



조명광원기기 기술DB조사

정봉만 · 박석인 <한국에너지기술연구원>
김 훈 · 한종성 <강원대학교>

이 자료는 에너지관리공단과 한국에너지기술연구원에서 수행한 에너지기술 DB 조사사업의 하나로 수행된 조명광원관련 기술 DB조사 결과이다. 각 광원별 기술DB자료는 에너지기술 DB보고서를 참고하시기 바랍니다.

위는 현재 보편적으로 보급, 사용되고 있고, 광원전력의 대부분을 차지하고 있는 백열전구, 형광등, 고압방전등을 대상으로 표 1에서와 같이 세부기기를 분류하여 11개 기술을 사업범위로 선정하였다.

1 기술조사의 범위

조명기술은 광원(Lamp), 광원을 점등시키는 점등회로(안정기, Ballast) 및 조명기구(Fixture) 기술로 분류되며, 각각 독립적인 기술적 특성을 지니고 있다. 즉 조명기술은 이들 세 기술을 종합화한 시스템기술이라 할 수 있다.

조명기기분야에서 조명기구기술은 광원의 효율을 높여주기 위한 기술로 전력을 전혀 소비하지 않는다. 따라서 이번 조사에서는 제외하였으며, 안정기기술은 전체 조명기기분야 소비전력에서 차지하는 비율이 20(%) 미만이지만, 동일 광원기술에 대한 안정기 종류가 다양하고, 그 수명이 동일 광원에 대해서도 편차가 너무 심하여, 보급량추정을 단시간내에 하기는 어려워 제외하였다. 광원기술은 크게 백열전구, 형광등, 고압방전등(HID)으로 분류되며, 최근 미래광원으로 부각되는 무전극 램프, LED 램프 등은 신 광원으로 분류되어 제한적으로 보급되고 있다. 따라서 사업범

표 1. 조명기기 기술분류표(사업범위 : 음영부분)

| 분 야 | 대분류 | 중분류 | 세부 기기 |
|--------|-------|--------|---------|
| 조명기기 | 광원기술 | 백열전구 | 일반조명용 |
| | | | 할로겐 전구 |
| | | | 반사형 전구 |
| | | 형광등 | 직관형 |
| | | | 환형 |
| | | | U형 |
| | | | 컴팩트 |
| | | | 안정기 내장형 |
| | | 고압방전등 | 나트륨 램프 |
| | | | 메탈램프 |
| | | | 수은램프 |
| | | | 무전극램프 |
| | 신광원 | LED | |
| | 안정기기술 | 형광등 | 자기식 |
| | | | 전자식 |
| | | 고압방전등 | 나트륨 램프 |
| | | | 메탈램프 |
| | | | 수은램프 |
| 집어등 | | | |
| 조명기구기술 | 등기구 | 형광등기구 | |
| | | 가로등기구 | |
| | | 터널등기구 | |
| | 조명제어 | 조명제어장치 | |
| | | 센서등 | |

1.1 기술 DB 조사 항목

광원기술의 대표적 특성치는 광원의 용량, 효율 및 평균수명이다. 또한 보급량을 추정하기 위해서는 광원의 공급수량과 사용시간 그리고 교체수명에 대한 자료가 있어야 하며, 광원기술 시장의 규모를 보기 위해서는 광원의 가격을 조사하여야 한다. 따라서 광원기술의 세부조사항목은 다음과 같다.

1. 평균용량((W)) : 조사대상 세부기술별로 가장 많이 보급되고 있는 3가지 제품의 용량의 평균을 각각의 공급수량을 고려한 값
2. 평균효율((lm/W)) : 조사대상 세부기술별로 가장 많이 보급되고 있는 3가지 제품의 효율의 평균을 각각의 공급수량을 고려한 값
3. 평균수명(h) : 이론적 수명
4. 교체수명(년) : 조명현장에서 실질적으로 교체하는 평균기간
5. 년평균사용시간(h/년) : 연간 평균적으로 사용하는 시간
6. 평균가격(원/개) : 조사대상 세부기술별로 가장 많이 보급되고 있는 3가지 제품의 가격 평균을 각각의 보급수량을 고려한 값
7. 공급수량(천개) : 연간 시장에 공급된 총 수량
8. 시장규모(억원/년) : 공급수량 X 평균가격
9. 보급수량(천개) : 공급수량에 개별기술별 교체수명을 고려하여 현재 시장에 보급되어진 량
10. 보급용량((MW)) : 보급수량 X 평균용량
11. 소비전력((GWH)/년) : 보급용량 X 년평균 사용시간

2. 기술 조사 방법

2.1 기술 특성 조사방법

광원분야의 기술의 특성 및 보급률/이용률은 사용 형태가 광범위하여 전수 조사가 불가능하여 1994년,

1999년 에너지관리공단에서 수행한 “조명기기 보급 실태조사”를 바탕으로 설문조사와 현장조사결과를 활용하여, 그 이후 특성 변화치를 추정하여 반영하였다. 현장조사와 설문조사는 표 2와 같이 조명광원의 사용분야를 분류하여 사용분야별로 대표적인 대상을 선정하여 조사하였다.

현장조사 및 설문조사의 내용은 각 세부기술별로 많이 사용되는 세가지 제품과 기타제품의 사용대수, 교체수명, 일평균 사용시간, 월평균 사용일수, 사용분야의 5가지이고, 전체 설문 대상 업체는 100곳으로 설문이 회수된 곳은 53개(방문조사 26, 우편조사 27), 미회수된 곳은 47개(우편조사 47개)이다.

기술의 개요 및 평균 수명자료는 IESNA와 일본조명학회의 Lighting Handbook과 램프 전문 제조회사의 램프 카달로그를 참조하여 조사되었다.

사용분야는 기존 1999년 한국전력에서 발간하고 에너지관리공단에서 수행한 조명기기 보급 실태조사 결과자료를 바탕으로 하였고, 조명기기보급 실태조사에서 조사되지 않은 반사형 백열전구는 일반조명용 백열전구와 동일한 비로 분포된 것으로 가정하였으며, U형 및 콤팩트형광등은 직관형, 환형, 안정기 내장형의 평균 분포로 가정하였다. HID등의 경우는 조명기기보급 실태조사자료에서 세부기술인 나트륨, 메탈, 수은으로 분류되지 않아 현장 및 설문조사 자료를 반영하여 사용분야의 분포를 결정했다.

표 2. 조명기기 실태조사 사용분야 분류표

| 자체 분류 | 조명기기 보급 실태조사 분류 |
|------------|---------------------------------|
| 일반/공공주택 | 주택 |
| 상가/백화점/숙박 | 상가/백화점, 숙박시설 |
| 사무/공공건물 | 사무공간, 공공건물 |
| 학교/병원 | 학교시설, 보건시설 |
| 운수/스포츠/기타 | 운수/통신업, 건물기타 |
| 산업체(제조/판매) | 식품, 섬유, 제지/목재, 화공, 요업, 금속, 산업기타 |

평균용량과 평균효율은 각 세부기술별로 많이 보급되는 세가지 기술제품의 용량과 효율을 공급수량을 고려하여 평균한 값이다. 예를 들어 세부기술의 세가지 주요품목의 용량이 각각, A, B, C 이고, 효율이 각각 D, E, F 라면 평균용량 및 평균효율은 다음과 같다.

$$\text{평균용량(효율)} = \frac{(A \times D) + (B \times E) + (C \times F)}{(D + E + F)}$$

년 평균 사용시간 및 교체수명은 현장조사 및 설문조사 결과를 바탕으로 관련 업계 전문가들의 자문을 통해 그 값을 결정하였다.

평균가격은 사단법인 한국물가정보의 종합물가정보, 2005년 7월호 자료를 참고하여 현재 시장가격을 조사하여 위 평균용량식과 같이 세가지 품목의 공급수량을 고려하여 결정하였다.

광원기술의 특성치 자료의 최종결과는 관련 전문가 회의를 거쳐 수정 보완되었다.

2.2 기술보급현황 조사방법

우리나라 조명광원을 생산하는 중규모 이상의 기업들 대부분은 한국조명공업협동조합의 소속으로 되어 있다. 따라서 조명광원의 보급현황을 조사하기 위해서는 이 업체들의 공급량을 조사하면 보급현황을 추정할 수 있다.

한국조명공업협동조합의 협조를 통해 조명조합소속 업체들의 광원기술 11개 세부기술의 주요 세가지 품목과 기타품목의 1999년에서 2003년까지의 생산, 수출, 수입, 내수량을 조사하였다.

이 조사자료에서 국내보급량과 관련있는 자료는 내수량이다. 이 내수량은 세부기술별 당해 국내에 공급된 총량을 나타내고 있다. 그러나 이 공급량은 한국조명공업협동조합에 가입하지 않은 회사들의 생산량과 소규모 무역상들의 수입량이 포함되지 않았다. 따라서 이러한 수량은 조명관련 전문가회의를 거쳐 관련

업계 전문가들의 의견을 반영하여 기존 공급량자료에 가중치를 부여하여 국내 총 공급량을 조사하였다.

예를 들어 일반조명용 30(W) 백열전구의 경우 2003년도 조명공업협동조합 소속 업체들의 총 공급량은 11,558,000개로 조사되었으나, 백열전구 업계와 관련 전문가들의 의견을 수렴하여 가중치를 5(%) 더 계산하여 12,135,900개로 확정하였다.

조명 광원 세부기술의 특성상 다른 분야의 보급현황조사와는 달리 대부분 1~2년 안에 세부기술의 제품들은 수명이 다하여 교체를 하게 된다. 따라서 1999년도에서 2003년까지의 국내 총 공급수량 데이터를 가지고 보급량을 추정하기 위해서 다음과 같은 방법을 사용하였다.

교체수명이 1년 미만인 세부기술의 보급현황은
당해연도 보급현황 = 당해연도 총공급량 × 교체수명,

교체수명이 1~2년 미만인 세부기술의 보급현황은
당해연도 보급현황 = 당해연도 총공급량 + 전년도
총공급수량 × 교체수명,

교체수명이 2~3년 미만인 세부기술의 보급현황은
당해연도 보급현황 = 당해연도 총공급량 + 전년도
총공급량 + 전전년도 총공
급수량 × 교체수명

이다.

3. 기술조사 결과

광원분야의 세부기술들은 기술자재 특성 분석만으로도 의미를 가지지만, 광원분야 전체에서 기술이 가지는 특성을 분석하는 것도 중요하다. 표 3은 광원분야 11개 세부기술의 특성 분석결과이다.

그림 1에서 그림 7은 표 3의 자료를 특성치 별로 나타낸 그래프이다.

그림 1은 광원별 평균 용량을 나타낸 그림으로, HID램프들이 다른 램프들에 비해 200(W)이상의 큰 용량을 가짐을 볼 수 있다.

표 3. 광원기술 세부기술특성

2003년 기준(가격은 2005년 기준)

| 광원 | 단위 | 기술 특성 (산술 평균값) | | | | | 공급 특성 | | 이용 특성 | | |
|------|------|----------------|--------|------|--------|--------|---------|-------|---------|-------|---------|
| | | 양량 | 효율 | 교체수명 | 사용시간 | 가격 | 공급수량 | 시장규모 | 사용수량 | 전력용량 | 전력소비 |
| 전표구형 | 일반형 | 63 | 14 | 0.62 | 1,577 | 288 | 52,777 | 152 | 32,526 | 2,060 | 3,248 |
| | 할로겐 | 60 | 19 | 0.64 | 3,974 | 2,400 | 19,500 | 468 | 12,411 | 745 | 2,959 |
| | 반사형 | 73 | 15 | 0.86 | 2,250 | 7,652 | 291 | 22 | 250 | 18 | 41 |
| 에어형 | 직관형 | 32 | 85 | 2.00 | 3,632 | 1,316 | 122,414 | 1,611 | 214,123 | 6,776 | 24,610 |
| | 등근형 | 36 | 60 | 1.84 | 2,332 | 2,530 | 7,485 | 189 | 13,195 | 470 | 1,095 |
| | U형 | 35 | 85 | 1.44 | 3,023 | 2,100 | 212 | 4 | 383 | 13 | 40 |
| | 펄프트형 | 35 | 70 | 1.87 | 3,189 | 2,887 | 27,858 | 804 | 53,434 | 1,857 | 5,922 |
| | 전구형 | 20 | 62 | 2.14 | 2,149 | 6,529 | 21,556 | 1,407 | 49,526 | 1,004 | 2,158 |
| HID | 나트륨 | 231 | 110 | 2.13 | 3,637 | 13,255 | 742 | 98 | 1,706 | 394 | 1,434 |
| | 메탈 | 250 | 84 | 2.36 | 2,567 | 11,999 | 2,018 | 242 | 4,090 | 1,022 | 2,625 |
| | 수은 | 283 | 53 | 2.19 | 1,774 | 10,535 | 400 | 42 | 814 | 231 | 409 |
| 단위 | | [W] | [lm/W] | [년] | [시간/년] | [원/개] | [천개] | [억개] | [천개] | [MW] | [GWH/년] |

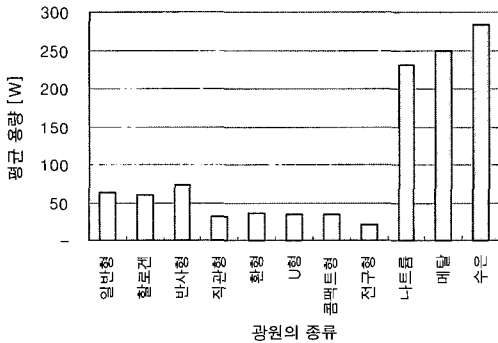


그림 1. 광원별 평균 용량

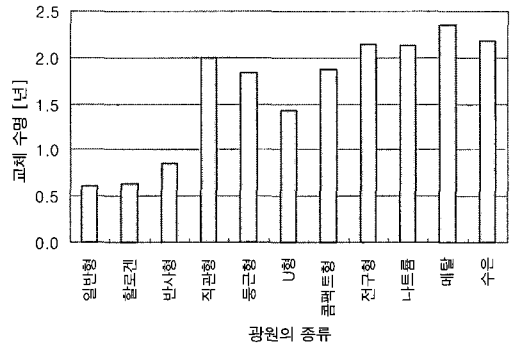


그림 3. 광원별 교체 수명

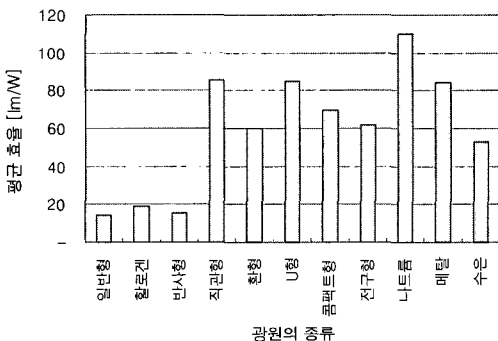


그림 2. 광원별 평균 효율

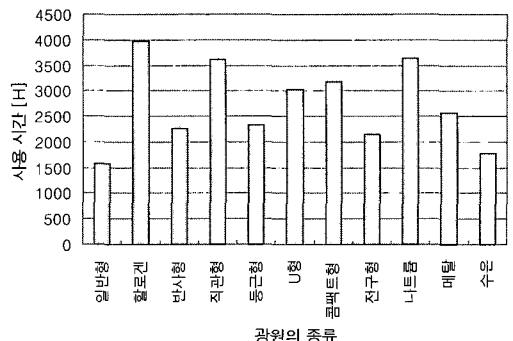


그림 4. 광원별 연간 사용시간

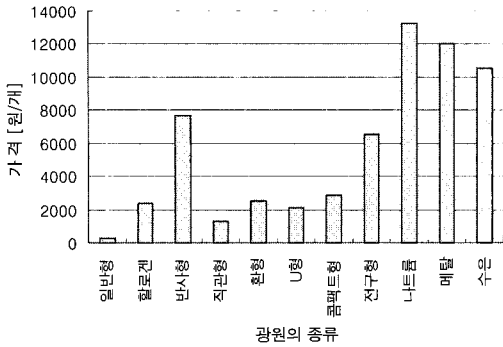


그림 5. 광원별 평균 가격

그림 2는 광원별 평균 효율을 나타낸 그림으로, 백열전구계열이 상대적으로 낮은 효율을 가지고 있다. 따라서, 에너지 절약 차원에서 백열전구 대신 콤팩트형이나 전구형 형광램프로 대체 수요가 계속적으로 많을 것이다.

그림 3은 광원별 교체 수명을 나타낸 그림이다. 다른 광원들에 비해 백열전구 계열의 교체 주기가 짧은 것을 볼 수 있다.

그림 4는 광원별 연간 사용시간을 나타낸 그림이다.

그림 5는 광원별 평균 가격을 나타낸 그림이다. HID램프들이 용량이 커서 다른 램프들보다 상대적으로 가격이 높다.

그림 6은 2003년도 광원별 총 공급량이다. 직관형 형광램프가 전체 공급량의 50[%]이상을 차지하고 있으며, 그 다음으로는 백열전구 일반조명용이 20[%]이상을 차지하고 있다.

그림 7은 2003년도 광원별 시장규모이다. 총 3,725억 광원시장에서 직관형 형광램프가 1,534억으로 약 40[%]정도의 시장을 형성하고 있다. 그 다음은 백열전구 일반조명용으로 704억으로 약 20[%]정도의 시장을 형성하고 있다.

2003년도 11개 광원세부기술의 국내 보급총량은 44,541[GWh]로 한전전력통계 기준 2003년도 국내

총 발전량 293,599[GWh]의 15.2[%]이다. 또한 조명기술 전체기준으로 볼 때 11개 광원 세부기술의 광원전체 시장에서의 점유율을 80[%], 안정기 소비전력을 광원용량의 15[%]로 반영할 때 국가 총 발전량의 약 21[%] 정도로 미국의 25[%]수준과 비슷하다.

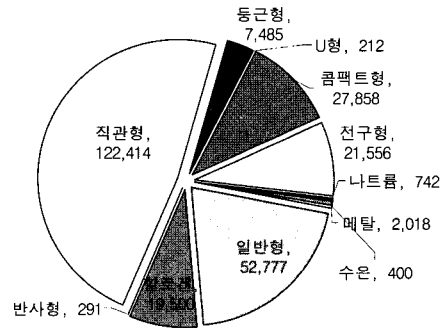


그림 6. 2003년 국내 총공급수량(천개)

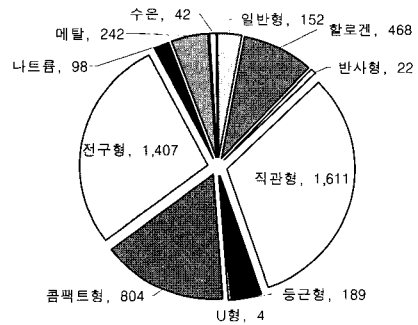


그림 7. 2003년 국내 광원시장 규모(억원)

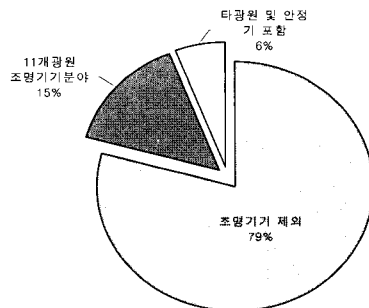


그림 8. 2003년 국가 총 발전량 대비 조명기기분야 전력량

4. 조사결과 요약

조명기기분야의 광원기술의 특성 및 보급현황을 조사하기 위해 기존 실태조사자료와 설문 및 현장조사 결과를 바탕으로 관련 전문가들의 의견을 수렴하여 11개 세부기기별 기술의 개념도, 기술의 개요, 년도별, 용량(기능)별 국내 수급 및 보급현황, 사용분야별 보급률, 이용률, 용량(기능)별 대표 특성값을 조사 분석하였다.

광원기술의 특성 부분은 6개 사용분야로 나누어 현장조사와 설문조사를 병행하여, 1999년 한전에서 조사된 "조명기기보급 실태조사" 자료를 기준으로 하여 비교 분석하였다.

광원기술의 보급량은 현재까지 정확한 통계가 조사된 적이 없어서, 한국조명공업협동조합에 소속되어 있는 조명업체들의 생산, 내수, 수출, 수입 물량을 조사하여, 국내 총 공급량의 기준 자료를 만들고, 조합에 소속되지 않은 소규모 무역상들의 물량을 조명관련 전문가회의를 통해 가중치를 구해서 현실적인 공급량 자료를 구하였다. 이 자료를 기준으로 광원별 교체수명을 고려하여 보급량을 추정하였다.

참 고 문 헌

- (1) 한국조명공업협동조합, 조명조합산업통계, 1999년~2003년.
- (2) 한국전력공사, 조명기기 보급 실태조사, 1994년, 1999년.
- (3) 김훈, 조명의 이론과 실제, 강원대학교 특성화사업단, 2002.
- (4) IESNA, Lighting Handbook, 9th ed., New York, 2000.
- (5) 照明學會, Lighting Handbook, 第2版, Ohmsha, 2003.
- (6) 램프 전문 제조회사의 램프 카탈로그 참조 (Philips, Osram 등), 2005.
- (7) (사)한국물가정보, 종합물가정보, 2005년 7월호

◇ 저 자 소 개 ◇



정봉만(鄭鳳晩)

1954년 12월 6일생. 1980년 연세대학교 전기공학과 졸업. 1984년 충남대학교 대학원 전자공학과 석사 졸업. 1990년 충남대학교 대학원 전자공학과 박사 졸업. 1980년 현재 한국에너지기술연구원 전기·조명기술연구센터 책임연구원. 1998~1999년 고효율조명시스템 연구회장. 주요관심분야 : 환경친화적 고효율 조명기술, 전력부하관리기술.



박석인(朴奭寅)

1974년 3월 19일생. 1997년 포항공대 전자전기공학과 졸업. 1999년 포항공대 대학원 전자전기공학과 졸업(석사). 1999년~현재 한국에너지기술연구원 연구원. 2005년~현재 한국과학기술원 전산학과 전자전기공학전공 박사과정.



김 훈(金 爠)

1958년 8월 6일생. 1981년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1983년 2월 서울대 공대 전기공학과 졸업(석사). 1988년 서울대 공대 전기공학과 졸업(박사). 1993년 호주국립대학 방문교수. 현재 강원대 공대 전기전자공학부 교수. 본 학회 총무이사.



한중성(韓鍾聲)

1960년 6월 27일생. 1988년 강원대학교 전기공학과 졸업. 1993년 강원대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2000년 강원대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1996년 3월~2004년 2월 세경대학 전기전자정보통신과 조교수. 현재 강원대학교 전기전자정보통신공학부 계약교수(조교수).