

우리나라 조명기기 보급실태와 개선방안

\*손학식, \*\*김인수, 김상준  
\*승실대학교, \*\*에너지관리공단

A Survey on the Lighting Apparatus and A Measures for Conservation

Hag Sig Son, In Soo Kim, Sang Joon Kim  
The Korea Energy Management Corp.

1. 서 론

국민 생활수준 향상 및 건물의 대형화, 기능의 Multi화 등으로 인해 조명전력의 증가 추세는 당분간 계속될 전망이다. 고효율 조명기기의 확대보급을 위한 정부의 적극적인 대응에도 불구하고 이에 대한 End-User의 세부적인 Data 부족 및 적용효과에 대한 Micro-Data가 없는 실정임을 감안할 때 향후 전력사용 합리화를 위한 고효율 조명기기의 확대보급을 위해 조명기기의 보급실태 및 사용행태를 파악하여 장기 전력수요 예측을 위한 Micro-Data 및 기초자료로 이용하고자 한다.

2. 본 론

2.1 실태조사 방법 및 신뢰도

전체 수용가를 계약용량별로 구분하고 다시 자체적으로 건물과 산업용으로 분류하여 조사표를 발송하여 최종적으로 4,920개소를 조사 대상으로 하였다. 이 최종 개소에 대해 모집단과의 전력사용량과 조명기기의 수량비율을 고려하여 가중치를 산정하여 각 조명기기의 개수 및 점등 행태를 파악하였다. 전체 전력 대비 조명전력의 부하 추이를 파악하기 위해 직접 업체를 방문하여 전력을 측정하였으며 각 용도별로 조도를 측정하여 현재 표준치인 KS규격과 비교하였다. 조사대상 중 실제 회수된 업체수는 1,440개소이다. 조사표 발송대상 선정시 에너지이용합리화법에 의한 전기관리 지정업체와 전력회사에서 제공받은 자가용 전기설비 업체를 중심으로 발송하였으므로 계약용량이 큰 업체군에는 수용가수에 비하여 많이 발송이 되었고 회신도 비교적 많이 되었다. 이는 1000kW미만의 업체군이 수용가수로는 99.9%이상을 차지하지만 전력사용량은 43%에 불과하기 때문에 합리적인 선택으로 판단된다. 표본수는 통상적으로 신뢰수준 95%에서 허용오차 5%의 수준에서 조사결과가 산출될 수 있도록 결정되어야 한다.

이번 조사는 2.58%의 허용오차를 가짐으로 통계적으로 충분한 신뢰성을 가지게 된다.

2.2 보급실태조사결과

2.2.1 조명기기 설치대수

국내 조명기기의 전체 설치대수는 약 5억 6천만대에 달하는 것으로 조사되었으며 광원 중 형광등이 305,489천대(56.4%)로 가장 높은 점유율을 보이고 있다. 건물에 설치된 조명기기 대수는 486,582천대(86.8%), 산업체는 74,211천대(13.2%)에 달하는 것으로 나타났다.

<표 1> 조명기기 설치대수 (천대)

구분	형광등	서크라인	백열등	전구식	HID	할로겐	기타	합계
건물	245,154	35,413	109,525	60,671	8,933	19,945	6,942	486,582
	50.4%	7.3%	22.5%	12.5%	1.8%	4.1%	1.4%	100%
산업	60,335	118	5,887	1,718	5,649	337	167	74,211
	81.3%	0.2%	7.9%	2.3%	7.6%	0.5%	0.2%	100%
합계	305,489	35,531	115,412	62,389	14,582	20,281	7,109	560,793
	54.5%	6.3%	20.6%	11.1%	2.6%	3.6%	1.3%	100%

2.2.2 조명기기 설치용량

건물과 산업체를 포함한 전체 조명기기의 용량은 약 33,856(MW)였으며 건물과 산업체의 비율은 각각 80.2%와 19.8%로 것으로 나타났다. 특히, 설치대수에서 나타난 건물의 86.8%, 산업체의 13.2%와 비교해 보면 산업체의 조명기기들이 건물에 비해 상대적으로 대용량의 기기들이 많이 설치되어 있는 것을 알 수 있다.

전구식 형광등의 경우 설치대수에서는 11.1%의 점유율을 보여 주었으나 설치용량에서는 3.0%를 차지하는 반면 HID등은 설치대수에서는 2.6%를 차지하고 설치용량에서는 10.2%를 차지하고 있는 것은 전구식 형광등이 대부분 소용량인 반면 HID등은 타 광원에 비해 대용량인 것을 알 수 있다.

<표 2> 조명기기 설치용량 [kW]

구분	형광등	서크라인	백열등	전구식	HID	할로겐	기타	합계
건물	14,912	1,367	5,830	987	2,019	1,245	776	27,136
	55.0%	5.0%	21.5%	3.6%	7.4%	4.6%	2.9%	100.0%
산업	4,748	4	440	29	1,430	50	20	6,721
	70.6%	0.1%	6.6%	0.4%	21.3%	0.7%	0.3%	100.0%
합계	19,660	1,371	6,271	1,015	3,449	1,295	796	33,856
	58.1%	4.0%	18.5%	3.0%	10.2%	3.8%	2.4%	100.0%

2.2.3 건물용도별 단위면적당 조명기기 설치용량

단위면적당 조명기기 설치용량이 가장 큰 건물은 상가/백화점으로서 74.7(W/m<sup>2</sup>)에 달하는 것으로 나타났으며 가장 낮은 건물은 주택으로서 15.3(W/m<sup>2</sup>)에 불과한 것으로 나타났다.

2.2.4 건물용도별 조명전력 원단위

상가/백화점 건물이 가장 높은 81.9(kWh/m<sup>2</sup>년)로 나타났다. 조명부하 밀도는 높지 않지만 건물 특성상 24시간 운영이 불가피한 숙박시설과 보건시설의 조명전력 원단위가 각각 46.4(kWh/m<sup>2</sup>년), 45.4(kWh/m<sup>2</sup>년)로 타용도 건물에 비해 비교적 높은 수준을 유지하고 있는 반면, 주택은 조명부하밀도에 비해 조명전력 원단위가 5.5(kWh/m<sup>2</sup>년)에 불과한 이유는 각 조명기기의 점등시간이 매우 짧음에다 상시 점등조명부하도 적기 때문인 것으로 판단된다.

## 2.3 건물 용도별 조명기기 보급현황

### 2.3.1 광원별 설치대수

건물에 설치되어 있는 주 광원은 직관형 형광등으로서 50.4%를 차지하고 있고 보조광원인 백열등은 22.5%, 전구식형광등은 12.5%를 점유하고 있는 것으로 나타났다. 특히, 고효율 광원으로서 백열등의 대체 광원인 전구식 형광등의 보급이 크게 증가하는 추세를 보이고 있다.

<표 3> 용도별 광원별 조명기기 분포현황

구분	형광등	서크라이인	백열등	전구식	HID	할로젠	기타	합계
주택	25,608	25,037	30,844	13,737	530	942	418	97,115
	26.4%	25.8%	31.8%	14.1%	0.5%	1.0%	0.4%	100.0%
상가	100,554	3,295	14,460	14,787	3,494	8,323	1,756	146,668
/백화점	68.6%	2.2%	9.9%	10.1%	2.4%	5.7%	1.2%	100.0%
숙박시설	29,144	6,172	51,007	20,607	1,783	6,029	2,866	117,608
	24.8%	5.2%	43.4%	17.5%	1.5%	5.1%	2.4%	100.0%
운수	9,789	11	670	467	667	250	34	11,888
/부선업	82.3%	0.1%	5.6%	3.9%	5.6%	2.1%	0.3%	100.0%
금융	6,570	20	294	279	97	65	112	7,438
	88.3%	0.3%	4.0%	3.8%	1.3%	0.9%	1.5%	100.0%
사무공간	29,301	625	4,487	4,942	709	2,094	417	42,576
	68.8%	1.5%	10.5%	11.6%	1.7%	4.9%	1.0%	100.0%
공공건물	20,163	70	2,463	2,815	548	650	525	27,233
	74.0%	0.3%	9.0%	10.3%	2.0%	2.4%	1.9%	100.0%
교육시설	13,246	135	2,690	1,723	469	667	693	19,623
	67.5%	0.7%	13.7%	8.8%	2.4%	3.4%	3.5%	100.0%
병원	5,777	27	923	674	97	484	6	7,988
	72.3%	0.3%	11.6%	8.4%	1.2%	6.1%	0.1%	100.0%
기타	5,003	21	1,685	640	540	440	116	8,444
	59.2%	0.2%	20.0%	7.6%	6.4%	5.2%	1.4%	100.0%
합계	245,154	35,413	109,525	60,671	8,933	19,945	6,942	486,582
	50.4%	7.3%	22.5%	12.5%	1.8%	4.1%	1.4%	100.0%

## 2.4 산업 업종별 조명기기 보급현황

건물의 경우 직관형광등이 50.4%를 차지하고 있는 반면 산업체는 이보다 훨씬 의존도가 높은 81.3%에 달하는 것으로 조사되었다.

업종별로는 금속 업종이 12,748[천대]로 전체의 21.1%를 차지하고 있었으며 그 다음으로 섬유(4,975[천대]), 화공(2,974[천대]) 업종이 각각 8.3%, 4.9%를 차지하고 있다.

백열등과 HID등의 보급대수는 각각 5,887천대(7.9%), 5,649천대(7.6%)로 비슷한 수준을 보이고 있다. 직관형광등의 경우 금속 업종이 12,748[천대]로 전체의 21.1%를 차지하고 있었으며 그 다음으로 섬유(4,975천대), 화공(2,974천대) 업종이 각각 8.3%, 4.9%를 차지하고 있다.

<표 4> 산업업종별 조명기기 설치현황

구분	형광등	서크라이인	백열등	전구식	HID	할로젠	기타	합계
금속	12,748	2	1,055	810	1,678	41	14	16,348
	78.0%	0.0%	6.5%	5.0%	10.3%	0.2%	0.1%	100.0%
섬유	4,975	11	440	37	617	2	9	6,083
	81.8%	0.2%	7.2%	0.6%	10.1%	0.0%	0.0%	100.0%
식품	1,253	15	117	4	607	1	3	2,000
	62.6%	0.8%	5.9%	0.2%	30.4%	0.0%	0.1%	100.0%
요업	303	2	34	1	165	17	-	521
	58.2%	0.3%	6.5%	0.1%	31.6%	3.3%	0.0%	100.0%
제지목재	1,008	-	145	5	597	2	4	1,761
	57.2%	0.0%	8.2%	0.3%	33.9%	0.1%	0.2%	100.0%
화공	2,974	4	137	23	467	2	0	3,607
	82.4%	0.1%	3.8%	0.6%	12.9%	0.1%	0.0%	100.0%
산업기타	37,074	84	3,958	839	1,517	272	146	43,891
	84.5%	0.2%	9.0%	1.9%	3.5%	0.6%	0.3%	100.0%
합계	60,335	118	5,887	1,718	5,649	337	167	74,211
	81.3%	0.2%	7.9%	2.3%	7.6%	0.5%	0.2%	100.0%

## 2.5 조명분류별 현황

### 2.5.1 직관형광등용 안정기 현황

안정기의 점등방식은 건물과 산업체 모두 전자식 안정

기의 비율이 거의 절반을 차지하는 것으로 조사되었다. 산업체는 건물에 비해 설치대수는 적지만 비율면에서는 54.5%를 차지해 건물에 비해 약 8% 높은 점유율을 보여주고 있다.

건물의 용도별로 보면 주택은 일 점등시간이 짧아 경제성이 떨어지기 때문에 전자식 안정기의 비율이 16.5%에 불과한 것으로 나타났다. 점등시간이 비교적 길고 조명전력 사용량이 많은 상가/백화점 및 통신폭은 전자식 안정기의 비율이 타 업종에 비해 높게 나타났다.

<표 5> 형광등용 전자식 안정기 현황 [천대]

구분	건물		산업체		전체	
	대수	비율	대수	비율	대수	비율
글로벌스타트	37,367	25.1%	6,153	17.2%	43,520	23.6%
	42,376	28.5%	10,124	28.3%	52,500	28.4%
래피드스타트	69,130	46.4%	19,497	54.5%	88,627	48.0%
	148,873	100.0%	35,774	100.0%	184,647	100.0%

### 2.5.2 32W 고효율 형광램프 현황

건물용도 중 조명전력 사용량이 많고 점등시간이 비교적 긴 상가/백화점과 금융업 건물의 경우 26mm 32W 형광램프의 보급율이 각각 37.3%, 41.4%에 달하는 것으로 나타났다.

산업체의 경우 32W램프의 보급율이 가장 높은 업종인 식품업종은 9.7%였으며, 가장 낮은 업종은 요업으로서 0.5%에 불과한 것으로 조사되었다.

<표 6> 32W 형광등 현황 [천대]

구분	건물		산업		전체	
	대수	비율	대수	비율	대수	비율
32W 직관형광등	51,815	21.1%	4,329	7.2%	56,144	18.4%
합계	245,154	100.0%	60,335	100.0%	305,489	100.0%

### 2.5.3 HID등 현황

HID램프는 전체 조명기기 설치대수의 2.6%인 39,093천대가 설치되어 있고, 그 중 메탈할라이드등의 점유율은 건물과 산업체 모두 47.3%와 61.6%로 가장 높은 점유율을 보여주고 있는 것으로 조사되었다.

## 2.6 조명 전력사용량

조명 전력사용량은 전체 전력사용량의 13.2%를 차지하고 있다. 이는 가로등 및 농림어업, 광업부문을 제외한 것으로써 이 부문의 전력사용량까지 포함한다면 이보다 약간 높은 점유율을 보일 것이라고 추정된다.

<표 7> 조명전력사용량 [MWh]

구분	전체전력사용량(A)	조명전력사용량(B)	조명전력비율(B/A)
건물	84,400,448	22,732,141	26.9%
산업체	116,383,175	3,848,189	3.3%
전체	200,783,623	26,580,330	13.2%

## 2.7 건물용도별 조도 분포 현황

건물용도별, 구역별 조도를 측정된 결과 KS 기준조도에 비해 전반적으로 낮은 수준을 유지하고 있는 것으로 나타났다. 사무실의 경우, 실제 업무공간은 KS 기준 조도보다 높게 나타났으나 업무와 상관없는 구역인 로비나 승강기홀, 회의실은 높게 나타났다.

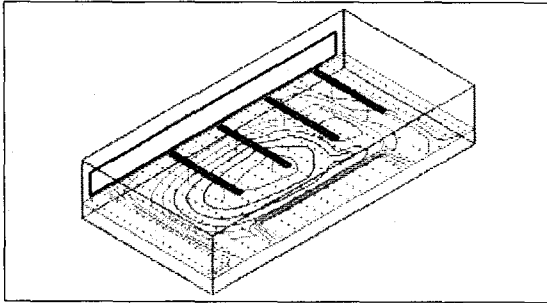
병원의 경우는 수술실을 제외한 거의 전 구역에서 KS기준조도에 비해 낮게 나타났으며 백화점/상가는 전반적으로 KS기준조도와 유사하게 조사되었다.

호텔과 학교, 주택의 경우도 대부분의 구역에서 기준 조도에 비해 낮게 조사되었으며 예외적으로 학교의 강의실과 컴퓨터실에서는 약간 높은 조도를 보여주고 있었다.

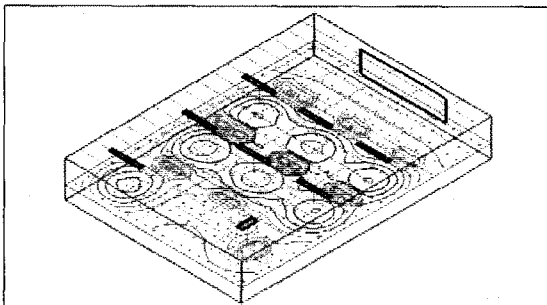
<표 8> 용도별 평균조도 현황 [lux]

사 무 실	구역	사무실	회의실	현관	전산실	복도 /계단	로비	승강기실	
속정조도		303	392	120	394	64	278	71	
	KS기준	400	200	100	400	100	100	100	
병 원	구역	전반 조명	병실	복도 /계단	승강기실	수술실	로비	검사실	조계실
	속정조도	195	187	56	82	7,320	177	320	422
KS기준	400	200	40	100	1000	200	400	1000	
백 화 점	구역	전반 조명	진열장	진열대	일반	진열장	진열함	식용부	복도 /계단
	속정조도	212	1,983	1,419	852	969	1,534	605	48
KS기준	1000	2000	2000	1000	2000	2000	400	200	
호 텔	구역	로비	객실	욕실	승강기실	복도 /계단	휴게실	식당	
	속정조도	111	209	137	151	25	154	133	
KS기준	200	100	100	100	100	200	200		
학 교	구역	컴퓨터실	이학	강의실	도서관				
	속정조도	468	175	228	263				
KS기준	200	200	200	400					
주 택	구역	현관	거실	방	복도	욕실	식당	테이블	
	속정조도	35	150	105	17	130	112		
KS기준	100	200	40	100	100	400			
공 방 (A1)	구역	대합실 (출발)	대합실 (도착)	대합실 (일반)	검색대	휴게실	외전실	수속	순발권
	속정조도	302	281	153	187	171	166	358	
KS기준	400	400	400	1000	400	400	400	1000	

다음의 그림은 조도 프로그램 (Lumen-Micro)에 의해 작성된 것으로 조명기기의 위치, 개수, 조도면의 넓이 등에 의해 각각의 특성을 나타내고 있음을 알 수 있다. 조도 곡선상에 나타난 숫자는 그 지점에서의 조도를 나타낸 것으로써 등고선과 마찬가지로 같은 조도끼리 선으로 연결되어 있는 것을 알 수 있다.



<그림 1> 병원조제실의 조도곡선 분석

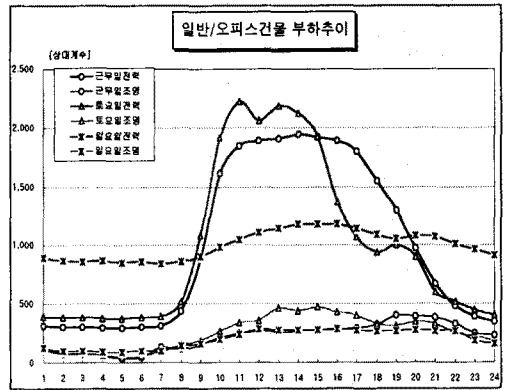


<그림 2> 사무실의 조도곡선 분석

## 2.8 건물의 조명전력 분석

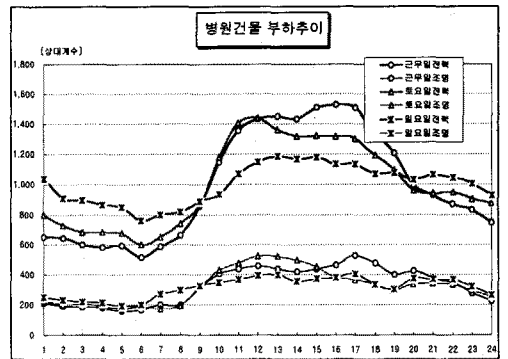
건물의 대표 및 표본건물의 부하형태는 대체적으로 그 차이가 별로 나지 않고 비슷한 추이를 보이고 있는 것으로 조사되었다.

공공, 일반/오피스건물과 학교건물은 평일부하(월~토요일오전)의 형태와 주말 오후~일요일 부하의 차이가 선명하게 나타났고 일요일 부하는 거의 일직선에 비슷한 형태의 부하곡선을 나타내고 있는데 이는 근무시간이 시작되는 시점인 8~9시에 조명 및 전열부하(사무용기기, PC등) 급증하기 시작하고 점차 냉동공조설비의 가동으로 점심시간이후에 최대전력이 나타나고 일과시간 이후에는 전력부하가 감소하는 경향을 나타내고 있는 형태이다.



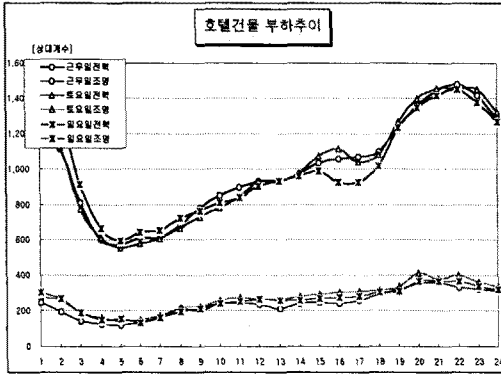
<그림 3> 일반/오피스건물 부하추이

백화점/상가건물은 전요일의 부하형태의 차이는 거의 없이 매장시간에 조명, 전열, 냉방부하가 운영됨에 따라 공공, 일반/오피스 건물의 형태와 유사하게 나타나고 있다. 병원건물은 앞서 나열된 건물용도와 부하형태는 유사하나 최대와 최저부하의 폭과 상승곡선이 다소 완만하게 나타나고 있음을 보이고 있다.



<그림 4> 병원건물 부하추이

호텔건물은 주간에 비해 상대적으로 아침과 저녁의 부하가 높게 나타내고 있는데 이는 객실, 냉방방식, 오락시설 및 부대시설 등의 부하로 인한 결과로 보여진다.



〈그림 5〉 호텔건물 부하추이

## 2.9. 고효율 조명기기 보급촉진을 위한 개선방안

### 2.9.1 기기별 기본전략

- 형광램프는 현행의 관경 32mm 램프를 26mm 및 16mm 램프로 전환
- 26mm 및 16mm 램프 전용 전자식 안정기의 공급 기반 및 기술적 신뢰성 확보
- 기존 자기식 안정기에서 절전형 자기식 안정기로의 전환
- 백열등 자체를 고효율형으로 개선

### 2.9.2 정부지원

- 금융지원 및 세제지원 확대
  - 중소기업에 대한 금융지원 확대
  - 미개발 고효율 기기의 수입 관세 감면
- 리베이트 제도의 지원대상품목 확대
  - 고효율기기의 보급확대를 위해 궁극적으로 전력회사와 수용가 양측 모두에게 경제적인 이익을 줄 수 있는 품목을 확대하고 시행기간도 연장토록 검토

### 2.9.3 대형건물의 고효율화 기기 전면 개체 사업

- 특정 건물군을 상대로 집중적인 고효율화 기자재로의 개체(공공 건물에 대해서는 연면적 1만 m<sup>2</sup> 또는 전력사용량이 400만kWh이상이인 건물에 대해 시행하고 있음)
- 대상품목 : 32mm 형광램프 시스템을 26mm형광등 시스템으로 교체, 백열전구를 콤팩트 형광등으로 교체

### 2.9.4 신축건물의 고효율기기 사용 의무화

- 모든 건물의 신축(증, 개축 포함)시 32mm 40W형 형광램프 시스템 대신 반드시 2등급 이상 26mm 32W 형광램프 시스템 및 고효율기기 사용을 의무화 (현재 공공건물의 경우 신, 개축시 우선적으로 사용토록 국무총리령으로 권고하고 있음)

### 2.9.5 ESCO와의 성과배분 계약제도 활용

- ESCO(에너지절약 전문기관)의 역량, 시장 창출 및 육성을 통하여 해결
- 건물의 효율적 에너지관리를 위한 방법론 검토(해외 선진사례 분석 등)

### 2.9.6 주택 및 중소형건물의 고효율조명기기 보급

- 고효율 조명기기의 중점 보급대상이 대형건물이나 산업체에 치중되어 있음
- 선진국처럼 고효율 조명기기에 대한 쿠폰(coupon)제도등을 도입하여 소규모 상가나 일반 주택에서도 리베이트 제도를 활용할 수 있는 제도 보완 필요

## 3. 결 론

조명기기 실태조사 결과 국내 건물 및 산업체에 설치되어 사용중인 조명기기 대수는 560,793천대, 용량은 33,856MW에 달하는 것으로 조사되었다. 조명 부분의 전력 사용량은 26,850GWh/년으로써 총전력 사용량의 13.2%를 차지하고 있으나 금번 조사대상에서 제외한 가로등 및 농림어업, 광업부문을 포함할 경우 약 14%에 달할 것으로 추정된다.

아울러 실태조사 결과

- 40W 직관형 형광등용 안정기의 경우 전자식 보급율이 48%로 매우 높은 편이었으며
- 32W 고효율 형광램프 보급율은 18.4%로 아직은 낮은 수준이었으나 본격적인 보급시기가 95년인 것을 감안하면 급속한 보급추세를 보이고 있는 것으로 판단되고
- 특히 HID(고압방전등)램프 중 메탈 할라이드 램프의 보급율이 크게 증가하여 대수로는 1.8%, 용량면에서는 7.4%를 차지하고 있는 것으로 조사되었다.
- 건물 용도별 구역별 조도를 측정한 결과 전반적으로 KS기준에 미달하였으며 특히, 구역별 조도는 KS기준에 비해 25%에서 270%까지 편차가 매우 심한 것으로 나타났다.

따라서 금번 실태조사를 바탕으로 2.9.3~2.9.6 등의 고효율 기기의 보급확대를 위한 다양한 프로그램 개발 및 적정조도 유지를 위한 설계자료의 새로운 적용기법이 필요한 것으로 나타났다.

(참 고 문 헌)

- [1]일본 조명학회지, 신광원 개발의 동향 평년10년, 제 82권, 제 6호
- [2]지철근, 조명원론 1998년
- [3]여인선, 고효율 조명용 광원의 동향
- [4]한국 조명 전기설비 학회, 에너지기술연구원 조명효율 향상을 위한 기반조사 연구 1998
- [5]전기학회지, 조명광원의 신기술 동향 47권 8호, 1998.8
- [6]일본 전기평론지, 최근의 조명기술 동향 1998.4
- [7]통상산업부, 고효율 조명기기 기술개발 성과 발표집 1996.6
- [8]한전 수유관리실, 고효율 조명기기 보급 지원제도 98실적 평가 및 향후 추진계획 1998.1
- [9]에너지관리공단, 해외 에너지 절약정책 및 효율향상 프로그램 1996.12
- [10]한전전력경제처, DSM 프로그램별 효과 측정 및 평가 1996.6
- [11]통상산업부, 고효율 조명기기 보급방안 연구 보고서 1995.2
- [12]전기학회지, 조명산업의 동향과 전망 제 47권8호, 1998.8