

에디슨에서 오늘에 이르기까지의 광원의 변천

역/대한전기기사협회

1. 에디슨이전의 연소광원과 아크등

지금으로부터 112년전인 1879년 10월21일 미국의 토마스·앨버·에디슨에 의하여 실용적인 백열전구가 발명되었다. 그 이전의 광원의 역사를 보면 1만수천년전의 구석기시대에 이미 짐승들의 기름(그리스)인 동유램프가 쓰여진 것은 프랑스의 라스코동굴에서 한가운데의 파진 곳에 기름을 태운듯한 흔적의 석회석램프가 100개 이상이 발견되었고 또 스페인의 알타미라동굴에서도 램프에 쓰여졌다고 생각되는 적은 양의 조각이 있는 급유기가 발견되었다.

계속하여 수천년의 옛날 고대 바비로니아 원주민이었던 셈족 티그리스강, 유프라테스강을 낀 비옥한 지대에 정착하여 슈메의 도시국가의 북쪽에 연결되는 지방에 아카드왕국을 건설하였으나 지면에서 침출하는 석유를 등화로 이용하였다고 한다. 또 약 3천년 이전은 식물성 등유로서 오리브유가 쓰여진것은 구약성서의 「출애굽기」에 「너 또 이스라엘의 자손에 명하여 오리브에서 짜낸 깨끗한 기름을 등화를 위하여 가져오게 하고 끊임없이 등화를 켜도록 하라」라는 구절을 보아도 알수 있다.

그후 오래동안 유등이 계속 쓰여져 왔으나

14세기 후반 이후 소나무나 초가, 17세기 이후는 양초가 쓰여졌다. 가스등은 1792년 영국인 몰덕이 발명, 백열가스등들은 1881년 오스트리아인 칼·아우어에 의하여 수배의 밝이로 개량되었다. 한편 석유양등은 1860년 이후 구미에서 보급되기 시작하여 아세티렌등은 토마스·M·월슨에 의하여 많이 보급되게 되었다. 그러나 모두가 연소광원이고 어둔 국부적인 밝이에 지나지 않았다.

전기를 이용한 최초의 광원은 1808년 험프리 데이비에 의한 영국왕립협회의 강연에서 발표한 탄소아크등의 실연(實演)이 최초이고 2,000개의 불다전지를 전원으로 하여 수은에 침투시킨 목탄편간의 아크광원으로 한 것으로 그 눈부신 밝이는 청중의 눈을 뺏어간 느낌이었다고 한다.

우리나라에서는 1887년 3월에 경복궁내 건청궁에 처음으로 조명용 아크등이 점등되었다고 한다.

2. 최초의 에디슨전구와 에디슨시스템의 발명

우선 <표 1>에 인공광원의 발달소사를 기술하였다. 전구와 방전램프 기타의 항목별로 발

<표 1> 인공광원의 발달소사

발명년도 국가	발명명	구	방	전	램	프	기	타
발명년도 국가	발명명	구	발명년도 국가	발명명	구	방	전	램
1854(獨)	게벨의 탄소전구		1808(英)	데이비의 탄소 아크램프				
1878(英)	스윈의 탄소전구		1870(蘇)	아브로코프의 실용탄소 아크램프				
1879(美)	에디슨의 실용탄소 전구*		1901(美)	쿠퍼퓨이트 저압 수은램프				
1880(美)	에디슨의 실용탄소전구피라멘트에 대나무 이용		1910(佛)	그로드의 네온사인 관동				
1897(獨)	네른스트 전구		1931(和), (美)	저압나트륨램프				
1898(獨)	웰스바하의 오스미움 전구		1931(獨)	고압수은램프				
1904(獨)	볼톤의 탄타램 전구		1935(和)	초고압수은램프				
1905(美)	금속화 탄소전구(GEM램프)		1938(美)	인간의 형광램프				
1906(獨), (美)	압출 텅스텐 전구		1944(美)	스립라인형 형광램프				
1908(美)	크리지의 인선 텅스텐 전구		1944(美)	환형 형광램프				
1909(美)	랭그뮤어의 가스입전구*		1944(獨)	키세논램프				
1921(日)	미우라 준이치의 이중코일 전구*		1950(美)	형광고압수은램프				
1925(美),(日)	피브킨, 불꽃굴삼의 내면 전구*		1950(美)	에렉트로 루머네센트랄램프				
1949(美)	피브킨의 시리카도장 전구*		1951(美)	고연색 형광램프				
1958(日)	백색도장폴 전구		1953(美)	래피트스타형 형광램프				
1959(美)	즈그러의 하로젯 전구*		1953(美)	고출력 형광램프				
1960(日)	열선커트형 실트빔 전구		1956(美)	초고출력 형광램프				
1968(美)	크리프톤 전구		1958(和)	인테그랄형 저압나트륨램프				
1977(日)	절전형 전구		1961(美)	메탈하이라이트램프				
1983(日)	열선커트형 소형하로젯 전구		1963(日)	세관형 형광램프				
			1963(美)	고압나트륨램프				
			1965(日)	저잡음 노이즈레스 형광램프				
			1967(日)	고연색형 메탈하이라이트램프				
			1968(和)	고효율저압나트륨램프				
			1974(美)	절전형 형광램프				
			1974(和)	3과장역발광형 형광램프				
			1977(日)	저기동전압형메탈하이라이트램프				
			1978(日)	기동기 내장형 고압나트륨램프				
			1979(和)	전구형 형광램프				
			1980(日)	고연색형 고압나트륨 램프				

*은 전구의 발명을 표시함

명년도와 국명을 기술하였다.

전기이용의 제2의 발달은 토마스·알바·에디슨에 의한 실용탄소전구의 발명으로 시작되나 당시 에디슨이 써 놓았던 실험노트에 의하면

「10월21일-제9호, 코프회사제 목면의 29번사 사용, 18개의 전지로 1/2축광이 되어 꺼지지 않음. 오후1시30분

제9호 오전 1시 30분부터 오후3시까지 점등, 13시간반, 그후 가스등 3개본의 밝기로 하여 1시간, 유리구가 깨져서 꺼졌다.」라고 적혀 있다. 이 기술은 매슈·조세핀이 1959년에 발간한 「에디슨의 생애」에서 인용하였으나 여기서 조세핀은 「전구는 13시간반 타고 있었든것은 확실하다. 그러나 40시간 계속하여 불을 비치고 있었다는 말로 보면 그때의 흥분상태로 보아 잃어 버리고 있었다고도 생각할 수 있다.」라고 기술하고 있다. 사실 에디슨의 자서전 「백열전구와 조명시스템의 기원」속에 약45시간 지속하였다고 써 있다.

그렇다 하여도 최초의 에디슨전구의 효율은 겨우 1.4[lm/w]정도에 불과하였고 당시의 가스등(8축광)의 1/15정도의 밝은 빛으로 13시간 반 빛을 계속 내어 이는 아마도 110V의 직류 발전기로 절체하여 24축광으로 1시간동안 견딘 것과 견줄 수 있다.

에디슨에게서 실용 백열전구를 최초로 완성한 명예를 뺏으려고 벌티모어의 전기기사 윌리엄·E·소야라든가 영국 발명가 조셉·W·스윈 등이 특허를 둘러싼 쟁의 문제를 제기하였으나 모두 실패하고 말았다. 에디슨은 실용전구의 발명만으로는 당시 가장 많이 보급하고 있던 등에 대체하기는 충분치 않다고 깨달은 결과 상업적 실용전구의 완성에 더하여 「胴기리의 메아리·안」이라는 「에디슨다이나모 나아가 점보

발전기의 개발을 위시하여 지하도체 안전퓨즈, 계기, 소켓트 기타 수많은 에디슨 시스템을 발명한것이 에디슨이 전구의 발명왕으로서의 지위를 쌓아올린 이유이다.

1879년의 탄소면사 피라멘트는 약 300시간의 수명밖에 안되고 전구의 파손이 많았던 것은 사실이다.

1880년의 4월말인가 5월초경 더운 어느날 멘로파크연구소의 주인은 테이블 위에 있던 낡은 대부채를 잡아 그 끝의 일부를 잘라 현미경으로 본 결과 섬유질의 구조가 매우 재미있게 보였다. 그는 부하를 불러 그것을 도가니에 넣어 탄화시켜 바로 백열테스트를 하라고 명하였다. 그 결과 대는 강열한 열에 견디어 붉은 빛을 1200시간이나 비친것이다.

에디슨은 가장 적당한 피라멘트재료를 발견하기 위하여 6천종류에 이르는 식물을 온세계에서 모아들여 테스트하였으나 최초의 파견자 W·H무어가 일본의 대나무를 많이 수입하여 전구의 피라멘트로 사용하게 되었다.

에디슨이 새로운 대나무 피라멘트의 전구를 실용화 한것은 3,300톤의 강철선 콜럼비아호로 2개월의 항해끝에 샌프란시스코에 입항한 1880년 7월이었다. 115개의 탄화면사 피라멘트전구를 415시간 점등하였는데 1개도 꺼지지 않았기 때문에 이것으로 교체한것이 최초이었다. 결국 대나무 피라멘트의 에디슨전구는 1889년까지의 10년간 제조되었다.

3. 에디슨이후의 전구의 발달

전구의 7대발명은 <표 1>의 전구의 발달소사에 *표로 표시하였으나 피라멘트 재료로서 물렸던 압출 텅스텐을 쿠리지가 인선 텅스

텐전구의 발명으로 튼튼하게 하였고, 텅스텐의 증발을 억제하기 위하여 진공전구에서 불활성의 질소가스 그 다음으로는 알콘·질소의 혼합가스를 봉입한 텅스텐입전구, 가스손을 적게 하여 효율을 올린 이중코일전구, 그레이를 규제한 피프킨의 내면젓빛 유리전구 나아가 피프킨의 시리카 도장전구가 일반조명용으로도 채택되어 보다 확산광이 실현되고 있다. 또 하로젠 사이클을 이용하여 소형화한 하로젠 전구는 양구전의 관형에서 편구전의 미니츄어관으로도 되어 에디슨전구와 함께 이들을 7대발명이라 할 수 있다.

전구는 안전하고 순시에 점등되는 광원으로서 주택이나 상업시설에 실용화되고 있는 것은 사실이고 앞으로도 밝기의 근원으로서의 지위는 확고하다고 보아야 할 것이다.

4. 형광램프의 발달

전기이용의 제 3의 발달은 1938년의 G·E·인만에 의한 형광램프의 발명이라로서 선광원 또는 환광원으로서 또 근사주광 광원으로서 획기적인 보급을 하고 있다.

고효율, 장수명, 광색의 우수성, 저휘도 확산광 냉광성의 오대특색이기 때문에 일반조명용으로서 폭발적인 보급이 되고 있다.

광색은 상관색온도 6,500K의 주광색에서 4,200K의 백색 나아가 5,000K의 주백색으로 취향이 변천하고 점등관이 필요없는 래피트 스타트형 형광램프의 출현은 형광등의 보급을 한층 촉진시켰다. 또 퇴색방지용 고연색 형광램프는 미술관, 박물관의 조명에 많이 이용되나 밝기는 20~30% 어두운 것이 흠이다. 청, 록, 적의 회도류 형광체를 사용한 3파장역발광형 형광램프는

고연색과 고효율이 양립하고 특히 주백색인 것은 밝은 감을 얻을 수 있어 주택이나 점포조명에 많이 이용되고 있다.

안정기와 점등관을 내장하고 전구구금부 콤팩트광원-전구형 형광램프의 출현은 백색도장 볼전구와 교체하여 사용하므로써 소비전력이 1/2이하로 수명은 3배가 된다 하여 그 보급이 기대되고 있다.

5. HID램프 기타의 발달

방전램프의 발달은 의외로 오래여서 1901년의 쿠퍼·푸이트 저압 수은램프, 1910년의 그로드의 네온사인관등, 1931년의 저압 나트륨램프 및 고압 수은램프, 1935년의 초고압 수은램프로 연결되나 일반조명용으로는 1950년에 발표된 형광 고압 수은램프 이래의 일이다.

형광 고압 수은램프와 같은 램프전력으로 35~45%나 밝은 메탈하라이트램프는 1961년에 2.1~2.3배나 밝은 고압 나트륨램프는 1963년에 각기 개발되었으나 마침 그때부터 형광 고압 수은램프를 포함하여 총칭 HID램프(High Intensity Discharge Lamp)고휘도 방전램프라 불리우게 되었다. 전기이용의 제 4의 발달은 이 HID램프의 출현 이후이다.

특히 연색성을 개선한 고연색형의 메탈하라이트램프 및 고압나트륨램프가 개발되고 또 수은등 안정기에 적합한 저기동 전압형 메탈하라이트램프 및 기동기 내장형 고압나트륨램프가 시판되게 되어 한층 더 보급이 촉진되고 있다.

터널이나 고속도로 조명에 쓰이는 저압 나트륨램프의 발달도 눈부신바 있어 지금은 인공 광원중의 최고효율을 자랑하고 있다.

전기를 사용한 제5의 발달은 과거의 경위로 보아 실용적인 면광원이 21세기에는 나타날 것으로 본다.

광원의 발전을 생각할때 (1) 광래(lm), (2) 효율(lm/w), (3) 광색, 색온도와 연색성, (4) 치수(발광면적과 형상), (5) 수명(h)과 광속유지율 등이 대상이 되나 광원개발의 역사에서 가장 관심이 쏠린것은 효율이다. <그림1>에 1880년부터 오늘에 이르기까지의 효율향상도를 표시한다.

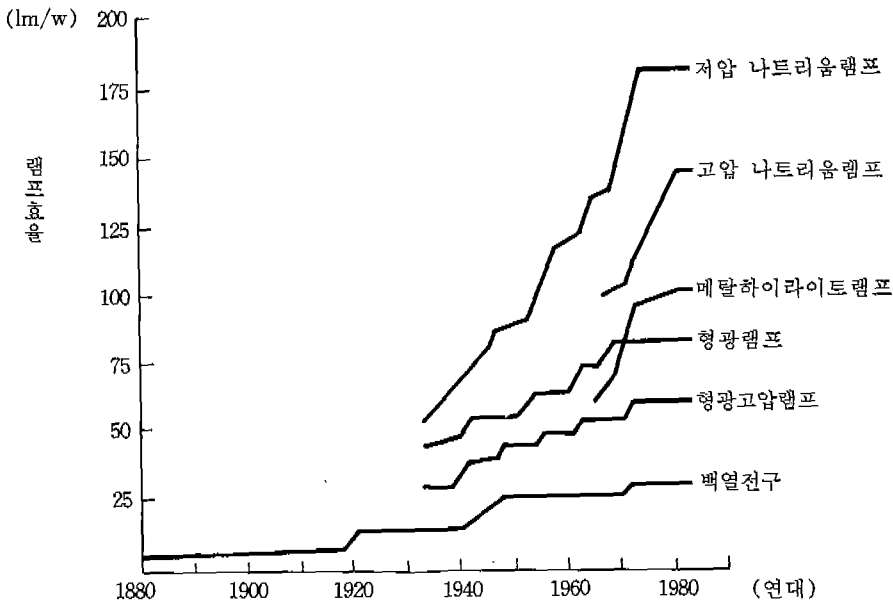
6. 공장에서의 조명시스템

최근의 사무실·공장에서는 OA·FA의 진전에 따라 퍼스컴, 워드프로세서로 대표되는 VDT기기의 급속한 보급이 눈에 띄게되나 한편, 그 작업종사자가 시력저하, 눈의 피로, 손, 팔 허리

등의 피로가 심하여지고 있다. 이에대하여 적절한 자세 작업면과의 시거리를 적절히 잡을것 및 적당한 휴식시간등의 작업관리의 방법을 취함과 함께 특히 조명에 대하여 깊은 관심을 쏟고 있다. 구체적으로는 조도치의 지정이나 눈부심의 방지대책이 주목된다.

생산제품의 고급화 및 세밀화에다 작업자의 고령화에 따라 조명은 시각원조로서 가장 중요한 역할을 하고있어 이상 기술한 실태에 의하여 재검토 하여야 할 시기가 왔다고 본다. 일반적으로 공장조명을 「생산성의 향상」, 「안전성의 확보」 및 「쾌적한 시각환경의 조성」이라는 큰 역할을 하여왔으나 나아가서는 이들 개개의 작업내용의 변화가 급격하여짐에 따라 각기의 조명목적을 재검토하고 동시에 조명의 경제성을 확인하여야하며 계획실천할 필요가 있다고 본다.

광원으로서의 가능한 한 효율이 높은 것을



<그림 1> 광원의 효율향상도

채택하여야 하겠으나 그 장소의 조명목적에 적합하여야 한다.

예를들면 배선·부품조립등의 공정에서는 부품 색깔의 판별이 문제가 되는 때가 많다. 이때에는 생산성향상, 품질관리의 양면에서 특히 연색성이 높은 광원이 필요하다.

(1) 3파장 역발광 형광램프

이 램프는 밝기와 연색성을 동시에 향상시킨 것으로 40w 직관형 경우의 백색램프와 비교에서는 광속이 15% 향상, 평균연색평가수(Ra)가 64에 대하여 84가 되어 20포인트나 높아지고 있다. 또 색온도 5,000K의 순백에 가까운 광색에서는 매우 밝은 감을 느끼게 되어 공장내의 시환경을 크게 개선하는 특성을 가지고 있다.

(2) 기동기 내장형 고압나트륨램프

수은램프용의 값싼 안정기로 점등시키는 타입으로 경제성이 높은 조명을 가능하게 한다. DL, HDL 타입 모두 연색성 개선형으로 360w 타입에 대하여 형광수은램프 400w 타입과의 비교를 <표2>에 표시한다. 이 표에서 램프효율은 DL타입에서는 약 2.2배, HDL타입에서는 약 1.9배가 되어 Ra는 DL타입이 10포인트나 상회하고 있는것을 알수 있다. 효율이 좋은 경제적

<표2> 고압나트륨램프(하이룩스DL, HDL)과 형광 수은램프의 특성비교

램 프	상 품 명	램프효율 (lm/w)	연색성 (Ra)	색 온도 (K)
고압나트륨 램프(연색개선형)360w	하이룩스DL	120	53	2,150
	하이룩스HDL	105	65	2,150
형광수은 램프400w	뉴디럭스화이트	55	53	4,100
	뉴디럭스소프트	55	53	3,300

인 조명을 만들기 위하여는 앞으로 이용도의 확대가 고려되는 램프이다.

(3) 무전극 마이크로 방전램프

형상은 직경 약30mm의 구상이고 전극을 갖지않는 HID램프이다. 현재는 광화학 반응용 광원으로서 실용단계에 들어갔을 뿐이다. 종전의 HID램프와 다른 큰 특징을 가지고 있어 멀지않아 일반 조명용으로서 이용되리라 본다. 발광원리는 마그네트론에서 발생하는 마이크로파(2450메가 헬츠)를 공동공진기에 인도하여 공진기내에 놓아둔 램프를 발광시키는 것이다. 광원으로서의 주된 특징은 다음과 같다.

① 스위칭에서 전광량에 도달하기까지의 소요시간은 2~3초로 거의 순시점등이라 할수 있다(큰 에너지를 단번에 램프내에 공급할수 있기 때문에).

② 재기동시간도 20초정도로 짧다(강한 마이크로파전자계로 기동시키기 때문에).

③ 명암의 조광이 가능(공급하는 마이크로파의 조정에 의하여 제어할수가 있기 때문에). 나아가 종전의 HID램프에서는 봉입하는 발광채료가 전극과의 화학반응을 이르기 때문에 많이 제약되었으나 이램프는 무전극이어서 자유롭게 많은 광색의 램프를 만들 가능성이 있다. 따라서 조명목적에 따라 특히 점멸·조광을 필요로 하는 장소에서는 (전기사용합리화를 포함) 극히 유효한 것이 되리라 예상된다.

끝으로 에렉트로닉스 혁신에 의한 작업형태의 급속한 변화가 예상됨과 동시에 한편, 근로자의 고령화에 따라 앞으로의 조명은 다양한 목적에 대응할 필요가 있다. 그러려면 개개의 조명 목적을 정확하게 파악한후에 계획 실행하는 것이 중요하다고 생각된다. ☹