

## 조명부문 에너지 절감에 대한 세계 각국의 동향

金 昌 燮(에너지 資源技術開發支援센터 팀장)

金 燾(江原大 電氣工學科 副教授)

세계적으로 환경문제 및 에너지고갈과 관련하여 에너지 절감에 대한 노력이 활발하다. 특히 각국에서는 조명분야의 에너지 절감을 위하여 구체적인 보급전략을 수립하고, 이에 따라 여러 가지 사업을 활발히 수행하고 있다. 본고에서는 여러 나라의 고효율 조명 기기의 보급과 관련하여 각국의 사업 내용 및 보급전략, 법규 등에 관하여 고찰하기로 한다.

### 1. 미국

미국의 경우 조명기기 에너지절약에 관한 정부 및 민간단체의 강력한 제도적 규제와 지원 하에 절약형 조명기기 보급시책이 시행되고 있으며, 이는 주로 환경보호 측면의 영향에 기인되는 것으로 판단된다. 이에 따라 최근의 미국 연방입법에는 조명산업에 영향을 미치는 요소들이 매우 많이 포함되어 있다. 이들을 열거하여 보면 첫 번째는 저효율 제품들을 제거하기 위한 효율등급(Efficiency Standards)으로서, 안정기에 관련된 규정을 가지고 있는 "The National Appliance Energy Conservation Act of 1988"과, 램프와 등기구에 관련된 "The National Energy Policy Act"(EPACT)의 두 가지 법안과 관계가 있다. 두 번째는 EPACT에서 요구하는 등급표시제로서, 이

등급은 사용자가 램프와 등기구에 대하여 효율관련 정보를 가지고 원하는 제품을 결정하도록 도와주는 역할을 한다. 세번째로 EPACT는 각 州에 대해서 에너지 효율 건물등급을 채택하도록 요구하고 있으며, 에너지부(Department of Energy, DOE)에 대해서도 10개의 지역전시센터를 설립하여 조명을 포함한 효율높은 제품에 대한 정보 및 기술적 지원을 제공하도록 요구하고 있다. 또한 EPACT는 수요측관리(Demand Side Management, DSM)에 대하여 좀 더 많은 인센티브를 제공하도록 공공기관들에게 권장하고 있다. 마지막으로 이 입법은 전 연방기관에 대하여 효율적인 조명에너지 사용을 의무화하고, 서기 2000년까지 전 연방기관의 건물에 대해 조명에너지의 20%를 절감할 것을 우선적으로 요구하고 있다.

DOE에서는 연방에너지 관리프로그램(Federal Energy Management Program, FEMP)의 일부로서 효율적 조명기술에 대한 표준 사양 및 교육 프로그램을 개발하고 있다. 미국 환경청(Environmental Protection Agency, EPA)에서는 Retrofit 사업의 일환으로 Green Light Program을 운영하고 있으며, 이에 대해서는 별도의 원고에서 상세히 기술될 것이다.

민간 전력회사에서도 고효율 조명기기에 대한 리베이트 제도를 적극 실시하고 있으며 일부 회

사의 경우에는 전자식 안정기에 대해 소비자 가격보다 많은 보상금을 지급하고 있다.

에너지절감에 대한 여러 법안 및 시책의 영향으로 고효율 조명기기의 시장 점유율 증가 속도가 매우 높아졌으며 그 중 대표적인 기기의 시장 동향은 표 1과 같다. 미국에서의 연방입법과 주 규정, 리베이트 사업 등에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

### 1.1 National Appliance Energy Conservation Act of 1988

이 법안은 통상적인 4 feet와 8 feet 형광등용으로 효율적인 자기식과 전자식 안정기의 제조, 판매를 의무화하였다. 상업적 조명시설의 형광등 안정기는 최소 안정기 효율(Ballast Efficiency Factor; BEF)을 초과할 것이 의무화되었으며, 조광용, 저온용, 가정용 저역률 안정기들은 제외된다.

### 1.2 EPACK

이 법안은 1992년 10월 24일 발효되었으며, 전반적인 규정은 에너지 재생가능 자원, 자동차에서의 휘발유 대체 연료 권장, 저준위 방사성 폐기물 처리규정, 신규 원자로에 대한 연방허가 권장 및 새로운 원자로 설계 권장, 새로운 석탄기술 개발 촉진 등을 포함하고 있다.

EPACK에서의 조명규정은 다음과 같다.

(1) 램프와 조명시스템의 생산, 판매에 영향을 주는 에너지 효율등급을 의무화하였다.

(2) 연방통상위원회에 램프와 등기구의 표시규정 제정을 요구하였다. 등기구의 효율등급과 표시제는 조명산업계의 자발적 노력으로 만들어진 1995년 말부터 발효될 것이다. 이는 서로 다른

표 1. 미국의 고효율 조명기기 시장동향 (단위 : 백만개)

품 목	'89	'90	'91	'95(추정)
26mm 32W 형광램프	3	6	10	66 (20)
전구식 형광등	11.6	16.7	25.2	71.8
전자식 안정기	1.55	3.07	6.39	27.99 (39.4)

(비고) ( )는 동일품목에 대한 시장점유율(%)

등기구들의 효율을 쉽게 비교할 수 있도록 함과 동시에 소비자가 어떤 형태의 등기구를 구입할 것인지에 대한 정보를 제공할 것이다.

(3) 백열전구, 형광램프, HID 램프 중에서 특정 램프형에 대하여 효율등급이 개발되었으며, 백열전구, 형광램프의 표준은 1993년~1996년 사이에 조정될 것이다. 그리고 이 등급에는 백열전구의 경우 R 및 PAR형의 전구는 포함되나 일반 전구와 몇몇 특수전구는 제외되어 있으며, 형광램프의 경우는 고연색 T12 및 대부분의 T8형 램프는 요구사항을 만족시키도록 설정되어있다. 예를 들면 형광램프의 경우 표 2와 같은 특성을 만족시키지 못하는 램프는 생산, 판매, 수입이 금지된다.

이 최소효율을 적용시킬 경우 생산이 금지되는 형광램프들의 예는 표 3과 같으며, 38[mm], 40[W]형의 경우는 특별히 연색성이 높은 경우를 제외하고는 생산이 금지된다.

참고로 EPACK과 우리 나라의 효율목표치를 비교하면 표 4와 같다.

반사형 백열전구는 60[W]의 경우 최소 발광효

표 2. EPACK에서 규정한 형광램프의 최소효율

램프형태	공칭 램프 전력	최소 CRI	평균램프효율(LPW)	실시시기
4 foot medium bi-pin	> 35W	69	75.0	1995년10월
	< 35W	45	75.0	
2 foot U-shaped	> 35W	69	68.0	1995년10월
	< 35W	45	64.0	
8-foot-slimline	> 65W	69	80.0	1994년 4월
	< 65W	45	80.0	
8-foot high output	> 100W	69	80.0	1994년 4월
	< 100W	45	80.0	

\* Full Wattage F40, F96 또는 F96/HO 형광등은 CRI가 69이상이고 최소 LPW를 만족하는 것을 제외하고는 통과되지 못한다.

\* CRI가 82 이상이면 표준에 규정된 LPW는 제외시킨다.

표 3. EPACK에 의해 생산이 금지되는 형광램프의 종류

F40CW	F40WWX	F96T12/CW
F40WW	FB40CW	F96T12/CW/HO
F40W	FB40WW	F96T12/W/HO

을 11.0(lm/W)로서 이를 만족시키는 R 및 P-AR형의 전구는 없다. 또한 표준형의 백열전구는 효율규제는 없으나 반드시 램프효율을 표시하여야 한다. HID램프에 대한 표준은 1996년까지 제정될 것이다.

(4) EPACT에서는 에너지효율 조명전시 센터의 설립근거를 제공하고 있다. 이 센터는 비영리 기구로서 州, 지방단체들이 10개의 센터를 설립하고, 조명효율 증진을 위한 정보, 교육, 검사 그리고 훈련을 제공하도록 한다.

(5) EPACT에는 더 많은 인센티브와 리베이트 프로그램을 공급하도록 권장하는 조항이 포함되어 있다.

(6) EPACT는 모든 추가 ASHRAE/IES Standard 90.1-1989보다 같거나, 그보다 강화된 에너지 규정을 2년 내에 채택할 것을 요구하고 있다.

등기구 효율기준의 경우에는 현재 기준의 설정 방식과 기준치에 대하여 검토중이다. 이는 일반적으로 많이 사용되는 등기구군에 최저효율을 설정하는 것이다. 일반적으로 기구효율은

$$\text{기구효율} = \frac{\text{등기구에서의 광속}}{\text{광원에서의 광속}}$$

으로 계산되며 통상적으로 65~70[%]수준이고, 일부는 50[%]수준에 불과하다. 최근에는 보다 보편적인 개념으로서 등기구 효율등급(Luminaire Efficacy Rating, LER)의 채택이 검토되고 있다. 즉 LER은

$$\text{LER} = \frac{\text{광원에서의 광속} \times \text{안정기율} \times \text{기구효율}}{\text{기구입력전력}} \quad [\text{l m/W}]$$

으로 계산되며 기구효율보다는 조명의 시스템 효율을 더 잘 반영하고 있다. 단 LER기준을 설정하기 위해서는 등기구 분류가 필수적이며, 이는 Lawrence Berkeley 연구소에서 수행중이다.

표 4. 미국과 우리나라의 효율기준 및 KS 규격상의 효율 (lm/W)

EPACT의 최저 효율	우리나라 효율 등급		KS 규격	
	목표치	최저치	D	N
75.0	85.0	75.0	65.3	71.3
			W,WWL	75.0
			EX-N	81.3

### 1.3 각 주의 에너지절약 건축규정

48개의 주정부가 에너지 절약을 명시한 규정을 운용 중으로 그 중 대표적인 것은 뉴욕주의 에너지절약 건축규정이다. 이 규정은 1991년 3월 1일부터 발효되었으며, 신축 또는 개축 건물의 에너지절약 설계 시공 지침을 규정하고 있다.

조명관련 규정은 조명 기기와 조명시스템으로 구분하여 적용되며, 조명 기기의 경우 형광램프, 조명제어기기, 안정기, 등기구, 비상등 등의 최저 효율을 규정하고 있다. 조명시스템에 대해서는 실 내외 조명 시스템으로 구분하여 단위 면적당의 조명전력 허용기준을 명시하고 있다. 표 5에 조명전력 허용치를 예시하였다.

### 1.4 리베이트 사업 현황

대부분의 대규모 전력회사가 적극적으로 DSM을 실시중이며, 사업실시 동기는 자발적 혹은 정부의 지도에 의한 것이다. DSM사업실시의 근본 계기는 주로 환경 보호 압력에 의하여 발전 설비의 추가 시설이 어려워지는 것에 기인한다. 1993년까지 약 20억\$의 리베이트 비용이 지원되었고 '95년까지는 약 50억\$에 이를 것으로 예상되고 있다.

미국에서는 리베이트 제도의 실시에도 불구하고 콤팩트형광램프(CFL)의 판매가 예상보다 부진하였다. 이는 소비자가 가격부담을 크게 느끼고 기술적 신뢰성에 대하여 불신하며, 또한 소매

표 5. 뉴욕주 건축규정 상의 조명전력 허용기준

건물형태	조명전력 허용기준치 (watts/sq. ft)
사무실	2.4
상점	2.6
패스트 푸드점	1.5
식당	2.0
주택	1.2
교육시설	2.2
병원	2.4
공장	2.7
창고	1.4
도서관	2.5
유흥장	2.2
자동차 수리/판매점	2.3

점이 선호하지 않기 때문에 시장의 악순환을 초래하고 있다. 기존의 리베이트 방식은 이 악순환을 해결하지 못하였고 쿠폰제의 경우에도 비용적 측면에서 비효율적이라는 것이 판명되었다.

전력회사 SCE의 경우 9개월간 신문광고 등을 통하여 예상소비자(4500만 가구)에게 리베이트 쿠폰 판매를 시도하였고 사업결과 29,000개의 CFL을 판매하였다. 이 판매상황으로는 리베이트 직접비용 \$1에 대하여 관리비용은 \$2가 사용되어 실패로 판정되었다. 이는 총 사업비중 관리비용 비중이 약 70(%) 수준에 이르는 것을 나타낸다. 이에 따라 관리비용을 30(%)수준으로 줄이려는 지침을 확정하고, 제조자에게 리베이트 비용을 지급하는 시스템으로 전환하였다. 이 방식은 유통단계에서의 이윤은 원가에 대하여 비효율적으로 발생하므로 제조원가를 낮춘다면 소비자가격이 극적으로 낮아진다는 사실에 바탕하고 있다. 제조원가 \$10, 유통단계에서의 이윤을 67(%), 리베이트 비용을 \$5로 하고, 기존방식대로 소비자에게 리베이트를 지급하면 소비자는 형광램프를 \$11.7에 구입하게 되는데 비하여, 제조자에게 리베이트를 지급하는 경우 제조원가가 \$5로 낮아져 소비자는 \$8.35에 램프를 구입할 수 있게 된다는 것이다. 결론적으로 최종소비자 구매가는 \$3.35만큼 인하된 효과를 갖게 되었다. 이 방식의 사업으로 SCE는 1992년에 약 100만개의 CFL을 판매하고 5300만 (kWh)의 전력절감효과를 얻었으며, 전국적으로 이 방식의 사업을 확장하려는 시도가 진행되고 있다.

## 2. 일본

일본의 조명부분 에너지절약은 정부의 행정 지도보다는 민간차원에서 자율적으로 시행되고 있으며 이는 일본의 에너지절약사업이 이미 상당수준에 이르고 있고 국민들의 호응이 높기 때문으로 판단된다. 이미 26(mm) 형광램프 개발이 완료되어 상품화되었고 전체 광원 중 형광등 사용비중은 세계에서 최고 수준이다. 또한 재래식 안경기의 효율이 극대화되어 있다.

정부측에서도 70년대에 두 번에 걸친 석유위

기를 경험한 후 에너지 사용의 합리화에 관한 법률(성에너지법)을 1977년에 제정하여 각종 대책을 모색하였다. 즉, 에너지 소비의식 개혁, 산업구조의 재구축, 효율향상 기술의 진전 등의 노력으로 인하여 에너지 소비량의 증가가 없었다. 근래에는 경제활동, 국민생활이 활발해짐에 따라 에너지 소비량이 상승하는 경향을 보이고 있다. 특히, 민생부분에서의 에너지 소비량은 거주수준이나 환경성능의 향상 필요성 때문에 앞으로는 더욱 높아질 것으로 예측된다.

이러한 상황에 대응하기 위해 1993년 3월에 성에너지법의 일부를 개정하여 건축물에 관계된 조치를 한층 강화시켰다. 종래의 성에너지법은 2000(m<sup>2</sup>)이상의 사무소, 물품판매점, 호텔 또는 여관의 3종 건축물을 대상으로 건축물 외벽, 창 등에서의 열손실 방지 정도(PAL)와 공기조화설비의 에너지 효율에 관한 건축주의 노력목표(CEC)를 정해놓고 있었다.

개정된 성에너지법은 목표치를 상승시키고, 대상 건축물을 병원 또는 진료소와 학교로 하는 2종의 건축물을 추가시켰으며, 대상 건축설비를 추가시켰다. 구체적인 대상 설비 명은 93년 7월에 개정된 동법 시행령에서 정하였으며, 기계환기설비, 급탕설비, 승강기, 조명설비의 에너지 사용의 합리성 문제를 다루고 있다. 이 법률의 시행은 1993년 8월1일부터 이다.

성에너지법의 개정과 동시에 에너지 등의 사용 합리화 및 재생자원의 이용에 관한 사업활동의 촉진에 관한 임시조치법(에너지절약 사이클 지원법)을 제정하여 1993년 6월25일 시행하였다. 이 법률은 건축물에 있어서 유효한 에너지 절약 대책이나 연구를 노력지침에 밝히면 이를 승인하여 저리용자 및 채무보증을 하여주는 것으로, 조명설비의 에너지 절약 기술에도 적용된다.

새로운 성에너지법이 정하는 각종 건축설비에 있어서 에너지의 효율적 이용을 평가하는 척도와 기준치는 1993년 7월29일에 나온 통상산업성과 건설성 고시 건축물에 관계된 에너지 사용의 합리화에 관한 건축주의 판단기준(에너지절약 판단기준)에서 정하였다.

2.1 에너지사용의 합리화에 관한 법률(성에너지법)

이 법의 시행령 제13조에 의해 형광램프만을 주 광원으로 하는 조명기구의 성능향상에 관한 제조사업자 등의 판단기준이 규정되었다. 형광등의 제조 또는 수입자는 1999년도까지는 국내용으로 출하되는 형광등기구의 에너지소비효율에 대하여 표 6의 기준을 만족하여야 한다.

성에너지법에서 건축설비에 관계되는 에너지의 효율적 이용의 정도를 평가하는 판단지표는 공기조화설비에 관한 기존의 평가방법에 따라 에너지 소비계수라고 부르는 개념을 사용하는 것이다. 설비의 종류에 따라 약간의 뉘앙스 차이는 있지만, 요약하면 환경형성을 위해 필요로 상정된 순수한 에너지 양을 분모로 하고, 손실이나 감쇠의 영향도 고려하여 실제로 투입되는 에너지 양을 분자로 하여 분수로 표현하며, 에너지사용의 허용배율 또는 허용효율의 역수의 의미를 갖는 개념이다.

조명설비에 따른 에너지 사용의 평가는 조명 에너지 소비계수(Coefficient of Energy Consumption for Lighting, CEC/L)를 이용한다. 조명설비 시스템의 에너지 평가의 한가지 난점은 필요에 따라 여러 가지 질적 수준이 다른 환경을 설정해야 한다는 것이다. 다시 말해서 고정적인 하나의 환경수준은 여러 가지 기능이 다른 공간의 환경규정을 불가능하게 하므로, 에너지 평가에 의해 품질이 높은 환경을 계획하는 자유도를 제한시키는 것이다. 즉, 환경의 품질향상은 양적(고조도), 질적(글래어 방지)인 측면에서 양자가 모두 많은 에너지 소비를 요구한다. 따라서 이러한 점에 대해서는 CEC/L 식 자체 중에 2개의 품질계수를 넣어 평가의 상대화를 도모한다. CEC/L은 건축물에 설치된 조명설비 시스템 전체가 1년간 실제

로 소비할 것으로 예측되는 에너지양, 즉 조명소비 에너지 양을 그 설비 시스템에 대해 상정된 표준적인 연간 소비에너지 양, 즉 가상 조명소비 에너지로 나눈 것이며, 다음 식으로 표현된다.

$$CEC/L = \frac{\text{조명소비에너지 양 [kcal/year]}}{\text{가상 조명소비에너지 양 [kcal/year]}}$$

$$= \frac{\sum E_T \times 2250 [\text{kcal}]}{\sum E_S \times 2250 [\text{kcal}]}$$

$$= \frac{\sum (W_T \times A \times T \times F / 1000) \times 2250 [\text{kcal}]}{\sum (W_S \times A \times T \times Q_1 \times Q_2 / 1000) \times 2250 [\text{kcal}]}$$

$E_S$  : 각 실 또는 각 통로 등의 가상조명 소비전력량(kWh)

$E_T$  : 각 실 또는 각 통로 등의 조명 소비전력량(kWh)

$W_S$  : 표준 조명소비전력(W/m<sup>2</sup>)

$W_T$  : 계획 조명소비전력(W/m<sup>2</sup>)

$A$  : 각 실 또는 각 통로의 바닥면적(m<sup>2</sup>)

$T$  : 각 실 또는 각 통로의 연간조명 점등시간(h)

$Q_1$  : 조명설비의 종류에 따른 보정계수

$Q_2$  : 조명설비의 조도에 따른 보정계수

$F$  : 조명설비의 제어 등에 따른 보정계수

CEC/L의 값이 적으면 그 조명설비 시스템에 관계된 에너지가 보다 효율적으로 이용되고 있다는 것을 의미하고, 이 값을 판단 기준으로 하여 건축물의 종류에 대응하여 정해진 수치 이하가 되도록 설계한다.

CEC/L은 바닥 면적 2000[m<sup>2</sup>]이상 규모의 사무소, 물품판매 점포 병원 또는 진료소, 학교, 호텔 또는 여관 모두에 적용되고, 이들 건축물 각각에 설치된 조명설비 시스템에 대해서는 표 7에 보인 값 이하로 하는 것이 의무화되어 있다. 구체적으로는 건축의 확인시에 에너지절약 계획서와 에너지절약 기준 계산서의 일부분으로 조명의 계획이나 계산의 내용을 제출하여야 한다.

2.2 에너지 절약 Cycle 지원법에 따른 조명설비

성에너지법의 개정과 동시에 제정된 에너지절

표 7. 에너지절약 법에 있어서 건축주의 판단 기준

사무소	물품판매 점포	병원 등	학교	호텔 또는 여관
1.0	1.2	1.0	1.0	1.2

표 6. 일본의 형광램프 최저효율기준

구 분	기준 효율
1. 일본 공업규격 C8106에서 규정한 시설용 형광등기구 또는 고주파 점등전용 형광등을 내장한 형광등기구	75[lm/W]
2. 상기 이외의 형광등	62[lm/W]

약 사이클 지원법은 에너지 절약, 자원 절약을 위한 사업에 재정적 지원을 하여 활동을 촉진하는 목적을 가지고 있다. 그 일부로서, 조명설비의 에너지 절약 대책에 대해서도 언급되어 있다. 그 하나는 표 8에 보인 건축주의 노력 지침이다. 노력지침에서도 성에너지법과 마찬가지로 CEC/L에 의한 조명설비의 에너지 절약 추천치를 제공하고 있으나, 건축주의 노력지침에서는 어떠한 건축설비에 대해서도 성에너지법에서의 판단기준보다 10% 정도 적은 값을 채용하고 있다.

에너지절약 사이클 지원법은 지원 대상이 되는 특정 사업활동에 대하여 산업기반 정비기금에 의한 채무보증이나 일본 개발은행에 의한 저리융자 등의 지원조치를 규정하고 있다. 구체적인 용자의 대상이 되는 설비는 20종이며, 조명관계의 설비로서는 표 9에 보인 고성능 조명설비가 포함되어 있다.

### 3. 스웨덴

스웨덴에서의 에너지 고효율화 전략의 핵심은 신 기술의 개발 및 상용화 촉진으로서 스웨덴 환경청인 NUTEK의 에너지효율국에서 주관하고 있다. 이 국에서는 에너지절약을 위하여 매년 2천만불의 예산을 집행한다. 에너지절약과 관련하여, 환경오염과 관련 없는 경우 규제적인 법 규정은 없다. 에너지효율국에서는 비 CFC냉장고, 고효율 전동기, 단열 창호 등의 개발사업에 관여하

표 8. 에너지 절약 사이클 지원법에 따른 건축주의 노력지침

사무소	물품판매점포	병원 등	학교	호텔 또는 여관
0.9	1.1	0.9	0.9	1.1

표 9. 용자대상 설비(조명관계)

고성능 조명설비
고주파 방식의 조명기구의 점등회로를 제어하는 것에 의해 형광관의 광량을 조정하는 것 중, 조명제어장치 및 해당 조명기구를 동시에 설치하는 경우의 이들의 것에 한하는 것으로 하여, 이들과 동시에 설치하는 전용의 배선, 단말기 또는 태양광 감지장치를 포함한다.

고 있으며, 현재 정부주도의 조명부문 고효율화 사업을 추진 중이다. 조명 고효율화의 핵심은 설계부문으로 전력허용기준, 조명제어 부문이며, 사업의 주요 내용은 조명과 관련한 새로운 기준을 설정하고, 향후 신규 조명설비 및 개체 조명설비에 적용하는 것이다. 이와 관련한 3개 조명사업, 즉 사무소, 병원 및 학교 건물을 대상으로 고효율 조명의 도입을 촉진하는 사업이 진행 중이다.

시범사업으로는 21개 주요 부동산회사 및 대형건물주와 효율기준 및 재정적 지원에 대한 협약을 맺고, 이를 통하여 100건의 프로젝트를 실시하여, 새로운 기준이 적용될 경우 기존건물의 개체에 의해 조명전력 중 50~70(%), 신규 건축의 경우 20~30(%)의 에너지절감 효과가 있음을 확인하였다. 이러한 과정을 통하여, 조명의 질을 결정하는 요인으로 조도, 휘도 눈부심, 대비(Contrast), 연색성, 실내반사율, 전자파 등을 도출하고 이들에 대하여 적절한 사무실, 병원, 학교에 대한 추천치를 확정하였다. 사무실의 경우 도출된 결론은 표 10과 같다.

또한 전자식 안정기를 대상으로 하는 기술구매 사업과 에너지절감조명에 관한 국제기구(International Association for Energy-Efficient Lighting, IAEEEL)의 결성에 주도적 역할을 수행하고 있다.

### 4. 네덜란드

네덜란드에서 에너지절약과 관련된 주요기관은 네덜란드 에너지 및 환경청(NOVEM), 경제부, 에너지공급사협의체 등이다. 이 중에서 NOVEM은 환경보호와 에너지효율 향상을 위한 정부기관으로서 에너지의 생산, 배분 사용에 있어서 고효율화, 환경친화적인 기술을 도모하며, 구체적으로는 2000년까지 에너지효율을 20(%) 향상시키려는 목표를 갖고 있다. 조명분야는 전체 에너지절감에 있어 가장 중요한 분야로 인식되어 있으며, NOVEM은 네덜란드 조명학회(NSVV)와 함께 조명분야의 신기술 개발 및 보급에 주력하고 있다. 네덜란드에서 조명부분의 전력사용 비중은 총전력의 27(%)정도로써 매년 5~6(%)의 증가세를 보이고 있다. 주요 사용장

소는 사무실, 상가 및 주거공간으로서 이들 장소에서 63(%)의 조명전력을 소비하고 있다.

조명에너지 절감을 달성하기 위한 네덜란드 정부의 기본전략은 산업계 및 에너지공급사와의 협조, 주거 및 비주거 건물에 대한 에너지성능기준, 일종의 최저효율제인 기기성능기준 등이다. 현재 네덜란드정부는 EC에게 형광램프와 안정기에 관한 기준설정을 요구 중이다. 유럽의 조명기업, 특히 필립스는 조명기기 고효율화 사업에 적극 동의하고 있으며, 이는 신규 시장의 창출에 대한 기대감이 크기 때문이라고 할 수 있다.

실제 조명에너지 절감을 위하여 정부에서 진행하고 있는 사업으로는 연구자금지원, 조명설계 및 진단과 관련 기술개발 지원, Energy Efficiency Bonus Program(설계자에의 인센티브), 관공서 건물에 대한 Energy Efficient Retrofit 프로그램, NSVV와의 정보 및 교육 협력사업, 전력회사의 리베이트 프로그램(컴팩트형광램프 및 고조도 반사갓)등이 있다.

네덜란드 공공건물청(RGD)은 현재 약 5,000개의 건물을 관리 중이며, 이들의 조명부하는 총 55(MW)에 이른다. 이에 따라 RGD는 자체적인 에너지 성능기준을 설정하여 운영하고 있다. 조명과 관련된 기준의 내용은 신축 및 개수하는 정부건물에 전자식안정기 사용을 의무화하고, 조명부하를 2000년까지 17(%) 저감하는 것이다.

일반 건물에 대해서는 1994년부터 강제적인 규정으로서 에너지 효율규정을 시행하고 있다.

이는 건물의 냉난방, 공조, 조명 등 각 주요 에너지설비에 대한 연간 총에너지 사용량을 강제로 제한하는 것으로서 설계시에 허용 에너지사용 기준의 만족여부를 검증, 또는 승인 받아야 하는 것이다.

제조품의 에너지절감규정(WET)은 1986년에 채택되었으며, 등급제, 최저효율제의 고시에 의하여 특정 기기의 에너지사용량 저감을 강요할 수 있다. 조명분야와 관련해서는 1991년부터 NOVEM이 WET법에 의한 조명 기기의 최저효율제 적용 가능성에 대한 검토를 시작하였으며, 형광램프 부문에 국한하여 적용기로 결론을 도출하였고, 제품 및 가격 정보의 수집, 효율기준의 설정 및 시험평가 방법 확보가 과제이다. 등기구에 대해서는 최저효율의 기술적 기준설정에 장애요인이 있으므로 최종 검토 단계에서 시행을 보류하였다.

### 5. 태국

태국에서는 현재 경제성장에 따라 건축 붐이 일어나고 있으며, 전력소비증가율도 년 15(%)에 이른다. 상업용 부문의 경우 조명전력은 전체 전력의 약 1/3수준으로서, 고효율 형광등 및 CFL의 보급에 의하여 조명전력의 2/3을 절감하는 것이 가능할 것으로 기대하고 있다. 이는 태국의 기후에 의하여 조명부하가 실내공기냉방부하와 직접 연계되는 특성이 있기 때문에 가능하며, 상

표 10. 스웨덴의 사무소의 조명 효율 및 성능 기준

구 분	조도 [lux]	휘도 [cd/m <sup>2</sup> ]	평균반사율 [%]	전력기준 [W/m <sup>2</sup> ]
작업장	독서>500 책상면>300 기타>100 수직면>100 모니터(연직면)>200	정상적 시야 <100~500 상대 비<10:3:1  시야 위쪽 <2000~1000 상대비 <20:1	천장>80 창호벽>70 벽>60 바닥 20~40 책상 30~60	작은 방 <12  큰방 <10
복 도	>100	상대비 <40:1	천장>80 벽>60 바닥 20~40	<6

\* 전자식 안정기 장착 기준

당한 경제적인 이득이 보장되는 상황이다.

그럼에도 불구하고 고효율 조명 기기의 보급은 미미하며, 이는 정보 부족, 건축주의 초기투자비용 회피, 이에 따른 고효율 기기의 생산, 판매시장 규모 축소 때문이다.

태국정부는 에너지 절감에 대한 2가지 주요 정책을 시도하고 있다. 그중 하나인 상업용 건물의 에너지 기준은 건물에 대한 조도기준 및 조명전력 허용기준 등을 포함하며, 아직은 그 실효성이 검증되지 않았다. 다른 하나인 Utility DSM Program은 1993년 하반기에 착수하여 5년간 시행되며, 목표는 연간 1,080[GWh] 절감, 225[MW] 첨두부하 제거이다. 총 1억8천만 달러의 사업비로 신축건물에 대한 절약형 설계 지원, 기존건물의 조명개체사업 등을 수행한다.

## 6. 러시아

구 소련에서의 조명기기 생산실적은 램프의 경우 20개 업체에서 매년 25억개, 등기구는 35개 업체에서 8,500만개, 안정기는 6개 업체에서 4,800만개에 이르렀다. 이 중에서 고효율 기기의 생산실적은 형광램프 1억5천만개, HID램프 1,300만개, 텅스텐할로젠램프 600만개, 콤팩트형광램프 50만개이다. 전반적으로 조명효율이 극히 낮고, 이는 백열전구류의 사용비중이 매우 크기 때문이

다. 등기구의 2/3가 백열전구용으로서 전반적 광효율이 30[lm/W](영국 및 일본의 경우 약 40[lm/W])에 머무르고 있다.

조명부문의 절전잠재량 예측은 어려운데 근본적인 이유는 현재의 조도수준이 대단히 낮기 때문이다. 그러나 러시아는 조명에 관련된 풍부한 인력을 보유하고 있다. 매년 200명씩의 조명전공 인력이 대학에서 배출되며, 지난 10년간 80권의 조명관련 책자가 발간되었고, 매년 350편의 조명관련 논문이 발표된다. 등기구의 설계기술 등 상당한 수준의 기술을 보유하고 있으며, 약 50%수준의 절전잠재량이 있는 것으로 예측된다. 예를 들어 백열전구의 30%를 콤팩트형광램프로 개체시 매년 50TWh의 전력 절감이 가능해지며, 이는 체르노빌 발전소 10기의 전력생산량에 해당된다.

이상으로 세계 각국의 조명에너지 절감에 대한 노력을 살펴보았다. 우리나라에서도 조명에너지 절약을 위한 여러 가지 노력이 진행되고 있으나, 조명관련 학계, 업계, 관계자들이 이에 대하여 어느 정도 이해하고 노력하고 있는지는 반성해 볼 여지가 있는 것으로 생각된다. 정부에서도 보다 종합적이고 일관성이 있는 장기 계획을 수립하고, 이를 홍보함과 동시에 관련자들의 힘을 집결하는 노력을 기울여야 할 것이다.

## ◇ 著者紹介 ◇



김 훈(金煥)

1958년 8월 6日生. 1981년 서울대工大 電氣工學科 卒. 1983년 서울대大學院 電氣工學科(碩士). 1988년 서울대 大學院 電氣工學科(博士). 1993년 濠洲國立大學 訪問教授 現在, 江原대 工大 電氣工學科 副教授, 當學會 編修理事



김 창 섭(金昌燮)

1962년 1월 16日生. 1984년 서울대工大 電氣工學科 卒. 1986년 서울대大學院 電氣工學科 卒(碩士). 1991년 서울대 大學院 電氣工學科 (博士). 現在 에너지資源技術開發支援센터 팀장