여 장착하는 것이 바람직하다 하겠다.

2-2. 색채환경

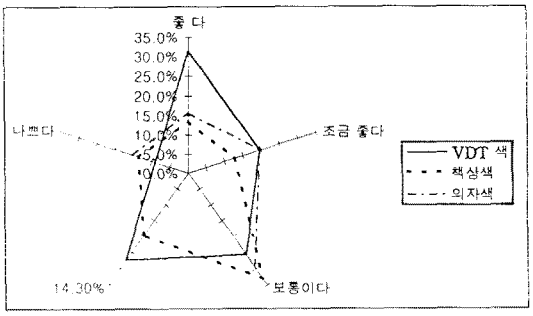
색채환경에 대한 각 평가항목별로 주관적인 반응을 보인 정도의 비율을 집계한 결과를 그림 2에 나타내고 있다.



(a) 실전체 색채만족도



(b) 벽, 천정, 바닥면의 색채 만족도



(c) 책상,의자,VDT면의 색채 만족도

그림 2. 색채환경 평가결과

여기서는 각 항목별 부정적인 반응을 보인 정도의 비율을 파악하도록 한다. 먼저, 실전체의 색채에 대해서는 전체응답자의 42.6%가 약간 불만족 또는 불만족스러운 것으로 나타났다. 실주위벽인 벽색에 대해서는 전체응답자의 48%가 불만족스러운 것으로 나타났고, 바닥색에 대해서는 전체응답자의 49.3% 가 불만족스러운 것으로 나타났으며,

천정색에 대해서는 전체응답자의 34.1%가 불만족스러운 것으로 나타났다. 또한 VDT색에 대해서는 전체응답자의 23.4%가 불만족스러운 것으로 나타났고, 책상색에 대해서는 전체응답자의 40.9%가 불만족스러운 것으로 나타났으며, 의자색에 대해서는 전체응답자의 34.9%가 불만족스러운 것으로 나타났음을 알 수 있다.

따라서 각 학교별 실전체 뿐만아니라 각 주위벽면, 책상, 의자, VDT면의 색채에 대한 학생들의 만족도는 상당히 낮은 것으로 나타나, 학생들의 정서성, 심미성, 인성을 고려한 컴퓨터실의 색채계획이 필요하다 하겠다.

2-3. 기본작업환경

VDT작업시 CRT화면과 학생의 눈까지의 거리에 대해서는 전체응답자중 20cm이하가 11.9%, 21~30cm사이가 37.8%, 31~40cm사이가 36.3%, 41~50cm사이가 9.5%, 51cm이상이 4.5%로 나타나, 40cm이하의 視距離가 86%를 차지하고 있다는 것을 알 수 있다. 또한 VDT작업시 CRT화면상 중앙지점을 보았을 때 작업자의 시선높이는 전체응답자의 17.9%가 시선높이보다 아래에 있고, 63.2%가 시선높이가 동일선상에 있으며, 18.9%가 시선높이보다 위에 있는 것으로 나타났다. 책상높이의 적정여부에 대해서는 전체의 32.8%가 낮거나 높은 것으로 나타났고, 의자높이의 적정여부에 대해서는 38.3%가 낮거나 높은 것으로 나타났다. VDT작업시 자세상태는 전체의 22.4%가 약간 불편 또는 불편한 것으로 나타났다. 또한 작업시 눈의 피로도에 대해서는 전체의 33.9%가 약간 피로 또는 피로하다라고 응답하였고, 기기에 의한 소음에 의한 지장정도는 전체의 23.4%가 약간 지장 또는 지장이 있는 것으로 나타났다. 키보드면에 몸에 의한 그림자 정도는 전체의 43.%가 약간 또는 많이 생긴다고 응답하였고, 이에 따른 지장정도는 전체의 16.9%가 약간 지장 또는 지장이 있는 것으로 나타났다.

따라서 VDT작업시 CRT화면과 눈사이의 視距離는 상당히 가까운 상태에서 작업하고 있으며, 학생들의 시선높이는 대다수가 CRT화면의 중앙지점과 동일선상 또는 그 위에로 나타나 학생들 눈의 피로가 더욱 가중되고 있고, 또한 작업자세가 불편하여 VDT작업에 따른 건강장해가 발생할 우려가 있어서 학교당국의 세심한 배려가 요구된다.

Ⅳ. 결론 및 제언

이상과 같이 컴퓨터실의 VDT작업공간의 조명환경에 대한 실태조사와 설문조사를 실시하여, 이를 분석한 결과 다음과 같은 개선사항이 파악되었다.

먼저, 조명환경에 대한 실태조사를 실시한 결과를 요약하면,

1) CRT화면과 그 주변면의 조도분포를 보면, CRT화면의 연직면조도는 177 lx~1032 lx, 키보드면 조도는 293 lx~1262 lx, 책면 조도는 348 lx~885 lx의 범위로 분포되어 있으며, 각 블록별로 보면 창측>중앙측>내측의 크기 순으로, 내측으로 갈수록 조도의 양이 점차 작게 분포되어 있음을 알 수 있다. 따라서 컴퓨터실이 남향의 편측창인 경우 창측의 VDT작업공간에는 직사일광을 차단시키는 차양장치를 적극적으로 이용해야 하고, 내측에는 인공조명을 사용하여 실전체의 조도균제도를 향상시켜야 하겠다. 또한 남향과 북향의 편측창인 室인 경우는 내측에 조도수준을 높일 수 있는 PSALI계획에 대한 세심한 배려가 필요하다 하겠다.

2) CRT화면과 그 주변면의 휘도분포를 보면, CRT화면 : 키보드면의 휘도비는 1 : 0.2~12.8, CRT화면 : 책면의 휘도비는 1 : 0.5~10.8의 범위로 이루어져 있으며, 또한 각 블록별로 CRT화면과 그 주변면들의 휘도비 차이가 모두 크게 나타나고 있어, 각 VDT작업공간의 휘도분포가 불균일하게 이루어져 있음을 알 수 있다. 천정조명기구의 휘도인 경우 2739~6815cd/m^2 의 범위로 직접글레어와 CRT화면상의 반사영상이 비춰지는 원인이 되고 있는데, 이것은 조명기구형식이 하면개방형 및 매입하면개방형으로 설치되어 있기 때문에 나타나는 현상으로, VDT작업공간에 적합한 휘도제한이 적극적으로 되는 루버부착매입하면개방형의 OA형 조명기구장치가 설치되어야 하겠다.

3) 색채분포는 벽면 : 색상 YR와 Y계열, 명도 9, 채도 N계열이며, 징두리벽면 : 색상 PB와 B계열, 명도 5~9, 채도 1~4, 천정면 : 색상 R계열로, 명도 9.5와 9, 채도 N, 바닥면 : 색상 YR계열, 명도 6~7, 채도 2~10로 나타내고 있다. 이로써 색채계획은 난색계의 유사조화와 독특하고 자유스러운 분위기에 다양성을 가미한 대비조화의 배색기법을 적용할 필요성이 있다.

다음은 조명환경에 대한 설문조사 결과를 요약하면,

1) CRT화면과 그 주변면의 밝기 차이를 크게 느끼고 있어, 이것을 해결하기 위한 방법으로 TAL방식을 채택하는 것이 바람직하다.

2) 실전체 뿐만아니라 각 주위벽면, 책상,의자,VDT면의 색채에 대한 만족도가 상당히 낮아, 학생들의 정서성, 심미성, 인성을 고려한 컴퓨터실의 색채계획이 필요하다 하겠다.

3) CRT화면과 눈사이의 視距離는 너무 짧고, 시선높이는 대다수가 CRT화면의 중앙지점과 동일선상 또는 그 위에로 나타나 눈의 피로가 더욱 가중되고 있다. CRT화면과 눈사이의 視距離는 500mm로 하고, 작업자의 시선높이는 CRT화면의 중앙지점을 약간 아래로 향해 보는 것이 바람직하다. 또한 작업자세가 불편하여 VDT작업에 따른 건강장해가 발생할 우려가 있어서 세심한 배려가 요구된다.

이들 결과는 앞으로 컴퓨터실의 조명환경 개선을 위한 구체적인 실험실실험의 자료로서 활용될 수 있으며, 컴퓨터실의 조명환경설계시 참고자료로 활용가치가 클 것으로 기대된다.

1) 한국교육신문, 1997년 2월 5일

2) 홍순각 외, "학동의 굴절이상", 연세대 의과대학 안과학교실, 1986.

참 고 문 헌

1. 乾 正雄, "照明と視環境", 理工圖書, 1978.
2. 照明學會 編, "ライティング ハンドブック", オーム社, 1987.
3. 田淵 義彦 外, "CRTディスプレイの表示文子と外部反射映像の見え方の主觀評價", 照明學會誌, 第7卷, 第2號, 1987.2.
4. 高橋 誠, "VDT作業場の光環境の實態", 勞動科學研究所, 1987.2.
5. Hentschel.H.J, 明石行生 譯, "オフィス照明調和のとれた知覺とVDT作業のために", 照明學會誌, 第73卷, 第11號, 1989.11.
6. 金谷 末子, "OA用ディスプレイを使用する施設の照明要件", 照明學會誌, 第68卷,第3號, 1984.3.
7. 高橋 貞雄 外, "OA機器のある室の照明設計", 照明學會誌, 第68卷 第3號, 1984.3.
8. 金谷 末子, "インテリジェントビルおけるオフィス作業と照明", 照明學會誌, Vol.71, No.11, 1987.
9. 鄭鎭玄, "VDT(Visual Display Terminal)作業空間의 照明設計指針 設定에 關한 硏究", 忠南大博士學位論文, 1994.2.
10. 정진현, "초등학교 교실의 시환경에 관한 조사연구", 한국교육시설학회지, 제3권 제1호(통권6호), 1996.6.
11. Roger M.Keating, "Indirect lighting for CRT environments", Lighting Design and Application, 1986.2.
12. Brabson.G.K, "The Effect of Lighting System on Video Display Terminal Contrast", Lighting Design and Application, 1986.2.