

성분적 속성에 기초한 조명기구디자인 교육프로그램

An Educational Program of Luminaire Design based on Component Attributes

박우성(woosung-park)

서울여자대학교 디자인학부 산업디자인전공

이 논문은 1999년도 서울여자대학교 교내학술연구비에 의한 것임.

1. 서론
2. 빛과 사람의 인터렉션
 - 2-1. 시지각의 프로세스
 - 2-2. 생리학적 요소들
 - 2-3. 물리학적 요소들
3. 조명기구의 속성
 - 3-1. 광학적인 측면
 - 3-2. 전기적, 기계적인 측면
 - 3-3. 열과 온도 측면
 - 3-4. 재료적인 측면
 - 3-5. 광원
4. 조명기구의 디자인 교육
 - 4-1. 교육목표
 - 4-2. 교육 프로그램
5. 결론

참고문헌

(要約)

본 연구는 여러 학문의 지식체계가 통합되어진 조명이라는 특성을, 교육적 관점에서 기술적 내용에 중점을 두고 그 활용방법을 생각해 보았다.

먼저 시지각의 프로세스로 시작하여 빛과 사람의 생리학적, 물리학적 상관성을 살펴보았다. 다음으로 조명 기구라는 개념을 분석, 이해하기 위하여 조명기구의 성분적 속성을 기술하여 그 정체성의 범주를 규정하였으며 이를 통해 디자인 과정 중에 고려해야 할 제반 요소들을 검토 할 수 있는 토대를 마련하였다. 마지막으로 위에서 열거한 내용을 디자인 수업이라는 교육적 형식 속에 프로그램화 시켜봄으로써 본 연구의 목적인 조명기구디자인의 교육체계를 구체적으로 검증해 보았다. 이러한 일련의 과정을 통해 얻어진 결론은 첫째, 조형 일변도의 실기교육 과정을 뛰어 넘어 조명 이론과 실기가 조화를 이룬, 즉 조명에 대해 전체적으로 균형 있는 수업이 진행 되었으면 한다. 둘째, 조명에 대한 인식의 확장으로 인공 환경 물과의 관계 및 과학적인 데이터에 의한 빛의 구체적인 검증 을 도모하는 대상간의 인터페이스를 고려한 실험적인 교육이다.

(Abstract)

This research was carried with emphasis on the technical contents of lighting design which had various knowledge system in the educationani viewpoint. First of all, phisiological and physical factors were considered with the process of vision between human and light. Next, componenets of attributes in the lighting fixture were prescribed to analyze concept of the fixture. Finally, I proposed educational program in the instruction to meet the purpose of this research.

As a result, in overall research concerning the basic direction and structure, instruction should have balance to reconcile theory and practice about lighting. Second, in terms of expansion of cognition about lighting, experimental education that is considered with interface is needed to make practical verification through relationship with man-made environment and scientific data.

(Keyword)

Light, Luminaire, Lighting Engineering, Education System

1. 서론

조명디자인은 예술이자 과학이다¹⁾. 과학으로서의 조명디자인은 요구되어진 조도의 양이나 휘도 대비, 공간에 대한 주관적인 인상, 지각의 이해 등을 포함하는 빛의 심리적인 측면들을 계량화하고 그 본질적 원인을 규명하는 것이다. 그러나 예술로서의 조명디자인에서는 빛의 계량화된 수치 그 자체는 무의미하다. 왜냐하면 빛은 감각적인 경험의 하나일 뿐이며 이때의 경험은 지성적인 경험이 아니기 때문이다. 이러한 상반된 속성을 가지고 있는 조명은 사람들을 활동적이게 하고 안정감을 부여하며 생기 있게 하거나 침울하게 하는 등의 자극 및 동기 부여를 줄 수 있는 내재적 힘을 가지고 있으며, 사용되어지는 용도에 따라 공간의 구성 요소들을 조화롭게 할뿐만 아니라 분위기, 개성, 가시성을 부여한다.

이와 같은 조명을 디자인한다는 것은 전술한 조명의 두 가지 속성을 독창적인 방법을 가지고 통합하는 프로세스를 의미한다. 통합되어진 프로세스의 결과는 무수의 다양성을 포함할 매우 복잡한 시스템적 해결안이 될 것이다.

그러나 이러한 조명디자인의 특성에도 불구하고 현재 대학의 산업디자인 전공에서 진행되고 있는 조명디자인의 교육은 제품디자인 과목의 한 아이템으로서 형태위주의 조형교육이 대부분을 이루고 있다. 조명공학 및 사람의 생리적, 인지적 제반 특성을 기반으로 하는 지식을 배제한 감각적이면서 표현 지향적인 교육은 조형적 결과물에 만족할 수는 있으나 조명에 대한 전반적인 이해를 돕는데는 거의 도움이 되지 않는 반쪽 짜리의 교육이 되고 있다.

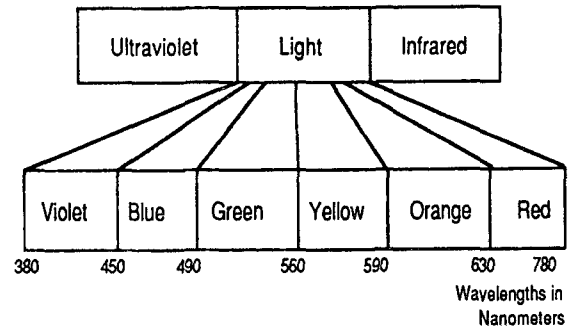
따라서 본 논문은 나머지 반쪽의 부분을 교육할 수 있는 내용적 부분에 중점을 두고 문헌 연구를 통해 빛과 사람의 상호작용적인 관계에서 시작하여 조명기구의 성립조건을 이루는 조명기구의 속성적 측면들을 고찰하고자 한다. 또한 이를 통해 이론과 실기가 통합된 교육 프로그램을 제시함으로써 조명디자인의 교육체계를 수립하는데 본 연구의 목적을 둔다.

2. 빛과 사람의 인터랙션

2-1. 시지각의 프로세스

시지각을 위한 필수조건은 빛(light), 대상(object), 눈(receptor)과 뇌(decoder)이다. 북미조명공학협회는 빛을 시각적인 감각을 일으키고 망막을 자극할 수 있는 방사에너지(radiant energy)로서 정의했다²⁾. 여기서 사람들이 빛으로서 지각할 수 있는 것은 전자파 스펙트럼 380~780 nanometers[nm] 사이에 놓여진 전자파 에너지(electronic energy)의 좁은 띠이다. 이 범위의 파장만이 시력을 갖게 하는 눈(receptor)을 자극한다. 이 파장(380~ 780[nm])은 가시에너지(visible energy)로 불리며 이를 광선이라 한다. (그림 1)

사람들이 흔히 말하는 빛의 색 'white light'는 가시에너지의 여러 파장이 혼합된 결과로서의 상태이다. 환언하면 가시 스펙트럼은 무지개의 모든 색들을 포함하고 있으며 사람들이 흔히 말하는 흰빛(white light)은 지각되어진 가시광의 혼합된 상태가 사람들에게 보이는 것을 의미한다.



[그림 1] 빛의 Spectrum

빛과 지각의 관계를 설명하기 전에 빛의 속성 및 단위를 간단히 살펴보면 다음과 같다.

-광도(intensity) : 광도는 광원의 일정한 방향 안에서 발산되는 빛이다. 즉 어떤 방향에 대한 빛의 세기 - flux per solid angle in a given direction - 를 말하며 그 단위는 칸델라[candelas(cd)]이다. 배광곡선이나 polar graph에 사용된다.

-광속(luminous flux) : 광속은 광원의 모든 방향에서 발산하는 빛이다. 즉 가시범위의 방사속 - time rate flow of light - 을 말하며 그 단위는 루멘[lumens(lm)]이다.

-조도(illuminance) : 조도는 표면 위의 빛의 밀도이다. 즉 비추어는 면의 밝기를 표시하는 것 - density of flux incident on a surface measured perpendicular to the surface - 이며 그 단위는 footcandle (fc) 또는 룩스[lux (lx)]이다. 1fc는 10.76lx 이다.

-휘도(luminance) : 휘도는 주어진 방향 안에서 표면으로부터 눈으로 되돌아오는 반사되어진 빛이다. 그 단위는 스틸브[stilb(sb)] 및 니트[nit(nt)]가 사용된다. 1sb = 1cd/cm², 1nt = 1cd/cm² 이다.

-광속 발산도(existance) : 광속 발산도는 표면으로부터 모든 방향을 향해 발산되고, 반사되고 투과되는 빛의 총량을 표시한다³⁾. 즉 단위면적으로부터 발산하는 광속을 표시한다. - density of flux leaving a surface - 그 단위로는 래드룩스[radlux (rlx)]가 사용된다. 1 rlx = 1 lm/m²

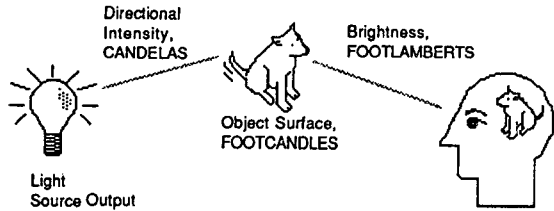
여기서 주목해야 할 것은 사람들이 보는 것은 조도가 아니라 휘도라는 사실이다. - What is seen is luminance - 이 휘도는 표면 위에 떨어지는 빛의 양적 기능과 표면의 반사를 말한다. 사람들이 흔히 사물 또는 표면을 볼 수 있는 것은 빛이 사물 또는 표면으로부터 반사되어 눈으로 되돌아오는 빛 때문이다. 또한 보통 밝기(brightness)라는 것은 사람들이 인지하는 것 - Brightness is what we perceive -을 말한다. (그림 2) 이것은 광도의 변하는 각도 안에서 인지되어진 빛에 대한 사람들의 주관적인 인식이다. 부연하여 설명하면, 인지되어진 휘도의 알맞은 측정 즉 인지된 표면 휘도를 계산하는 것이 조도를 계산하는 것 보다 시지각 프로세스의 생리적, 심리적, 심미적 가변량을 측정할 수 있는데 더 효과적이다. 이러한 빛과 시지각의 관계를 종합하여 보면 다음과 같다.

1) Frederic H. Johnes: Architectural Lighting Design, Crisp Publications, 43, (1989).

2) Mark S.Rea: Lighting Handbook, IESNA, 3, (1993).

3) Gary Gordon: Interior Lighting for Designers, John Wiley & sons, 154,(1995).

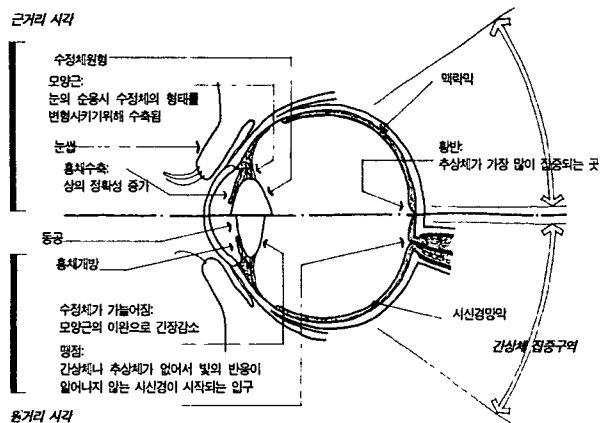
‘흔히 우리가 보는 대상으로부터 투과되거나 반사되어진 광선들은 각막을 통해 수정체에 들어오게 되는데 여기서 다층의 망막에 빛을 모아 시신경을 통해서 자극을 뇌에 전달시킨다. 그러면 우리의 뇌와 눈은 시각각 안에서 방사에너지를 변형하는 것을 돕는다.’



[그림 2] 시각각의 프로세스

2-2. 생리학적 요소들

사람의 눈은 자외선과 적외선 사이에 있는 가시광의 범위 안에서 전자파 에너지의 파장에 반응한다. 이때 눈은 대부분 스펙트럼의 황록색 부분에 반응한다.4) 사람의 눈은 그 기능과 구조면에서 카메라와 비교할 수 있다. 눈의 수정체는 카메라의 렌즈, 홍채는 조리개, 망막은 필름에 각각 상당한다. 눈에서는 수정체를 둘러싸고 있는 모양체를 변화시켜서 수정체의 두께를 변화시켜 망막에 영상을 맺게 한다. 홍채는 조리개로 동공의 면적을 변동시켜, 눈에 들어오는 빛을 조절한다. 망막에는 시세포가 분포되어 있으며 시세포는 다시 추상체(cone)와 간상체(rod)로 구별되고 있다. 추상체는 중심의 우묵해진 곳에 밀집하고, 밝은 곳에서 동작하며, 밝음과 색감을 일으키고, 간상체는 망막의 주변부에 분포되어 있으며, 조도가 0.03 lx 이하의 어두운 곳에서만 동작한다.5) (그림 3)



[그림 3] 빛과 눈의 관계성

2-3. 물리학적 요소들

(1) 빛의 양적 특성

인공광원들 -백열전구, 형광등, 방전등 등- 은 보통 램프(lamp)들로서 불려진다. 이들은 베어램프(bare lamp)나 장식램프들

4) Frederic H. Johnes: op. cit, 6.

5) 지철근: 조명원론, 문운당, 8, (1994).

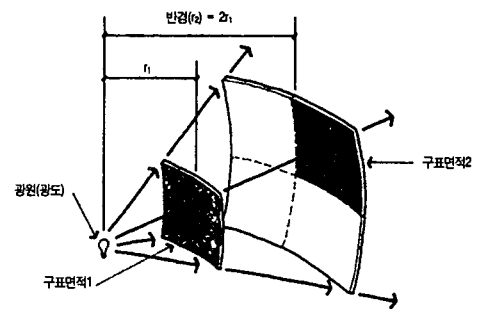
을 제외하고 등기구들에 의해서 방사량이 조절된다. 이때 루멘스의 약간은 등기구 안에서 흡수되거나 방출되지 못해 빛의 양이 떨어진다. 등기구 효율성은 백분율로써 표현되어지는 램프의 루멘 산출량(lumen output)에 대한 등기구의 루멘 산출량의 비율로서 측정된다.

1-1) 거리 반비례 법칙(Inverse Square Law)

앞서 언급했듯이 빛의 기본 측정단위는 루멘이며 표면에 떨어지는 빛은 조도로서 측정된다. 루멘은 광원으로부터 나오는 빛의 양에 대한 단위로서 단위면적당의 입사광속으로 표시된다. (그림 4)

-거리 반비례 법칙에 따라서 광원과 사물의 거리가 증가하면 주어진 사물의 표면에 도달하는 광도(칸델라)는 감소된다. 공식은 $E=cp/D^2$ 이다.

(E: 조도, cp: 광도, D: 광원으로부터의 거리)



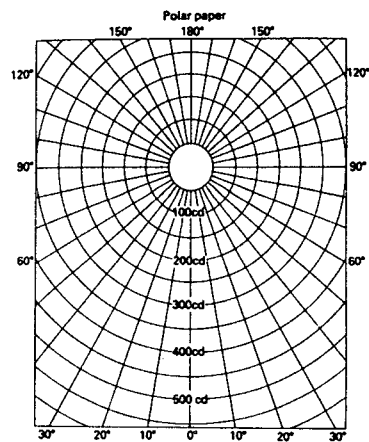
[그림 4] 거리 반비례 법칙

1-2) 배광곡선

배광곡선은 주어진 방향 안에서 램프나 등기구의 광도분포를 그래픽 하게 보여준다.

따라서 우리는 배광곡선을 통해 광원에 의해 산출된 전체적인 빛의 분포를 그림으로 볼 수 있게 된다.

- polar graph : 조명기구의 배광(distributional intensity)을 보여주기 위해 사용되어 진다.6) (그림 5)
- rectilinear(cartesian) graph : AR 이나 MR 같은 directional lamp의 배광을 보여준다.



[그림 5] 배광곡선 - Polar Graph

6) D.C. Pritchard: Lighting, Longman Scientific & Technical, 21, (1995).

(2) 빛의 질적 특성

2-1) 눈부심 현상(Glare)

시야 내에서 피로감, 불편함 등을 일으키는 밝기를 눈부심이라 한다. 눈부심은 휘도의 부정적인 측면으로서 종종 '너무 많은 빛'으로 이해되고 있는데, 이 부분을 좀더 정확히 말하면 일반적인 시야내의 과도한 휘도의 결과로서 잘못된 방향으로 부터 나오는 빛이다. 특히 시야 내에 강한 휘도 대비가 있게 되면, 보임이 떨어짐과 동시에 불쾌한 느낌을 받는다. 눈에 잘 보인다고 느껴도 시야 중에 지나치게 높은 휘도나 강한 휘도 대비가 있으면 동공, 망막, 뇌 등의 상호간의 조절이 과도하게 이루어지므로 불쾌감과 동시에 눈의 신경피로를 일으킨다. 눈부심에는 심리적인 불쾌 눈부심과 생리적인 시각저하 눈부심이 있다.

2-2) 눈부심을 좌우하는 요인

- 휘도가 높을수록 눈부심이 심하다. 휘도가 0.35cd/cm²인 주광색 형광램프보다 휘도가 50cd/cm²인 고압수은등이 눈부심이 심하다.
- 광원이 시야의 중심에 가까워 있을수록 눈부심이 심하다.
- 눈부심의 정도는 광원의 겉보기의 크기나 개수에 따라서 좌우된다.

3. 조명기구의 속성

조명기구는 조도, 휘도, 눈부심, 빛의 균일성과 같은 빛의 제반 속성들과 더불어 형태, 광색, 열반응, 잡음, 효율성, 수명, 경제성 등을 고려해야 하는 제품이다. 조명기구에 대해서는 한국 산업 규격에 "주로 광원의 배광 및 광색을 변환하는 기능을 갖고, 이들 광원을 고정하고 보호하며 전원을 접속하기 위하여 필요한 모든 것을 갖춘 기구. 점등에 필요한 부속 장치를 포함한다."(KS C 8008 조명용어)고 규정되어 있다. 이 규정은 조명기구가 기본적으로 갖추어야 할 광학적, 기계적, 전기적 기능을 나타낸 것으로서, 모든 조명 기구는 기본적으로 이 세 가지 기능을 수행한다.

이러한 조명기구를 디자인할 때 고려해야 하는 제반사항을 정리하면 다음과 같다.

- (1) 설치와 제작방법에 대한 전기적 규정
- (2) 물리적, 환경적 특성들
- (3) 전기적, 기계적 특성들
- (4) 열, 온도와의 상관성
- (5) 안전성
- (6) 경제성

3-1. 광학적인 측면

방향을 가지고 있는 광원들(Directional Sources), 즉 보통 reflector lamp라 불리는 AR, MR, PAR, R lamp 들은 광학적 시스템이 자체에 설치되어 있다. 이들을 제외한 모든 광원들은 그들의 빛 분포를 조절하기 위해 외부적인 장치가 필요하다. 이 같은 빛의 조절은 두 가지 목적을 가지고 있는데 첫째는 목표로 지정한 곳에 빛을 보내기 위함이고 둘째는 눈부심

7) 지철근: op cit, 20.

8) 이강원: 조명디자이너 자격인증 교재, 한국조명설비학회, 3-1, (1999).

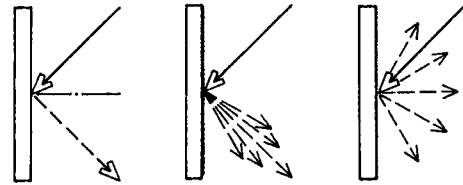
9) Mark S.Rea: op. cit, 323.

을 일으키는 각도를 조절하는 것, 즉 원하지 않은 곳에 빛이 가지 않도록 빛을 막기 위함이다.

빛의 방향을 조절하기 위한 세 가지 방법들은 다음과 같다.

(1) 반사 (reflection)

반사는 표면에 떨어진 빛으로부터 되돌아오는 빛을 말한다. 빛 조절을 위한 반사의 세 종류는 다음과 같다. (그림 6)



[그림 6]

- a. 거울반사 b. 반거울반사 c. 확산반사

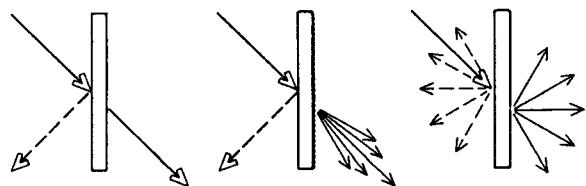
(2) 굴절 (refraction)

물에 담겨진 막대를 볼 때 물 안에 들어간 부분은 꺾여 보인다. 이 같은 이유는 광선이 공기에서 물을 통과 할 때 빛의 속도가 변하기 때문인데, 이 현상을 굴절이라 부른다. 이 같은 결과는 빛이 투명한 유리나 플라스틱을 통과할 때도 생긴다. 이 투명한 재료들이 프리즘이나 렌즈로 형성되었을 때, 그들은 빛의 분포 및 방향을 조절할 수 있는 기술적인 부분이 된다.

- 프리즘 : 프리즘은 두 비평형 표면들로 구성된 투명한 물체이다. 한 면을 통해 투사된 광선은 다른 면들을 통해 다른 방향으로 방출되게 된다.
- 렌즈 : 렌즈는 배광의 각도를 변화시키는 다층의 프리즘으로서 오목렌즈(concave)와 볼록렌즈(convex)가 있다.

(3) 투과(transmission)

재료를 통한 빛의 투과는 두 가지 사항에 의해서 영향을 받는데 첫째는 재료의 표면반사, 둘째는 재료 내부의 반사와 흡수다. (그림 7)



[그림 7]

- a. 직접투과 b. 반확산투과 c. 확산투과

3-2. 전기적, 기계적인 측면

• 소켓, 램프홀더, 전선, 안정기 등은 조명기구의 전기회로에 관한 부분들이다. 특히 모든 방전등은 알맞은 전압을 제공하고, 램프가 켜진 후 전류를 조절하기 위해 안정기나 다른 조절장치가 필요하다. 전기적인 측면에서 고려해야할 기본사항은 램프회로, 안정기품질, 낮은 온도에서의 작동 문제, 소켓, 램프홀더, 전선, 스타터, 점화기 등이다.

• 모든 조명기구는 설치 및 여러 제반 상황 속에서 각 기능에 부합되는 제품의 품질을 유지할 수 있는 내구성 있는 물리적 형체를 가져야 한다. 즉 광학적, 전기적 부분을 보호하고, 기

구로서의 형상을 유지하며, 여러 건축적 환경에 적합하게 설치할 수 있도록 설계되어 있는 것을 말한다. 기계적인 측면에서 본 조명기구의 보호의(Protection) 기능은 외부의 여러 가지 충격으로부터 조명 기구내의 광원과 부품을 보호한다는 기능도 있지만, 역으로 광원의 파손 등 조명기구가 사용자들에게 미칠 수 있는 제반 위험으로부터 사용자들을 보호한다는 내용도 포함되어 있다. 실례로 외부 조명 기구의 경우 강한 바람과 비, 눈의 쌓임 등에도 견딜 수 있는 적절한 디자인 형상 및 설치가 되어야 한다. 또한 브라켓을 불규칙한 천장에 설치할 경우 뒤틀리지 않도록 해야 하며 팬던트의 경우는 보조대와 줄이 불균형하게 늘어지지 않도록 해야 한다.

조명기구의 기계적인 측면에서 본 주안점은 다음과 같다.

첫째, 소켓이나 램프홀더, 안정기 같은 램프의 보조 구성요소의 정확한 설치.

둘째, UL이나 CSA같은 국제 표준 규격이나 사용 환경 등의 요구조건.

셋째, 보수 유지의 용이성.

넷째, 반사판, 안정기, 램프 같은 기본 구성요소와 설치 공간을 고려한 크기.

3-3. 열과 온도 측면

조명기구의 온도는 램프의 종류, 효율성, 와트 수에 영향을 받는다. 안정기나 변압기 같은 주변기기들은 온도 및 조명기구, 설치된 환경에 영향을 미친다. 또한 조명기구 자체의 열 발산은 조명기구 자체의 온도에 영향을 미친다.(표 1)

(1) 고온 또는 저온의 주변 온도들은 전기적 구성 요소들이 제대로 작동되지 못하게 한다. 한 예로 매우 찬 공기나, 물과 접촉하게 되는 유리는 깨지게 되고 초과된 열은 플라스틱을 뒤틀리게 만든다.

(2) 권유되어진 전압보다도 높은 전압이 사용되게 될 경우 전기 구성요소 내에 높은 열을 일으킨다.

(3) 열에 의한 수축과 팽창은 반드시 숙고되어야 한다.

- 금속 구성 요소 및 표면의 마무리는 조명기구의 열에 영향을 받으며 유리나 플라스틱은 깨지거나, 파열되거나, 변형이 일어나는 것을 방지하기 위해 신중한 선택을 하여야 한다.

[표 1] 전구에 따른 조명방식의 에너지(%)*

전 구	안정기 손실	적외선	전도, 대류열	빛으로 전환
백열전구 (Incandescent)	—	72	18	10
형광전구 (Fluorescent)	9	32	36	23
수은전구 (Mercury)	11	48	27	14
메탈·할라이드전구 (Metal Halide)	13	35	31	21
고압나트륨전구 (High-pressure Sodium)	14	38	22	26

*특정조명방식에 있어서 에너지 배분율은 전구의 크기(W수), 안정기 상태 및 그 밖의 요인에 의한다.

3-4. 재료적인 측면

(1) 유리

프리즘, 렌즈, 거울 같은 투명한 유리는 굴절이나 정반사를 이

용한다. 광택을 없앤 것, 젓빛색 등 불투명한 것은 그의 확산성을 이용하여 갓, 외구 등으로 쓰여 빛의 방향을 변화시킴과 동시에 직사광을 차단하여 눈부심을 방지하는데 사용된다.

- 투광기의 전면 유리에는 단지 램프나 반사판을 보호만 하는 투명한 것부터 광택제거를 통한 빛의 제어에 사용되는 것도 있고, 대용량의 전력을 사용하는 경우에는 대부분 강화처리를 한다.

(2) 플라스틱

가볍고 깨지지 않는 이점이 있으나, 표면이 부드러워서 상처가 나기 쉽고, 전기저항이 높아서 대전되어 먼지를 끌어 붙이는 결점이 있다.

- 페놀수지는 절연물로서 배선기구에 주로 사용되고 있다.

- 비닐수지는 가격은 싸지만 내열성이 떨어지고, 또한 확산성이 지나쳐서 빛의 흡수가 많다.

- 아크릴 수지는 광학적인 성능, 기계적 강도가 우수하고 대전방지도 되므로 널리 사용되고 있다. 또한 외구에는 폴리에틸렌도 사용되고 있고, 에폭시수지나 멜라민 수지는 조명기구의 도료의 원료로도 사용된다.

(3) 금속

고광택의 금속은 정반사에 이용하는데 그 면의 형태 및 마감처리를 통해 배광을 조절한다.

- 넓은 범위에 걸쳐서 균등한 조도분포를 주는 데는 황동판 또는 강판을 성형, 연마, 도금한 것이 사용되며, 근래에는 고순도의 알루미늄판을 전해연마한 것, 또는 강판에 알루미늄을 진공증착한 것이 사용된다.

- 작은 면적 또는 먼 곳에 고조도를 주어야 할 경우는 회전방물선면의 형태를 한 경면이 사용된다¹⁰⁾.

(4) 종이, 직물

종이와 직물은 다양한 형태를 제공하는 조명기구의 재료로서 오랜 세월동안 사용되어 왔다.

- 종이나 직물이 가지고 있는 재료의 취약성에도 불구하고 효과적인 배광의 적용방법으로 사용될 경우 감각적이면서 저렴한 조명기구를 만드는데 사용될 수 있다. 또한 다른 재료에 비해 짧은 수명을 가지고 있지만 값싸게 교환, 대체할 수 있는 특징이 있다¹¹⁾.

3-5. 광원

광원의 발광 방법은 온도 방사와 루미네선스(Luminescence)로 구분되며 그 내용은 다음과 같다.

(1) 온도 방사를 이용한 광원은 백열전구(Incandescent Lamp), 할로겐 램프, 저전압 램프이다. 온도방사는 원자 또는 분자에 열을 줌으로써 생기는 연속 스펙트럼 방사를 말하며, 일반적으로 온도를 높이면 400~500℃에서 검은 적색으로 되고, 더욱 온도를 높이면 적색, 등색, 황색으로부터 백색이 된다. 이때의 상태를 2,000~3,000℃의 적열, 백열 상태라 한다.

- 백열전구

백열전구는 필라멘트에 통전하여 고온으로 백열되어 온도방사에 의하여 빛을 방사시키는 광원이다. 텅스텐 필라멘트는 직선 타입이거나 코일형 혹은 이중 코일형으로 되어 있으며, 백열전구는 대체로 소형의 점광원이다.

10) 지철근: op.cit, 102-103.

11) Andre' Koch: Struck by Lighting, Rotterdam, 115, (1994).

- 할로겐전구

할로겐 전구는 미량의 할로겐 물질을 포함한 불활성가스를 봉입하여 할로겐 물질의 화학반응을 응용한 가스입 텅스텐 전구이다. 이 전구는 할로겐이 관벽에 가면, 또 다시 텅스텐을 잡아서 필라멘트로 되돌려주는 할로겐 재생 사이클을 이루는데, 이 같은 현상은 필라멘트가 가늘어지는 것을 방지하여 수명은 길게 되고, 유리구의 흑화(blackening)도 적게되어 그 결과 광속이나 색온도의 저하가 극히 적다. 따라서 유리구가 적어도 되며 체적이 일반 전구에 비하여 1/10 정도로도 충분하다. 유리구의 재료는 고온에 견딜 수 있는 석영유리가 주로 사용된다.

(2) 온도방사 이외의 발광을 루미네선스라 한다. 이 현상을 이용한 광원이 방전램프(Discharge Lamp)이고, 아르등은 온도방사와 루미네선스의 양쪽을 이용한 것이다. 루미네선스는 발광의 계속시간에 따라 형광과 인광이 있으며, 10⁸초를 경계로 하여 이 시간보다 짧은 것을 형광, 긴 것을 인광이라고 한다. 방전램프는 백열램프에서 사용되는 텅스텐 와이어(Tungsten Wire)보다 가스나 증기(vapor)를 이용하여 전류를 통하게 하는 발광방식으로써, 대표적인 광원은 형광램프와 고휘도 방전램프(HID), 저압나트륨램프가 있다.

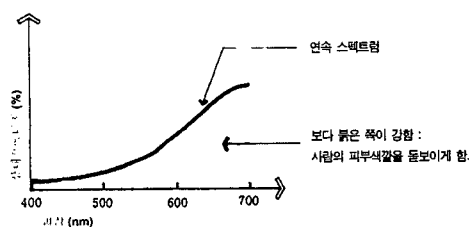
- 형광램프

형광램프는 저압 수은 아크방전광원 (low-pressure mercury arc discharge source)이다. 이 램프는 저압수은증기 증의 방전으로부터 발생하는 강력한 자외선을 유리관의 내벽에 칠한 각종 형광체에 조사하여 가시광으로 변환하는 광원이며 형광체의 종류에 따라 여러 가지의 광색을 나타낸다. 또한 백열전구와는 달리 점등장치를 필요로 하지만 광의 질이 높고, 고효율로 경제성도 좋으며 취급도 쉬운 현재 광원의 주류를 이루고 있다.

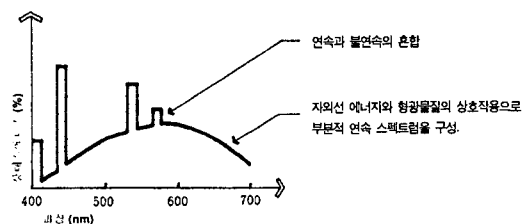
- 고휘도 방전램프

고휘도 방전램프(high intensity discharge lamp ; HID램프)는 고압가스 또는 증기증의 방전에 의한 발광을 이용한 방전램프이며 고압수은램프, 메탈할라이드램프 및 고압나트륨램프 등의 총칭이고 간략하게 HID램프라고도 하며 발광관의 관변부하가 3W/cm² 이상의 것이다.

백열전구



형광전구



[그림 8] 색 스펙트럼

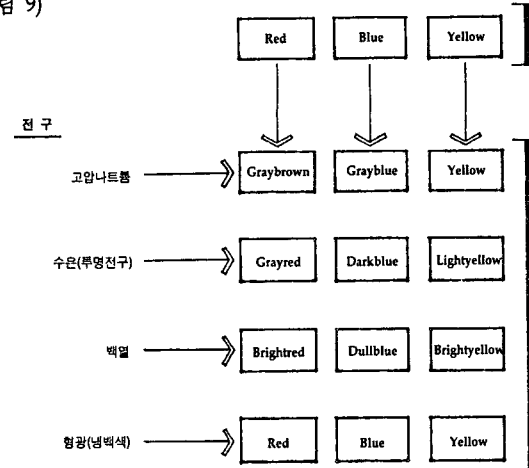
(3) 광원의 색 스펙트럼(lamp color spectrum)

광원이 파장으로 발하는 상대적 에너지를 그래프를 스펙트럼 에너지 배분곡선(spectrum energy distribution 또는 lamp spectrum)이라고 한다. (그림 8)

(4) 광원의 연색성(lamp color rendition)

연색성이란 주어진 광원에 의해 물체의 색이 어떻게 보이는가를 표시하는 것이다. 한 예로 건장의 지표가 되는 피부색이 중요시되는 특정 장소에서는 붉은 색상이 왜곡되지 않는 광원을 선정해야 한다. 건물 마감재의 경우에도 마감재의 연색성은 전구의 색 스펙트럼과 반사하는 표면의 특성에 의해 좌우되기 때문에 광원과의 연색성을 신중히 고려해야 한다.

(그림 9)



[그림 9] 연색성

(5) 연색성 지표(color rendering index)

연색성 지표(CRI)는 광원의 연색성 능력을 측정하기 위한 등급 시스템이다¹²⁾. CRI 측정방식에서 시험되어지는 광원의 성능은 8색상 상의 기본이 되는 관련광원에 비교되어진다. CRI 100은 기본이 되는 관련광원과 색이 정확히 일치하는 것을 의미한다. 여기서 CRI 지표값은 시험되어진 광원의 평균값이다. 그러므로 같은 연색성 지표를 갖고 있더라도 상대적인 색상의 관계에 의하여 연색성 능력이 다양할 수 있다. (표 2)

[표 2] 연색성 지표

램 프 (Lamp Description)	연색성 (CRI)	색온도 (K)
백열등, 할로겐		
백열등(Incandescent)	100	2,800
할로겐(Tungsten-halogen)	100	3,100
형광등		
냉백색(Cool white)	62	4,100
온백색(Warm white)	53	2,900
방전등		
수은램프(Standard mercury)	15	5,700
고압나트륨램프(High pressure sodium)	65 - 80	2,200 - 2,500
메탈할라이드램프(Metal halide)	65 - 92	3,100 - 5,500

(6) 색온도(color temperature : k)

광원의 색온도는 그 광원이 발하는 빛이 따뜻해 보이는가, 아

12) Gary Gordon: op.cit, 46.

니면 차가워 보이는가를 나타내는 지표이다. 즉 광원의 색이 노란색조의 흰색이나, 푸른색조의 흰색이나 혹은 그 중간색이나 하는 것이지 스펙트럼 에너지 배광이나 물리적 온도를 일컫는 말은 아니다.

(7) 광원의 효율(efficacy of light source)

광원의 효율은 1m/W로 표시되는 광원의 발광량을 표시한다. 환언하면 전구의 와트수가 높으면 높을수록 형광전구나 백열전구의 발광량은 증가한다¹³⁾.

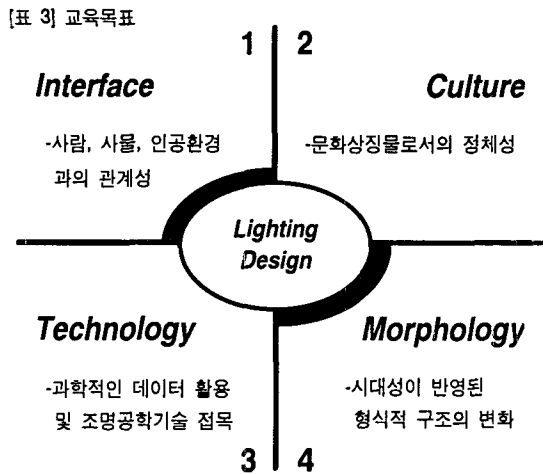
4. 조명기구의 디자인 교육

조명디자인 교육에 대한 방법론은 교육자의 관점과 방법론에 따라 매우 다양할 수 있다.

본 논문의 경우에는 기본적으로 조명의 개념을 이루는 구성 요소들에 근거하여, 조명의 고유 기능인 빛의 비물질적인 특성을 조명기구라는 물질적인 형태와의 관계 속에서 실제적, 심리적으로 어떻게 다루어야 할 것인가를 창의적인 인식의 확장이라는 측면에서 생각해 보았다.

4-1. 교육목표

조명기구 디자인의 교육목표는 다음과 같다.(표 3)



첫째, 인터페이스 측면으로 조명기구를 사람과 빛 또는 심리적 세계와 물리적 세계를 연결해 주는 인터페이스(제1접면)¹⁴⁾로 생각하여 사람에게 빛이라는 비물질적 대상을 만나게 해주며 더 나아가 빛이 사람에게 미칠 생리적, 인지적 영향력을 조절하는 연결고리로서 조명기구를 파악한다. 둘째, 문화적인 측면으로 생활문화의 새로운 의미와 가치를 부여하기 위해 조명기구를 하나의 문화적 상징물(cultural Totem)로 파악하여 문화기호론적 입장에서 디자인을 고려해본다. 셋째, 기술적인 측면으로 최신의 광학 기술 및 광원 등의 제반적인 조명공학 기술을 토대로 합리적이며 새로운 기술적 접목을 도모한다. 넷째, 조형적인 측면으로 시대성을 토대로 하여 조명의 속성을 분석하고 이와 더불어 형식적 구조의 변화가 있는 쓸모 있고(useful), 쓰기에 편리하며(usable), 매력적이고(desirable), 실행 가능한(feasible) 제품디자인을 목표로 한다.

13) M. David Egan: Concepts in Architectural Lighting, McGraw-Hill, 57-71, (1993).

14) 카이로 히로유키의 2인, 박영목, 이동연역: 인터페이스란 무엇인가, 지호, 38, (1998).

4-2. 교육 프로그램

본 논문의 교육 프로그램은 1학기, 16주를 기본으로 하여 이론교육과 실기교육을 병행하여 실시하도록 계획하였다.

(1) 문제인식 단계

- 초점: 빛, 다형태 인터페이스, 인지과정, 생활문화
- 내용: 빛의 속성, 리서치(형식연구, 현상연구)
- 결과물: 컨셉트 시나리오, 디자인 트렌드 매핑

이 단계는 추상적인 아이디어의 전개 부분으로서, 먼저 빛이란 무엇이며, 빛과 인터랙션을 일으키는 사람, 사물간의 관계 등을 중심으로한 빛의 속성을 파악하게 한다. 이와 더불어 조명기구 디자인을 위한 기초 조사를 실시한다.

기초 조사에는 먼저 형식연구로서, 역사적으로 1000년 이상 연구되어온 빛에 대한 접근 방법 및 조명기구가 하나의 도구로서 사용될 수 있었던, 즉 하나의 사물로서의 성립방법 등을 문헌 및 자료들을 통해 조사하게 한다. 또한 조명기구 디자인의 대표적인 사례들 가운데서 컨셉트, 형식 및 구조, 재료의 활용방법 등 조명의 제반 속성들에 대해 여러 매체를 통해 설명해 줌으로써 조명에 대한 전체적이면서 기본적인 틀을 갖도록 하게 한다.

다음으로는 현상연구로서, 세계 각국의 대표적인 조명 회사들을 웹사이트들을 통해 살펴 보면서 현재의 제품 트렌드 및 시장방향을 검토하고, 검토한 내용을 기초로 하여 직접 수입 조명 판매처 및 모델하우스를 방문하여 웹사이트에서 관찰했던 대표적인 제품들을 체험하고 그 실제적 활용성을 확인하도록 한다. 이러한 방법이 가능한 것은 아파트 및 상점의 고급화 추세, 매우 빠른 제품의 수명 주기, 업체들 간의 세계적인 네트워크 등이 현재 이태리를 포함한 세계각국의 제품을 거의 동시에 우리의 시장에서 볼 수 있게 하기 때문이다. 마지막으로 위에서 열거한 기초 조사의 기반 위에 조명 형식의 개념적, 구조적 변화를 일으킬 수 있는 인터페이스의 다양한 접근방법을 포함한 여러 아이디어들에 대해 시나리오를 작성하게 한다.

(2) 문제해결방안 모색 단계

- 초점: 광원, 재료, 테크놀로지
- 내용: 조명기구의 속성, 형식적 체계 구축
- 결과물: 개념적 모델링

이 단계는 형식적 체계를 구축하는 부분으로서, 조명공학적인 관점에서 광학적, 전기적, 기계적, 열적, 재료적인 측면들을 검토하면서 문제인식단계에서 선정된 아이디어에 적합한 광원 선정 및 배광특성을 고려한다. 조명기구의 제반 속성들 가운데 디자인과정에서 세심한 주의를 요하는 것은 광원의 선정 부분이다. 적절하면서 올바른 광원의 선택은 다각적인 조명공학 지식을 요구하는데 특히 오슬람, GE 같은 제조회사에서 제시하는 여러 기술적인 요소들(광원의 연색성, 수명, 색온도, 효율 등)을 제품 카탈로그를 통해 자세하게 살펴보는 일이 광원선택의 실패를 줄이는 한 방법이 될 것이다.

다음은 선정된 광원 및 전기부품들이 본인이 디자인하고 있는 물리적 실체의 재료 및 광학적 특성에 부합되는지를 실험하는 일이다. 이 실험을 통해 조명기구의 물리적 크기 및 열발생 문제, 빛의 분포 등을 확인하게 된다. 보통 이때에 가장 많이 확인하게 되는 것은 본인이 선정한 재료와 광원으로부터 전도

되거나 대류하는 열 때문에 생기는 재료의 변형 현상으로서 이 부분에 대한 보다 세밀한 실험을 통해 실패를 줄여야 하겠다. 또한 배광과 형태와의 조화성도 간과해서는 안 된다. 조명기구의 배광 특성은 디자인에 있어서 조명의 가장 기본적인 측면 중의 하나이다. 배광 특성을 고려한 조명 디자인은 설치 후의 빛의 분포 및 영향을 예상할 수 있게 한다. 빛의 심미성 및 기술적인 처리는 배광 특성을 고려한 컨셉트와 통합되어질 때 그 효과를 극대화할 수 있다. 조명기구가 놓여지는 장소 및 배광실험, 램프의 선정등을 비롯한 제반 디자인은 배광의 효율 및 방식에 집중되어 있다 해도 과언이 아닐 것이다. 그러나 대부분의 경우 배광분포를 예측치 못한 상태에서 형태를 결정하고 여기에 램프를 끼워 맞춰보거나 하는 방식으로 문제를 해결해 불려고 하는데 이러한 구태의연한 방법을 넘어서 형식적 구조가 바뀌는 형태의 제안이 배광의 특성과 더불어 제시되어야 할 것이다.

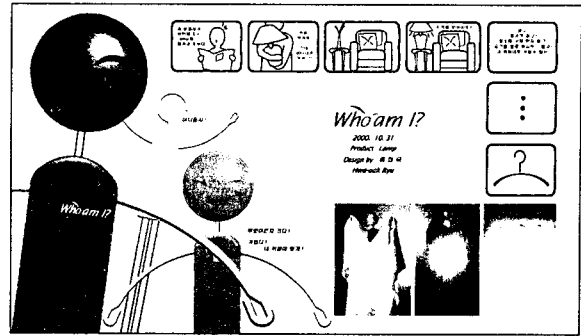
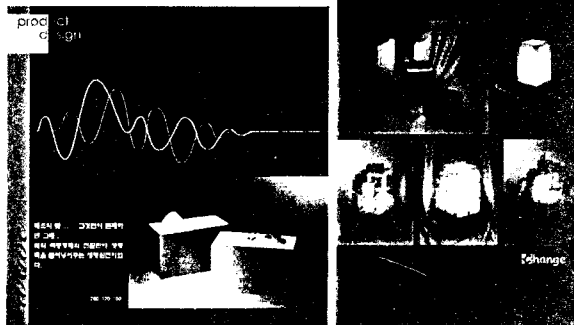
(3) 문제해결안 실현 단계

- 초점: 형태와 기능

- 내용: 촉광

- 결과물: 실제적 모델링(그림 10)

이 단계는 상술한 총체적 내용들을 조형적으로 해결하는 마지막 부분이다. 여기에서 산출되는 형태는 조형과정에서 성립되는 형식체계의 기초 위에 물질과 기능이 실제적으로 표현된 것으로서 제품의 속성 즉 물성적, 기능적, 미적, 인간공학적, 시장속성에 부합되는 쓸모 있고, 쓰기에 편리하며, 매력적이고, 실행 가능한 제안을 의미한다. 또한 단순히 '기능을 담은 그릇'으로서의 형태의 인식 범위를 넘어 '기능이 곧 그릇'이 되는 조명의 특성을 최대한으로 표현해 보는 방법 역시 한번 고려해 볼만한 일이다. 환언하면, 빛은 빛대로 형태는 형태대로의 이분법적인 표현이 아닌 하나의 실체로서 비물질적인 빛(조명의 기능)이 물질화되는 즉 가시적인 형태적 요소로서 실체화되는 것을 뜻한다. 마지막으로 체계적으로 산출된 조형적 해결안을 촉광의 측면에서 검증해야 할 것이다. 알맞은 조도, 빛의 투과율, 배광분포, 휘도 등을 촉광기구, 촉광계산법 그리고 촉광 시뮬레이션 프로그램을 통하여 측정하고 시뮬레이션해 봄으로써, 최종 결과물이 적합한 빛을 방사하는 제품으로서 타당성을 가지고 있는지 확인하게 될 것이다.



[그림 10] 실제적 모델링(학생작품) : 김소연, 김호정, 류하옥

(4) 교육프로그램의 제안

본 제안은 앞서 언급한 교육프로그램에 근거하여 각 단계별로 조명에 관한 지식의 습득을 통해 빛의 실체를 이해하고 이를 형태화 하는데 주목적을 두고 계획하였다.(표 4)

이러한 일련의 과정을 통해 얻고자 하는 것은 빛과 형태와의 상관 관계를 통해 새로운 빛의 활용을 모색하고자 하는 것이다. 즉, 물리적 형태를 디자인하는데 그치지 않고 빛의 고유 기능, 다시 말해 빛의 물리적, 생리적, 심리적 기능을 어떻게 형태와의 관계성 속에서 일원화시킬 것인가 하는 디자인 과정의 문제이다.

이와 더불어 결과물 평가에 관한 부분으로 수업을 통해 디자인되어진 조명기구를 형태에 대한 평가에 그치지 않고 더 나아가 사용자와의 관계성을 고려한 측면이다.

[표 4] 교육 프로그램

빛의 속성		Background & Research	
4 주	1. 빛의 이해 2. 빛과 인지 3. 빛과 색	문제인식단계 추상적 Idea 전개	
	조명형식 (디자이너 중심으로) Slide 1회 or 2회	<ul style="list-style-type: none"> Context Activity Technology User 	<ul style="list-style-type: none"> 조명형식연구(역사적) 현상연구 - Web - 방문처 - 모델하우스
조명기구 속성		Concept Development	
4 주	4. 광원 5. 광학적측면 6. 전기적측면 7. 열과 온도측면 8. 기계적측면 (재료)	문제해결방안 모색단계 형식적 체계구축	
		User Base	<ul style="list-style-type: none"> 조명기구의 속성 개념적 모델링
촉 광		Design Development	
6 주	9. 거리반비례법칙 10. 배광특성	문제해결안 실현단계 조형적 Solution 실현	
		User Base	<ul style="list-style-type: none"> 실체적 모델링 Research Report 3D Data, Rendering Rapid prototype
2 주		디자인 평가	

이 부분에서 검증해야 할 해야 할 중요부분은 다음과 같다.

- 사용자의 시각적인 수행 능력의 한계
 - 시각적 정확성, 대비 반응, 색상 식별, 빛의 어른거림, 예상되는 가시도.
- 사용자의 한계를 초월한 시각적인 실행
 - 시각과 빛의 구성간의 관계, 빛의 구성 분석, 빛의 산출량.
- 사용자의 개인적인 차이
 - 색상에 대한 시각적인 결함, 노안 등.
- 조명과 시각적인 편안함
 - 시각적인 혼란 및 충돌, 글레이, 휘도 대비,

Veiling Reflectance

상술한 제반사항들은 수강자가 개념적 모델링의 단계에서 가설로 설정해야 할 부분임과 동시에, 문제 해결안 실현 단계에서 형태의 문제와 더불어 구체적으로 해결해야 하는 실험과제이다. 또한 디자인 평가의 단계에서는 결과물을 가지고 교수와 수강자간에 각 항목별로 여러 도구 및 시스템을 사용하여 새로운 해석 및 활용방안을 모색 할 수 있는 지침이 될 것이다. 결과적으로 볼 때 조명기구 디자인 과정에서 요구되어지는 빛과 대상간의 주요 인자들, 즉 가설프로그램을 교육과정에서 학생들의 Item에 따라 얼마나 적절하게 설정하느냐가 실험적인 조명교육을 수행하는 중요한 관건이 될 것이므로, 이 부분에 대한 세심한 배려와 더불어 심도 있는 연구가 진행되어야 할 것이다.

5. 결론

조명기구는 신비로움을 담고 있는 문화적 상징물이다.

빛으로 자신의 기능을 알리는 감성적 생활 도구이자 꺼져 있을 때에도 고유의 내적 울림을 은유적으로 보여주는 시적인 물리적 실체이다. 또한 공학을 배경으로 한 기술적인 구성요소들의 이해를 기본적으로 요구하는 지적인 제품이며, 디자이너의 조형적 목소리를 절정에 이룰 수 있도록 만들 수 있는 매력적이며 예술적 기대감을 갖게 하는 다감각적 제품이다.

본 연구는 이러한 다양한 모습을 가지고 있고, 여러 학문의 지식체계가 통합되어진 조명이라는 특성을, 교육적 관점에서 기술적 내용에 중점을 두고 그 활용방법을 생각해 보았다.

먼저 시지각의 프로세스로 시작하여 빛과 사람의 생리학적, 물리학적 상관성을 살펴보았다. 다음으로 조명기구라는 개념을 분석, 이해하기 위하여 조명기구의 성분적 속성(component attribute)을 기술하여 그 정체성의 범주를 규정하였으며 이를 통해 디자인 과정 중에 고려해야 할 제반 요소들을 검토 할 수 있는 토대를 마련하였다. 마지막으로 전술한 내용을 디자인 수업이라는 교육적 형식 속에 프로그램화 시켜 봄으로써 본 연구의 목적을 구체적으로 검증해 보았다.

이러한 일련의 과정을 통해 얻게된 결론이자 새롭게 제안하고자 하는 내용은 다음과 같다. 첫째, 조명이론과 실기가 통합되어진 수업 형식이다. 현재 진행되고 있는 수업이 실기의 배양을 위주로 진행되고 또한 조명기구의 한 측면인 주관적이고 감각적인 제품의 속성을 감안하더라도 조명지식이 배제된 감각 우선적이며, 형태 위주의 표현 지향적인 수업만은 지양되었으면 한다. 왜냐하면 조명에 관한 균형 있는 전체적인 이해를 갖지 못하게 하기 때문이다. 둘째, 대상간의 인터페이스를

고려한 실험적인 교육이다. 사람과 물체, 더 나아가 공간과의 연계성 및 각각의 개념을 배제한 단독 오브제 성격의 조명기구 디자인을 지양하고, 각 대상간의 인터페이스를 고려한 즉 인공 환경 속의 상호간 비언어적 커뮤니케이션을 조율하는 하나의 감성적 도구로써 조명기구를 디자인했으면 한다. 또한 비가시적인 빛의 속성을 루멘 마이크로를 비롯한 여러 시뮬레이션 프로그램을 사용하여 측광을 해봄으로써 학습자 스스로 과학적인 데이터에 따른 빛을 구체적으로 경험, 검증할 수 있는 실험이 수반된 수업이 진행되었으면 한다.

참고문헌

- Gary Gordon: Interior Lighting for Designers, John Wiley & sons, (1995).
- D.C. Pritchard: Lighting, Longman Scientific & Technical, (1995).
- M.David Egan: Concepts in Architectural Lighting, McGraw-Hill, (1993).
- Frederic H. Johnes: Architectural Lighting Design, Crisp Publications, (1989).
- Fran Kellogg Smith: Bring Interiors to Light, Whitney Library of Design, (1986).
- Janet Turner: Lighting, B.T. Batsford Ltd, (1994).
- Lisa Skolunik: the right light, Rockport, (2000).
- Henry Plummer: Poetics of Light, Architecture and Urbanism, (1987).
- Mark S.Rea: Lighting Handbook, IESNA, (1993).
- Andre' Koch: Struck by Lighting, Rotterdam, (1994).
- Richard L. Gregory: Eye and Brain, Princeton, (1990).
- Gary R. Steffy: Lighting, IES, (1995).
- 지철근: 조명이론, 문운당, (1994).
- 이강원: 조명디자이너 자격인증 교재, 한국조명설비학회, (1999).
- 카이로 히로유키의 2인, 박영목, 이동연역: 인터페이스란 무엇인가, 지호, (1998).