

# 친환경 고효율 LED조명은 빠른 속도로 발전한다

‘친환경과 에너지절약, 기후변화 대응’은 사회전반적인 변화와 함께 조명 산업에까지 영향을 미치고 있다. 최근 5년 사이 가파르게 변화하고 있는 인공광원은 바야흐로 백열등과 형광등의 시대가 가고, LED와 OLED 등 반도체 조명이 그 자리를 대신하고 있는 것. 전세계적으로 빠른 속도로 발전하고 있는 LED 조명 기술. 발전의 중심에는 ‘친환경 고효율’이 있다. 글 백영호(주필립스전자 조명사업부 이사)

## 1. 서론

2000년대 들어서 ‘친환경, 에너지절약, 기후변화 대응’은 사회전반적인 패러다임 변화를 주도하고 있다. 유럽을 중심으로 진행되었던 친환경 운동은 2000년대 중반 앨 고어 前 미국 부통령의 <불편한 진실>이라는 다큐멘터리 영화를 통해 친환경 운동의 대중적인 확산 및 기후변화의 범국가적 심각성을 인식시키는 계기가 되었다. 또한 2000년대 중반 지구온난화의 경제적인 파급효과에 대한 스텐 리뷰(Stern Review)가 발표되면서 환경의 경제학적 해석 및 사례연구서와 현장답사를 통해 친환경으로의 사회적 변화와 경제적 해법을 제시하고 있다.

이 보고서의 수석 저자이자 경제학자인 니콜라스 스텐(Nicholas Stern)은 만일 우리가 지구온난화 대응을 위한 아무런 조치가 없다면 매년 전세계 GDP의 5% 비용이 온난화 해결을 위해 소비될 것이며, 이는 반대로 우리가 빠른 조치를 취한다면 대재앙을 막을 수 있다는 얘기가.

서유럽을 중심으로 실현화되고 있는 에너지절약의 움직임은 에너지의 생산과 소비 두 가지 아젠다로 많은 연구와 실행이 우리 주변에서 빠르고 가깝게 이루어지고 있다.

태양광에너지는 화석연료를 사용하지 않는 대표적 친환경 에너지

생산산업이며, 고효율 규격 및 제품 확산은 전기에너지의 효율적인 소비산업의 모델을 제시하고 있다. 한국의 반도체 산업 선진화와 세계 시장권에 자신감을 얻은 한국정부와 민간기업은 LED조명의 확산을 기반으로 경제 및 환경의 두 가지의 거시적인 목적을 동시에 이루기 위해 노력하고 있다. 이는 한국의 성공적 LED산업 발전이라는 결과물을 조기 생산하기 위해, 초기 시장 확대정책 및 가속도지원을 통해 대규모의 투자 및 지원을 하고 있다.

## 2. 기존광원의 발달

기존 전통적인 조명제품 중 백열등과 할로겐램프는 광효율에 있어 현재 가장 쉽게 LED조명으로 대체할 수 있는 인공광원이다. 물론 아직까지 수 십 배에 이르는 고가의 가격이 소비자에게 쉽게 접근하기 힘든 점으로 앞으로 LED조명의 확산을 위해서 반드시 넘어야 할 과제이다.

LED조명의 이해와 발전 방향의 이해를 위해 광원의 발전사를 보는 것이 고효율 LED조명의 발전 방향을 가늠하는 도우미 역할을 할 것이다. 태양과 같은 자연광원은 지구상에 존재하는 모든 물질과 생명체의 근원이다. 인류가 개발한 인공광원은 궁극적으로 태

양광의 특성을 가능한 비슷하게 닮아 가려는 욕구에서 비롯된다. 빨감을 사용한 가장 원시적인 인공광으로부터 시작하여, 오일 등을 거쳐 에디슨의 백열등, 할로겐램프와 형광등이 아직까지 가장 대중적이고 보편적인 인공광원으로 그 자리를 이어가고 있으며, 가스방전 등의 발전과 함께 인공광원의 다양성이 추가되었다. 그러나 이러한 광원은 효율과 수명 면에서 많은 발전을 이루었지만, 자동차, 조선, 전자산업과 같은 타 산업과 비교한다면 인공광원의 발전 속도는 상당히 더디었다고 볼 수 있다.

인공광원은 최근 5년 사이에 가파르게 변화하고 있다. 100년 이상 인공광원의 대표주자 역할을 했던 백열등, 할로겐 형광등의 시대가 가고 LED, OLED 등 반도체 조명이 그 자리를 대신하고 있다. 세계적인 조명 전문가들에 의하여 향후 10~20년 정도면 레이저조명이 일반조명시장에서 큰 역할을 할 것으로 조심스럽게 내다보고 있다.

### 3. LED조명 시스템 발전

LED(Light Emitting Diode)는 입력 전기신호가 인가되면 빛을 발산하는 화합물 반도체의 일종으로 발광(發光) 다이오드라고 하며, P-N 접합이 400nm~700nm의 가시광선대 빛을 발산하며 구성 화합물의 종류와 비율에 따라서 다양한 색 온도와 색상을 표현하게 된다.

1907년 LED는 마코니사에 근무하던 영국인 헨리 조셉이 실리콘 카바이드에 10V 전압이 흐를 때 전자발광이 발생한다는 것을 발견한 이후 1920년대 올제 블라디미르비치가 최초의 LED를 개발하였으나 사용처의 한계성으로 인하여 그 이후 수십 년 동안 LED 광원 개발기술은 답보상태를 이루고 있었다. 1960년대 들어 미국을 중심으로 LED의 개발이 활발히 이루어져 80년대 미국과 일본의 차세대 산업 육성차원으로 LED조명기술이 본격적으로 발전하기 시작하여 2000년대 후반에 이르러 LED 소자의 효율이 100lm/w 이상을 구현하는 제품이 생산되기 시작했다. 이와 더불어 구동장치, 히트싱크, 배광판, 조명세트 메이커들의 움직임도 빠르게 진행되고 있다.

현재는 LED조명의 가장 취약점인 열과 각종 손실에 의한 LED 등기구 완제품의 효율과 수명을 개선을 위한 노력이 진행되고 있

다. 하지만 등기구 효율과 구동장치의 수명문제가 아직까지 개선의 속도가 느린 것도 사실이다.

LED조명은 각 광원의 손실율을 볼 때 백열등 계열과 비교할 때 우수한 특성을 보이고 있다. 형광등 계열과 비교할 때 전도율에 의한 열손실을 개선하면 1~2년 안에 보다 형광등을 넘어서는 우수한 LED 광효율을 보일 수 있으며 고압방전등과의 비교도 정도의 차이가 있을 뿐 향후 3~5년 내에 보다 우수한 LED 등기구 광효율을 만족하는 제품이 나오리라 예상된다.

2010년에 기존 형광등 계열의 광원과 거의 비슷한 LED조명 광효율이 예측되고 있다. 2009년 하반기에 전문기관의 예상을 뛰어넘는 고효율 LED 조명제품이 일부 이미 출시가 되고 있다.

그러나 이는 전반적인 조명시장을 LED조명으로 전환시킬 수 있다는 것과는 별개의 문제이다. 검색사이트 구글에서 LED가로 등의 조회건수는 1억4천만 건이 넘는다. 전세계의 검색사이트에서 LED 가로등 조회건수는 2억 건 이상으로 집계되고 있다. 이는 LED조명의 폭발적인 관심도 및 LED산업의 거품을 확인할 수 있는 단편적인 예다. 거의 모든 언론매체에서도 중점적으로 LED 조명 관련 뉴스를 다루고 있다. 이는 고효율 LED가로등 개발이 되는 시점에서 상당히 파괴적인 조명시장의 변동을 예고하고 있다.

LED조명과 치열한 기술전쟁 공방을 벌이고 있는 첨단 기존광원들이 지속적으로 개발되고 있다. 현재 고효율 가로등광원으로 전세계적으로 각광을 받고 있는 초고효율 메탈할라이드 광원(140W)은 120lm/w 이상의 효율을 보여주고 이를 적용한 가로등기구 효율도 85% 이상 되는 제품이 출시되고 있다. 광효율 100lm/w를 넘어서 기존 광원 적용제품과 동일한 효율을 보여주는 LED등기구 제품의 출시는 2~3년 내에는 어렵다는 것이 업계 및 연구 기관의 공통된 의견이다.

물론 일부 LED 제조업체 연구실에서 150lm/w 이상의 LED 소자가 연구 개발되고 있지만 이 또한 손실율과 열적인 문제로 인한 수명에 많은 문제점을 드러내고 있어 현장에 적용되기까지는 상당한 시간과 문제점들을 선결할 과제로 남아 있다.

LED 광원의 발전속도와는 차이가 나지만, LED조명의 취약점이라 할 수 있는 고전력 200W 이상의 기존광원의 발전도 상당히 진행되고 있다. 현재 유럽에서는 210W와 315W급의 초고효율 메탈

할라이드가 출시 예정이다. 이 제품은 공식테스트 결과 120lm/w 이상의 효율, 90Ra 이상의 연색성 그리고 2만 시간에 이르는 램프 수명 등 뛰어난 광특성으로 향후 5~10년간 실내 외 대표적인 고효율 인공광원으로 인식될 것으로 내다본다.

현재 선진 조명 업체에서는 이러한 초고출 메탈할라이드 램프를 기존광원의 이론적인 한계인 150lm/w까지 개발을 추진 중에 있으며, 향후 3~4년 내에 광효율 130lm/w 이상의 메탈할라이드 램프를 선보일 것으로 예상된다.

이러한 기본적인 사양으로 고압나트륨 400W~600W 정도를 교체할 수 있다. 고전력 가로등 시스템을 많이 사용하는 한국에는 이런 첨단 제품적용 시 상당한 에너지절약의 효과가 있을 것으로 예상되며, 반면에 한국 내 일부 적용장소에서는 LED조명의 출시 시기가 상당히 늦어질 수 있다. 그러나 소위 'LED 대세론'이라는 희망적인 메시지는 분명 존재한다.

2013년에 LED가로등이 일반 고압방전등의 효율을 뛰어 넘는 것으로 <2009DOE> 리포트는 보고하고 있다. 이는 상당히 LED 효율 발전에 고무적인 보고서일 뿐 아니라 미래선도산업을 준비하는 데 많은 부가준비과정 및 기술개발이 필요하다는 것을 단적으로 보여준다.

우리가 논하고 있는 것은 LED 소자가 아닌 LED조명이다. 이는 필라멘트가 백열등이 아닌 것과 같은 맥락이다. LED조명은 다양한 조명광원 중 하나의 선택 사항이다. 소비자의 입장에서 조명 제품은 저관여제품이다. 광원이 백열등이던, LED 전구이던 소비자는 가장 편하고 실생활에 맞는 제품을 구매한다는 것이다. 소비자의 구매패턴을 이해하고 그에 따른 기술발전이 이루어진다면 분명 많은 조명적용장소에서 고효율 LED조명의 위치는 빠른 시간 내에 공고해 질 것이다.

#### 4. LED 조명의 적용

LED조명은 이미 우리의 생활에 많이 사용되고 있다. 핸드폰을 비롯한 최근의 LED TV까지 생활가전에서 없어서는 안될 핵심 부품의 역할을 하고 있다. 한국뿐만 아니라 세계 유수의 나라에서 경관조명으로 LED조명의 활용은 이미 정착화되어 있고 그 범위를 빠르게 확산하고 있다.

LED의 색상변환 특성과 IT와 연동한 컨트롤시스템이 경관조명의 중요부분 중 하나인 감성적인 면을 극대화시키고 있으며, 이는 LED조명이 경관조명시장의 변화와 확산이 되는 결정적 계기가 되었다. 또한 빛의 질과 색상을 중요시 하는 경관조명의 특징에 따라 기존광원에서 발생하는 과도한 전기에너지 사용과 광공해(누광)와 같은 문제를 해결하는 역할을 톡톡히 하고 있다.

이에 선진국에서는 기존광원에서 LED광원으로 변경 이용한 경관조명설계 시 에너지절약 부분을 반드시 명시하도록 권고하고 있다. 물론 LED소자의 장수명도 어느 정도 LED경관조명 산업 확대 역할을 담당할 것도 사실이나 아직까지 구동장치의 수명이 1만~1만5천 시간 정도기 때문에 개선이 되지 않는 한 크게 어필할 부분은 아니다.

기존 광원의 적용 장소는 실내·외 조명으로 나뉘며, 각각의 적용 장소에 따라 세분화 된다. 첨단 조명을 필요로 하는 장소로는 실내조명에서는 매장조명이다. 매장조명은 매출과 안전에 직접적인 영향을 주기 때문에 대부분의 첨단 조명시스템 매장조명에 우선 적용된다. CDM램프가 처음 출시된 1990년대 중반에 고가임에도 불구하고 여러 명품 매장에서부터 적용되어 왔고 현재는 매장조명에서는 꼭 필요한 대중적인 조명제품으로 역할을 하고 있다.

실외조명에서는 스포츠조명시스템이 과학조명의 기술 발전을 이끌고 있다. 예를 들어 시속 200km/h 이상의 고속으로 점프하는 야간 스키점프경기를 현장에서 각 시청자(단말기)까지 고화질을 손실 없이 전달하기 위해서는 뛰어난 영상매체와 미디어의 발달이 필요로 한다. 더욱이 야간에 HDTV의 고화질 특성과 SSM(Super Slow Motion)을 생생하게 전달하기 위해서는 주안과 같은 유사한 효과를 내는 뛰어난 조명 시스템을 필요로 한다. LED조명이 다소 손쉽게 접근 및 교체를 할 수 있는 곳은 천장고가 높은 산업 및 고전력을 사용하는 특수한 장소를 제외한 모든 응용장소이며, LED조명의 효율 발전에 따라 순차적으로 적용된다. 대표적으로 고효율 LED조명은 사무실, 도로조명에 가장 적합하다고 볼 수 있다. LED조명의 효율이 형광등과 방전등을 넘어선다면 전체 도시조명에너지의 80%를 사용하고 있는 사무실 조명과 가로등시스템 적용장소에서 혁신적인 에너지 절감을 이룰 수 있다.

## 5. 고효율 LED조명 지원 및 정책

현재 정부는 LED조명 응용사업의 발전과 경제적 효과 및 환경보 호라는 2가지 결과를 동시에 얻기 위해 LED조명의 초기시장을 확대시키려 '15/30 LED보급사업, 그린뉴딜정책, 신성장 녹색사업' 등 다양한 정책을 발표하고 있다. 정부는 2015년까지 국내 조 명의 약 30%를 고효율 LED조명으로 교체할 경우, 원자력발전소 2기의 전력 생산량에 해당하는 16,021Gwh의 전력을 절감할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 이는 이산화탄소 발생량을 약 60톤 을 저감하는 효과가 있다.

2009년 9월 지식경제부는 LED조명의 KS기준을 초과하는 LED 조명 고효율제품 인증제품의 확대를 발표하였다. 이 기준을 적용 한 2012년 연간 에너지 절감량은 약 3천 6백억 원에 이른다. 정부 에서 가장 중점을 두고 있는 적용장소는 실내조명이다. 2012년까 지 전체 실내조명의 14%를 고효율 LED조명으로 교체한다면 3천 4백억 원에 이르는 에너지 절감액 추산이 나온다.

이를 실현화시키기 위해 정부는 공공부분에서 고효율 LED조명 을 의무사용으로 지정하고 이에 따른 지원방안을 제공하며, 민간 에 있어서는 고효율기기 사용의 의무 및 권장을 하고 이에 따르는 민간기업에게는 세제 및 별도의 지원 방안을 수립 중이다.

정부의 정책과 같이 2012년까지 고효율 에너지 보급정책이 진행 이 된다면 한국의 LED조명산업의 발전뿐만 아니라 기후변화대 응에 상당한 일조를 하는 범국민적인 산업이 될 수 있다. 물론 이 렇게 발전시키기 위해서는 가격, 내구성, 시장형성, 기술력향상 등 해결해야 할 많은 난제들이 있는 것도 사실이다.

## 6. 결론

우리나라뿐 아니라 전세계에서 사회경제적 과제를 해결하기 위해 다각적 움직임과 정책이 발표 및 실행되고 있다. 아시아에서는 일 본, 대만, 중국이 LED조명산업 선점을 위해 각축을 벌이고 있고, 정부의 지원과 규정제정에도 대대적인 지원을 아끼고 있지 않다. 지식경제부 발표 자료에 의하면 고효율 LED조명의 추가인정(실 내등기구, 보안등, 센서등)시 2012년에 약 75만(TOE)의 에너지 절감 효과가 있다고 발표했다. 이는 과거 50년 동안 한국에서 조 명사용 시 에너지 절감량을 합한 것 보다 많은 절약 효과이다. 물

론 새롭게 제정된 고효율 LED조명의 확대가 정부가 예상한 것처 럼 진행 된다는 조건이다.

현재 LED조명의 효율발전 속도를 보면 확실한 것은 LED조명의 효율은 <2008DOE>자료에 발표된 것처럼 LED효율의 발전이 같 은 속도로 진행되고 있고 오히려 일부 제품은 이보다 빠른 속도로 발전하고 있다. 따라서 정부의 의지와 같이 고효율 LED조명의 확 산이 실현화되기 위해서는 제조업체와 사용자들의 고효율 LED 조명을 생산 및 소비를 할 수 있는 실질적인 제도와 정책을 일관 되게 집행해야 할 것이다.

마지막으로 LED조명의 성공적인 영역확대는 제품의 신뢰성에 기초를 둔다. LED조명하면 떠오르는 단어는 '장수명'과 '에너지 절감'이다. 하지만 현재 실 사용자 측에서는 동의 하지 않은 모습 을 많이 볼 수 있다. LED조명사업이 마치 10여 년 전의 IT산업처 럼 소위 대박 사업이라고 생각한다면, 업계뿐만 아니라 소비자 측 에도 부정적 결과를 낳을 수 있고, 궁극적으로 국내 LED조명산업 의 선진국화에 상당한 시간을 요할 것으로 본다.