

조명의 조도 및 색온도 제어에 의한 실내 두 공간의 공간감 변화

A Study on the Sense of Continuity between Two Rooms by Adjusting the Illuminance and The Color Temperature of Lighting

윤혜림* / Yoon, Hae-Lim

Abstract

This paper describes the experiments to examine the sense of continuity produced by lighting between physically separated spaces. Tolerable limits of illuminance were measured for providing a sense of continuity between two rooms connected by a window. In the experiments the illuminance and color of lighting of the subjects' room were changed while those of the other room were kept constant. The results show that the observers could certainly determine the range of optimum illuminance for them to recognize continuity, and the variance of the results between observers is very small. Moreover, the tolerable range of illuminance was almost constant as far as the color difference was less than some critical value. This finding would be helpful in designing a lighting system for providing a sense of continuity.

키워드 : 조명, 연속감, 조도, 색온도, 공간지각

1. 연구의 배경 및 목적

우리의 일상을 담고 있는 건축공간은 빛에 의해 그 실체가 파악되고, 빛의 부여방식에 따라 다양한 표정과 인상을 지니게 된다. 또한 빛이 빔어내는 시각적 연출은 공간 자체의 물리적 변화없이 공간의 결점을 수정·보완해 주기도 하며, 쾌·불쾌와 관계되는 심리적 효과로 나타나기도 한다.¹⁾²⁾³⁾⁴⁾

이와 같이 조명은 그 중요성을 강조하기에 지나침이 없으며 공간의 의미를 구성하고 평가하는 주요 요소로서 위치하고 있다. 이러한 조명의 중요성을 실제 공간에 적용하는 조명계획의 궁극적인 목적은 그 공간의 주체인 인간에게 기능적으로도 심리적으로도 쾌적한 조명환경을 제공하는 것이라 할 수 있다. 이를 구체화하기 위한 과정에서 기본적으로는 조명환경을 구성하는 제반 물리적 요소가 인간의 공간지각에 어떠한 영향을 미치는지를 알아야 하며 더 나아가 그 결과를 구체적인 조명계획에 도입하여 적용하기 위해서는 조명의 영향을 받는 감각의 정량화를 시도하여야 한다.

이러한 관점에서 조명에 의해 발생하는 시지각적 변화를 주제로 한 선행연구 중에는 인간이 시각을 통하여 수용하는 공간

의 크기에 대한 느낌을 의미하는 「개방감」에 관한 乾 正雄 등⁵⁾⁶⁾⁷⁾의 일련의 연구를 들 수 있다. 또한 三木保弘 등⁸⁾은 광원의 배치에 따른 빛의 공간적인 배분특성과 실내표면의 구성이 분위기에 미치는 영향을 조사하였고, 土田義郎 등⁹⁾과 山岸伸一 등¹⁰⁾은 각각 「넓이감」과 「깊이감」과 같은 공간의 용량

- 1)宮本雅子, 梁瀬度子, 螢光ランプの色温度・演色性が室内雰囲気及ぼす影響, 日本照明學會誌, Vol.81, No.2, pp.107-115, 1997
- 2)中村 肇, 梁瀬度子, 照度・色温度の雰囲気の好ましさの關係, 日本照明學會誌, Vol.81, No.8A, pp.687-694, 1997
- 3)乾 正雄, 梅干野 晃, 住宅居間の快適性に及ぼす光源と照度の影響, 日本建築學會論文報告集, No.298, pp.81-87, 1980
- 4)横 究, 澤 知江, 室内雰囲気評價に及ぼす色彩・照明・素材の複合効果, 日本建築學會論文報告集, No.516, pp.15-22, 1999
- 5)乾 正雄, 宮田紀元, 度辺圭子, 開放感に關する研究・1 (視環境における開放感の位置づけ, 豫備實驗), 日本建築學會計劃系論文報告集, No.192, pp.49-53, 1972
- 6)乾 正雄, 宮田紀元, 度辺圭子, 開放感に關する研究・2 (人工空による模型實驗), 日本建築學會計劃系論文報告集, No.193, pp.51-57, 1972
- 7)乾 正雄, 宮田紀元, 度辺圭子, 開放感に關する研究・3 (自然光による實驗, 現場實驗, 許容限度), 日本建築學會計劃系論文報告集, No.194, pp.39-44, 1972
- 8)三木保弘, 宮田紀元, 光源の配置と室内表面の構成が雰囲気及ぼす影響-光の空間的配分に關する研究, 日本建築學會計劃系論文報告集, No.488, pp.111-119, 1996
- 9)土田義郎, 大井尚行, 平手小太郎, 安岡正人, 室空間容量の把握に與える人工照明の影響, 日本建築學會大會學術講演梗概集, pp.355-356, 1992

* 정회원, 극등정보대학 인테리어디자인과 전임강사, 공학박사

파악에 미치는 조명의 영향을 고찰하였다.

본 논문이 주된 검토의 대상으로 하고 있는 「연속감」은 위에서 언급한 감각들과 마찬가지로 조명에 의해 공간인식에 변화를 유발하는 시지각적 감각의 하나라고 할 수 있다. 저자는 실험에 바탕을 둔 일련의 정량적인 연구(11)(12)(13)(14)(15)를 통해 실내와 옥외공간과 같이 벽이나 천장에 의해 물리적으로 분리된 공간을 대상으로 인공조명의 광량과 색을 조절하여 양 공간이 연속된 하나의 공간으로서 의식되는 연속감의 현상을 확인하고 이를 결정짓는 물리적인 조명조건을 파악하였다.

상기 연구결과를 기초로 본 논문에서는 창을 매개로 분리된 실내의 두 공간을 대상으로 조명의 조도 및 색온도 조절에 의해 관찰자에게 발생하는 공간지각의 변화를 연속감으로 표현하고 이를 실험적으로 확인한다. 또한, 이 결과로부터 연속감을 연출하는 두 공간의 조명의 조도 및 색온도의 정량적인 관계도 도출하고자 한다. 구체적으로는 실험 I에서 두 공간의 연속감이 지각되는 조도범위의 존재 여부를 확인하고 이를 구한다. 이러한 조도조절에 의한 연속감지각이 두 공간의 색온도 조건이 다른 경우에도 성립하는지의 여부를 실험 II에서 확인하고 연속감 지각조도가 두 공간의 광원의 색차와 어떠한 관계를 이루고 있는지 고찰한다.

2. 실험 I: 조명의 조도레벨 조절에 의한 실내 두 공간의 공간감 변화

2.1. 실험 조건

본 연구에서는 실험조건 설정을 위해 공간의 조도가 자유롭게 제어 가능하도록 제작한 실험부스를 사용하였다. 부스 내부는 창을 매개로 관찰자가 있는 피험자공간과 창을 통해 관찰하게 되는 참조공간으로 분리된다. 이 각각의 공간은 서로 다른 실제 공간을 상징하여 가구와 소품 등이 배치되어 있으며 부스 주위는 암막으로 둘러싸서 외부 조명광의 영향을 배제하였다.

10) 山岸伸一, 土田義郎, 大井尚行, 平手小太郎, 安岡正人, 人工照明が室空間容量の知覚に與える影響-模型・スライド・實大空間による比較, 日本建築學會大會學術講演梗概集, pp.963-964, 1993

11) 尹 惠林, 池田光男, 篠田博之, 色溫度の差を考慮した室内から屋外を見た場合の連続感許容照度範圍, 日本照明學會誌, Vol.81, No.8A, pp.621-627, 1997

12) 尹 惠林, 石田泰一郎, 照明による室内と屋外の連続感-心理的決定要因と建築空間への適用性-, 日本建築學會計劃系論文集, No.529, pp.9-16, 2000

13) Haelim Yoon, Taiichiro Ishida, Perceptual Determinants of a Sense of Continuity between Spaces Produced by Lighting, Proceedings of LUX PACIFICA '97 3rd Pacific Basin Lighting Congress, Nagoya Japan, 1997. 10

14) 윤혜림·김광우, 실내조명의 조도조절에 의한 공간상호의 연속감 지각에 관한 기초연구, 대한건축학회논문집, 17권, 10호, pp.249-256, 2001

15) 윤혜림·김광우, 실내공간의 형상 및 옥외로의 시각적 연결성이 조명에 의한 공간상호의 연속감 지각이 미치는 영향, 대한건축학회논문집, 18권, 1호, pp.267-274, 2002

실험부스의 개략 및 조명조건은 <표 1>의 실험 I 과 같다.

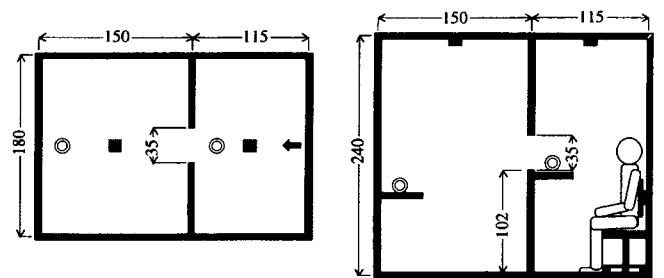
양 공간은 각각 천장에 직접부착된 형광램프에 의해 조명되고 있는데 이 조명광의 광량을 조절하기 위해서 공간별로 조도조절기를 설치하였다. 특히, 조도의 미세조정이 필요한 피험자 공간에는 천장의 형광램프 아래에 슬릿형태의 수동장치를 설치하여 조도조절기와 병용하였다. 이 광량 조절장치는 두장의 격자판을 이중으로 겹친 것으로서 윗부분의 격자판을 도르레에 걸친 조절끈에 의해 형광램프의 길이 방향으로 움직이면 상하 격자판 사이의 슬릿 창폭이 달라지게됨으로써 피험자공간의 밝기를 조절할 수 있도록 제작된 것이다. 본 실험에 앞선 예비실험을 통해 이 조절슬릿을 사용할 때 공간전체가 밝기의 얼룩이나 그림자 없이 거의 균등하게 조명될 수 있다는 것을 확인하였다.

피험자는 <표 1>의 그림에 나타낸 바와 같이 피험자공간에서 의자에 앉은 자세로 자신이 있는 공간과 창을 통해 보이는 참조공간을 관찰하게 된다. 이 때 참조공간을 보는 창의 크기를 시각(視角)으로 나타내면 약 $23^{\circ} \times 23^{\circ}$ 이다.

<표 1> 실험공간의 개략 및 조명조건

실험		실험 I	실험 II
실험장소		실험부스	
피험자공간	폭×실깊이×높이 [cm]	140×115×240	180×115×240
참조공간		140×70×240	180×115×240
창	폭×높이 [cm]	35×35	
광원	종류	형광램프 (3파장역발광형)	
	색온도	6700K	6700K 및 3000K
	조명방식	천장배치 전반조명 (천장 직접부착형 조명기구)	

◎조도 측정점, ■ 광원의 위치, ↑ 피험자의 위치 및 방향



2.2. 실험 방법

실험 I에서는 참조공간의 임의의 일정 조도레벨에 대하여 양 공간의 연속감이 지각되는 피험자공간의 조도범위의 존재 여부를 확인하고 이를 구하는 것을 목적으로 한다. 실험에서 채용된 참조공간의 조도레벨은 10, 20, 50, 100[lx]의 4종류이며, 이들 조도레벨 각각에 대하여 피험자공간의 조도레벨을 8~10단계로 설정한다. 이 조도단계는 예비실험의 결과와 함께

낮은 조도에서의 깜빡거림이나 최고조도의 제약 등 광원의 특성을 고려하여 결정되었다. 본 실험에서 조도레벨은 각 공간의 밝기를 반영하는 물리량으로 채용한 것으로서 그 대표값의 선정에 있어서는 예비실험을 통해 피험자가 주로 주목하게 되는 지점을 확인하여 조도계¹⁶⁾를 배치하고 수평면조도를 측정하였다.

실험은 다음과 같은 순서로 진행된다. 양 공간의 조도레벨은 피험자의 입실 전에 설정된다. 이때 참조공간은 4종류의 조도레벨 중에서 한 종류를 선택하고 이 조도레벨에 해당하는 8~10단계의 조도단계 중 한 종류를 피험자공간에 설정한다. 피험자는 입실 후 일정 순응시간이 지나면 실험자로부터 “이 상태에서 피험자 자신의 공간과 그 곳에서 창을 통해 관찰되는 참조공간이 연속된 하나의 공간과 같이 인식되는가?”의 여부를 질문받고 Yes와 No 중 하나로 응답한다. 실험자는 응답을 기록한 후 피험자가 퇴실 또는 눈을 감은 상태에서 양 공간의 조도레벨을 다시 설정하고 동일한 방법에 의해 실험을 반복한다. 한 단계의 피험자공간의 조도레벨에 대하여 연속되지 않게 10회 실시하며 이를 1세션으로 한다. 조도레벨의 선택은 무작위로 이루어지며 피험자 1인에 대하여 1일 총1시간 이하로 실험을 제한하였다.

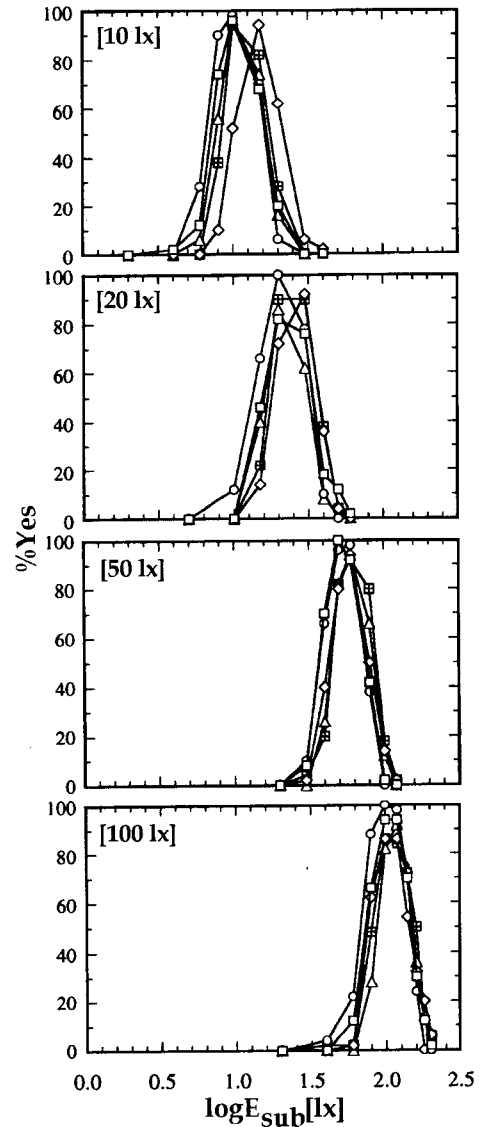
실험자는 실험에 앞서 피험자에게 실험방법 및 연속감의 정의 등에 관한 간단한 교시를 부여하고 실험의 구체적인 목적이나 응답의 판정기준 등은 설명하지 않았다. 이는 피험자가 선입견을 갖거나 그로 인해 실험자의 의도대로 유도될 우려가 있기 때문이다. 단, 연속감의 정의에 있어서는 두 공간이 하나의 공간으로 인식되는 것이며 단순히 두 공간에 존재하는 물체의 표면의 밝기가 동일하게 보이는 것이 아니라는 점을 강조하였다. 실험 중에는 피험자가 일어서거나 직접 창밖으로 참조공간을 들여다 보는 등의 행동 이외에는 특별한 제약을 두지 않았으며 응답에 필요한 시간도 제한하지 않았다.

실험에 참가한 피험자는 대학생 및 대학교원으로 구성된 5명(남 3명, 여 2명)으로서 교정시력 1.0이상이며 색각은 정상이다. 이들 피험자는 1인당 4레벨(참조공간의 조도) × 8~10단계(피험자공간의 조도) × 10회 × 5세션 = 1750시행의 실험을 실시하였다.

2.3. 실험 결과

참조공간의 일정 조도레벨에 대하여 양 공간에 연속감이 지각된 빈도를 검토한다. <그림 1>은 참조공간의 각 조도조건에 대하여 연속감이 지각되었다고 하는 응답율을 나타낸 것이다. 결과는 각 피험자의 세션 전체의 평균값으로 표시하였고 기호로써 피험자를 구분하였다. 가로축은 피험자공간의 조도(E_{sub})의 대수(對數)값이며 세로축은 이에 대한 연속감지각의 응답율

(%Yes)을 나타낸다. 여기에서 조도값을 처리함에 있어 대수(對數)값을 취한 것은 피험자가 인식하는 조도의 변화를 단순한 물리량의 절대값의 변화로서가 아니라 조도의 변화에 따른 공간의 밝기라는 감각의 변화량으로 해석하였기 때문이며, 본 논문에서는 물리량과 감각량과의 수량적 관계를 표시한 웨버(Weber)-페흐너(Fechner)의 법칙 즉, 감각의 크기는 자극의 강도의 대수값에 비례한다고 하는 법칙에 따라 조도값을 처리하였다.



<그림 1> 참조공간의 각 조도조건에 대한 연속감빈도곡선

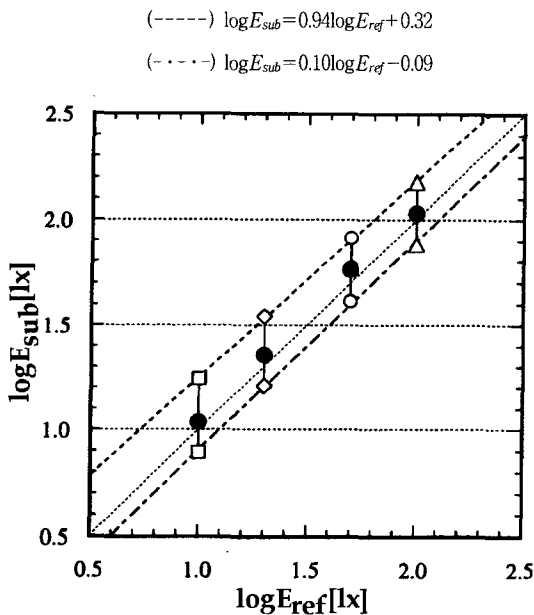
<그림 1>에 나타난 빈도 곡선의 형상을 보면 먼저 참조공간과 피험자공간에 연속감이 지각되는 피험자공간의 조도에 허용범위가 있다는 것을 알 수 있다. 즉, 연속감지각을 긍정하는 50%이상의 응답율이 얻어진 피험자공간의 조도레벨이 존재한다는 것이다. 다음으로는 참조공간의 각 조도조건별 빈도곡선에 연속감 지각의 응답율이 100%에 가까운 피크값이 존재한다

16)주평부 분리형 디지털 조도계(T-1, MINOLTA) 사용

는 것을 알 수 있다. 이는 양 공간에 연속감이 지각되는 피험자공간의 최적조도가 존재한다는 것을 의미한다. 또한 빈도곡선의 형상이나 폭에는 참조공간의 조도조건에 따른 차이가 매우 적고 더욱이 이러한 경향이 피험자 전원에게 거의 동일하게 나타나고 있다는 점도 주목된다. 앞서 실험 방법에서 설명한 바와같이 피험자는 실험에 대한 구체적이고 공통된 판정기준을 부여받지 않았음에도 불구하고 피험자가 나타내는 경향의 차이가 적다는 점은 조명에 의해 지각되는 공간상호의 연속감이라고 하는 추상적인 감각이 피험자 개개의 판정기준과 시각적 체험에 의해 조도레벨이라는 물리량으로써 구체화되고 정량화될 수 있음을 시사한다고 할 수 있다.

<그림 1>에 나타낸 각 조도조건에 대한 결과로부터 연속감 지각의 응답을 50%에 대응하는 조도레벨을 연속감허용 조도범위의 한계값으로서 구하고 그 결과를 그림 2에 나타내었다. 가로축과 세로축은 각각 참조공간 및 피험자공간의 조도를 대수값으로 나타내었다. 흰색기호는 참조공간의 각 조도레벨에 대한 연속감허용의 한계값으로서 범위를 표시하기 위해 각각을 직선으로 연결하였다.

먼저 흰색기호가 나타내는 결과에 주목하면 연속감 허용한계가 양 공간의 조도가 동일한 점 즉, 그래프에서 가는 점선으



<그림 2> 참조공간의 각 조도조건에 대한 피험자공간의 연속감 허용 조도한계

로 연결된 직선을 사이에 두고 대칭관계를 이루는 것이 아니라 피험자공간의 조도가 높은 쪽으로 폭이 넓은 것으로 나타나 있다. 그러나 연속감허용의 조도범위는 참조공간의 조도조건에 관계없이 거의 일정하다는 것을 알 수 있다. 그 범위를 절대값으로 표시하면 참조공간 조도의 약 0.8~1.5배인 것으로 나타났

다. 한편, 한계값의 상한값과 하한값은 각각 쇄선(----)과 일점 쇄선(-·-·-)으로 표시한 바와 같이 대수축 위에서 일정한 직선관계를 이루고 있다. 이 관계를 정량화하기 위해 최소자승법에 의해 회귀직선을 구하고 그 결과를 그림 상부에 표시하였다.

다음은 <그림 1>의 빈도곡선으로부터 피크값 즉 연속감지각의 최적조도를 구하여 <그림 2>에 흑색기호(●)로 나타내었다. 피험자 전원의 평균값으로 표시되어 있다. 그림에서 보여지듯이 최적조도는 양 공간의 조도가 동일한 점을 표시하는 가는 점선에 매우 가까운 값으로 나타나 있다. 즉, 연속감지각의 피험자공간의 최적조도는 참조공간의 조도와 근사하다는 것을 알 수 있다.

3. 실험 II: 실내공간 상호의 연속감 지각을 위한 조명광의 조도와 색온도와의 관계

3.1. 실험 조건 및 방법

앞서 실시한 실험에서 피험자가 관찰하게 되는 양 공간은 조명광의 색온도가 동일하였다. 그러나 실제 공간에서는 용도 또는 분위기 등에 따라 공간별로 광원의 색이 다른 경우가 빈번하다. 이러한 경우에도 조도조절에 의해 연속감이 지각될 수 있는지 그리고 연속감 지각조도가 두 공간의 광원의 색차와 어떠한 관계를 이루고 있는지를 실험 II에서 확인하고자 한다.

실험공간은 실험 I에서 사용하였던 실험부스의 폭과 깊이를 조정하여 사용하였다. 실험 공간의 개략 및 조명조건은 앞서 제시한 표 1의 실험 II의 부분에 나타내었다.

실험 II에서는 참조공간의 조명광의 색온도를 임의의 일정 조건으로 설정한 상태에서 피험자공간의 조도레벨을 변화시켜 양 공간에 연속감을 제공하는 조도의 허용한계를 구하게 된다. 피험자공간의 조명광의 광량의 조절은 실험 I에서 사용한 광량 조절장치를 이용하였다. 참조공간의 일정 조도조건에 관해서는 실험 I의 결과 즉, 연속감이 지각되는 피험자공간의 허용조도범위가 절대값으로는 참조공간 조도의 약 0.8~1.5배이고 그 관계가 10~100[lx] 사이에서 일정하였다는 점을 고려한 위에 실험장치의 설정가능 범위인 30[lx]로 결정하였다.

참조공간 및 피험자공간은 모두 색온도 3000K과 6700K의 형광램프가 설치되어 있으며 참조공간은 그 중 한 종류씩 점등하게 된다. 피험자공간의 경우는 실험조건에 따라 3000K과 6700K의 광원을 단독 또는 혼합하여 사용한다. 이 두 종류의 광색이 혼합되어 피험자공간의 조명광의 색도는 CIE xy색도도(色度圖) 상에서 거의 흑체궤적을 따른 직선 위에서 변화한다는 것을 색채색차계17)의 측정 결과 확인되었다. 따라서 광색의

17) 조명광원의 조도 및 색도를 측정하여 수치로 표시하는 CIE표색계 디지털 색채색차계 CL-100(MINOLTA) 사용. 측정가능범위: 0.1~99,990 lx

변화는 색도좌표 x, y 중 어느 한쪽의 변수를 지정하여 간단히 표현할 수 있게 된다. 본 실험에서는 그 값의 변화량이 보다 큰 쪽인 x 좌표의 값을 조명광의 색을 표현하는 지표로서 사용하기로 하고 필요에 따라 역수색온도의 차도 병기하기로 한다.

시험자공간과 참조공간의 조명광의 색도 x 좌표를 각각 x_{sub} 과 x_{ref} 라고 할 때 두 공간의 조명광의 색도의 차($\Delta x = x_{sub} - x_{ref}$)를 변수로 하여 색온도 조건을 설정하였다. 실험에서는 $\Delta x = 0$ 에서 시작하여 $\Delta x = 0.01$ 씩 증가하도록 설정되었다. 예를 들면, 참조공간의 조명을 그 색도의 x 좌표값이 0.312인 6700K의 광원으로 설정할 경우, 색온도 조건 $\Delta x = 0.02$ 란 시험자공간의 광원의 색도의 x 좌표값이 참조공간의 그것보다 0.01 큰 0.322인 것을 의미한다. 증가범위인 $\Delta x = 0.01$ 을 역수색온도의 차로 표현하면 $14MK^{-1}$ 이 되며 흑체복사체적에 따라 변화하는 색의 식별 역이 약 $5.5MK^{-1}$ 이라는 점을 고려할 때 $\Delta x = 0.01$ 은 양 공간의 조명광의 색의 차이를 충분히 인식할 수 있는 변화량이라고 할 수 있다.

참조공간의 조명이 색온도 3000K일 경우와 6700K일 경우 각각에 대하여 시험자공간의 색온도 조건을 $\Delta x = 0$ 에서 $\Delta x = 0.04$ 까지의 5단계 및 $\Delta x = 0$ 에서 $\Delta x = 0.03$ 까지의 4단계로 설정하였다. 즉, 양 공간의 조명광의 색의 차 Δx 가 증가함에 따라 참조공간이 3000K의 조건에서는 시험자공간의 조명은 붉은 기미를 띤 색에서 백색에 근접하게 되며, 참조공간이 6700K인 조건에서는 시험자공간의 조명광은 백색에 붉은 기미가 점차 더해져가게 된다.

참조공간의 조도레벨이 30[lx]로 일정한 데 반하여 시험자공간의 조도레벨은 10, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 90[lx] 중 7~9 종류의 조도레벨을 채용하였다. 이들 각 조도레벨에 대하여 실험 I과 마찬가지로 시험자는 양 공간의 연속감이 지각되는지의 여부를 Yes 또는 No로 응답하는 방법이 사용되었다. 시험자에 대한 교시 및 주의사항 등도 실험 I과 동일하다.

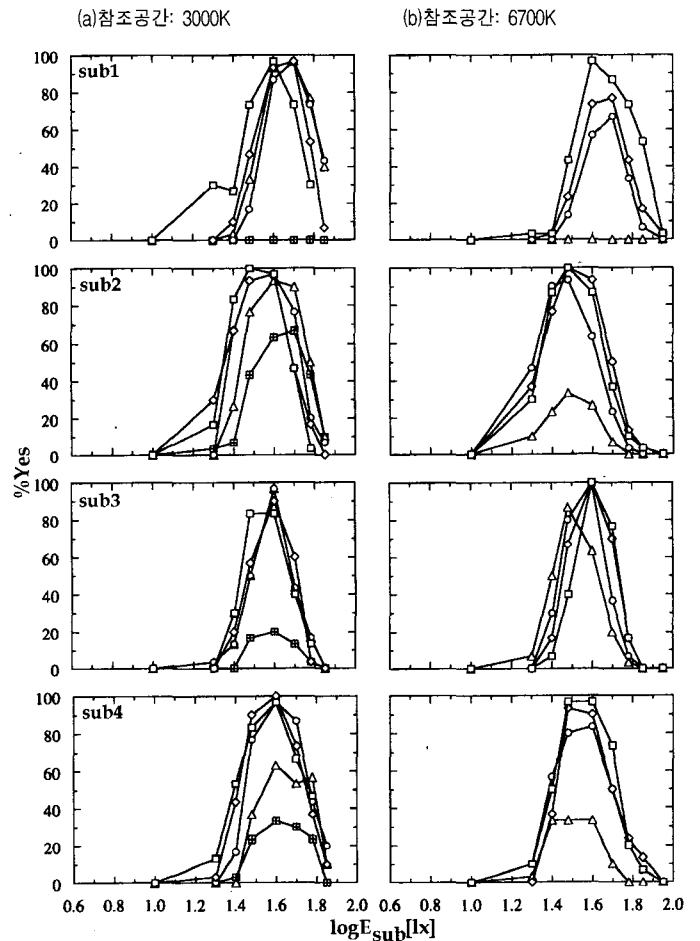
조명광의 색온도 조건과 조도레벨의 선정은 무작위로 실행된다. 각 색온도 조건에 대하여 조도를 8~9레벨, 각 조도레벨에 대해서 10회 실시하여 이를 1세션으로 한다. 시험자는 대학생 및 대학교원으로 구성된 4명(남 2명, 여 2명)이며 색각은 정상이다. 시험자 1인당 9종류(색온도 조건)×7~9레벨(시험자공간의 조도레벨)×10회×3세션=2250시행을 실험하였다.

3.2. 실험 결과

<그림 3>은 <그림 1>과 같은 방법으로 참조공간의 일정 조도조건 30[lx]에 대하여 시험자공간의 각 조도레벨에 있어서의 연속감지각의 응답율을 나타낸 것이다. (a)와 (b)는 각기 참조공간의 조명광원이 색온도 3000K과 6700K인 경우의 결과이다. 데이터점의 기호의 차이는 양 공간의 색온도 조건을 표시한다.

이 결과로부터 먼저 각 빈도곡선의 피크값 즉, 연속감지각의 최적조도점을 보면 참조공간의 조명광의 종류나 색의 차이에 관계없이 참조공간의 조도인 30[lx]보다 다소 높은 값으로 나타나있다. 또한 빈도곡선의 형상으로 보아 양 공간의 연속감이 지각되는 시험자공간의 조도에는 허용범위가 존재한다는 것도 알 수 있다. 이러한 경향은 실험 I의 결과와 동일한 것으로 나타났다. 단, 양 공간의 광원의 색차가 증가할수록 조도의 허용범위가 감소하는 경향이 두드러지고 있다.

이를 보다 상세하게 보기위해 그림 4에 시험자 전원의 평균 값을 광원의 색차의 순서로 나열하였다. 광원의 색차는 색도의 x 좌표의 차 및 역수색온도의 차로 표시하였다. 세로막대는 시험자간의 차이를 보기위한 표준편차로서 정(+)의 값만 표시하였다. 점선은 참조공간의 조도 30[lx]를 나타낸다.



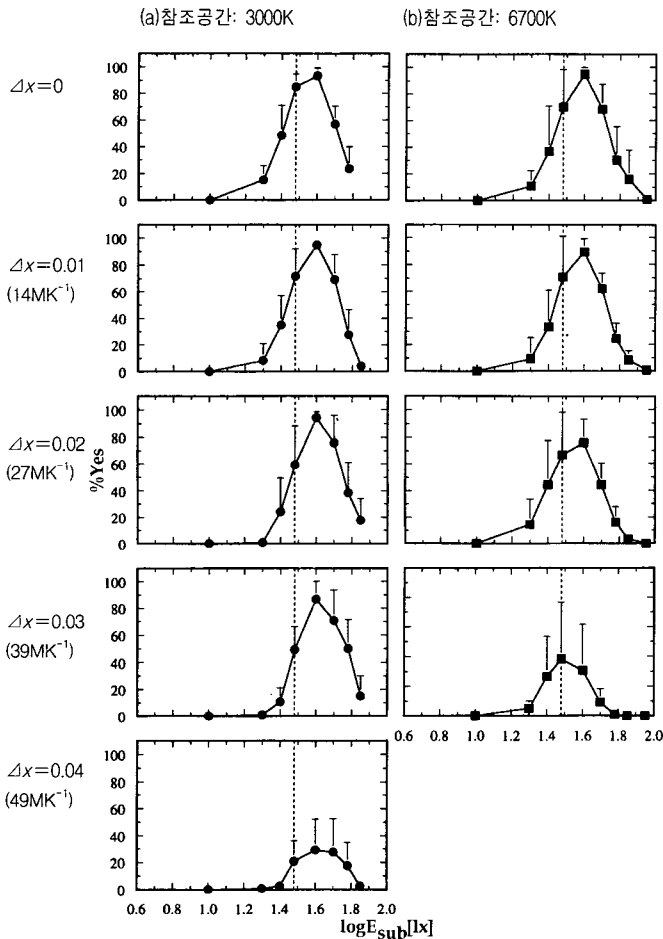
<그림 3> 참조공간의 각 조도조건에 대한 연속감빈도곡선
(□: $\Delta x = 0$, ◇: $\Delta x = 0.01$, ○: $\Delta x = 0.02$, △: $\Delta x = 0.03$, * : $\Delta x = 0.04$)

이 결과로부터 <그림 3>에서 관찰되는 경향을 보다 명확하게 확인할 수 있다. 빈도곡선의 피크값 즉, 양 공간의 연속감지각의 최적조도는 참조공간의 조도보다 높은 값을 가지며 곡선의 폭에서 알 수 있듯이 조도의 허용범위가 존재한다. 특히, 광원의 색에 주목하면 연속감 지각의 응답율이 현저히 저하하

게 되는 것은 (a)에서는 $\Delta x=0.04$ 의 조건, (b)에서는 $\Delta x=0.03$ 의 조건에 이르러서이고 그 이하의 조건에서는 거의 유사한 경향을 보이고 있다. 이는 양 공간의 조명의 색의 차이가 어느 일정 조건을 유지할 경우, 두 공간의 연속감 지각을 위한 조명의 조도범위는 광원의 색의 차이에 큰 영향을 받지 않는다는 것을 의미하는 것으로서 연속감 연출을 위한 조명시스템의 조도제어의 용이성을 시사한다고 할 수 있다.

한편, 양 공간의 광원의 색이 동일한 $\Delta x=0$ 의 조건 즉, 양 공간 모두 3000K의 광원 또는 6700K의 광원으로 조명된 경우의 결과를 비교해 볼 때 양자가 나타내는 경향에는 현저한 차이가 없다는 것을 알 수 있다. 이로부터 참조공간의 광원의 차이가 연속감지각의 조도범위에 크게 반영되지 않음을 확인하였다. 또한, 세로막대의 길이를 보면 피험자간의 차이는 양 공간의 광원의 색차가 증가할수록 커지고 있음을 알 수 있다.

<그림 4>에 나타낸 결과로부터 연속감지각의 응답을 50%에

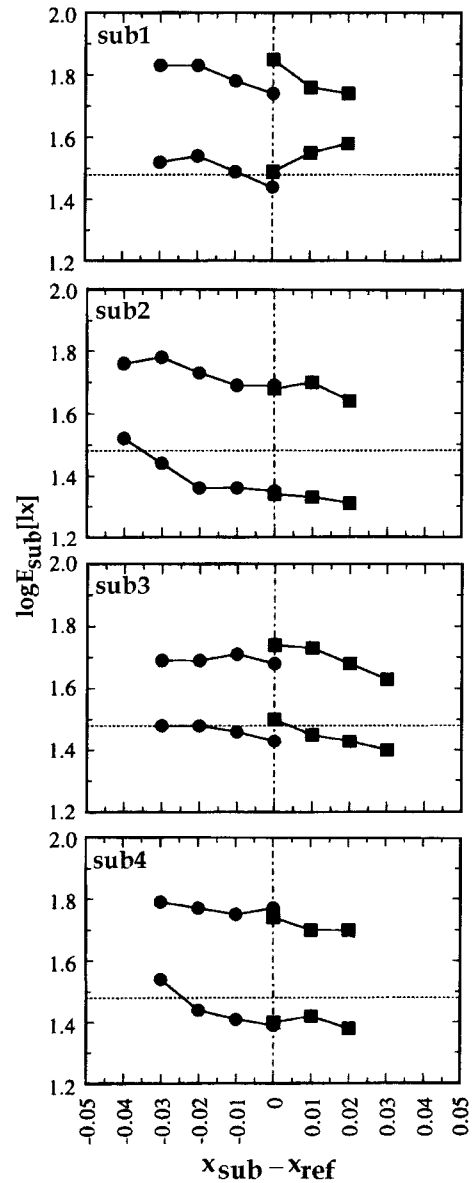


<그림 4> 양 공간의 광원의 색차에 대한 연속감지각곡선

대응하는 조도레벨을 연속감 허용범위의 한계값으로 정의하고 그 결과를 그림 5에 나타내었다. 가로축은 양 공간의 조명광의 색도 x 좌표의 차 ($\Delta x = x_{sub} - x_{ref}$)이고 세로축은 피험자공간의 조도이다. 가로축의 가시점선은 참조공간의 조도 $30[lx]$ 를 나타

낸다. 이 결과를 보면 연속감지각의 허용조도범위의 하한값은 참조공간의 조도에 가까우나 상한값은 거의 2배에 이르는 것으로 나타났다. 그러나 이들 상한값과 하한값이 이루는 허용조도범위는 양 공간의 광원의 색차에 큰 영향을 받지않고 대수축 위에서 거의 일정하다는 것을 알 수 있다.

(a)참조공간: 3000K (b)참조공간: 6700K



<그림 5> 양 공간의 광원의 색차에 대한 연속감지각의 허용조도범위

4. 결론

본 연구에서는 창이나 개구부를 매개하여 물리적인 경계에 의해 분리된 실내 두 공간을 대상으로 조명의 조도 및 색온도 제어에 의해 공간 상호에 지각되는 공간감의 변화로서 연속감

을 실험적으로 확인하고 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 피험자는 조명의 광량 제어에 의해 자신이 속한 피험자공간과 창을 통해 분리된 참조공간이 연속된 하나의 공간으로서 인식되는 연속감을 지각할 수 있었다.

둘째, 참조공간의 일정 조도조건에 대하여 양 공간의 연속감이 지각되는 피험자공간의 조도에는 최적조도 및 허용범위가 존재하였다. 최적조도는 참조공간의 조도 30[lx]와 근사하였고, 허용범위는 참조공간의 조도조건에 큰 영향을 받지 않고 거의 일정한 것으로 나타났다. 그 범위를 절대값으로 표시하면 참조공간 조도의 약 0.8~1.5배로서 약 24~45[lx]이다.

셋째, 양 공간의 연속감 지각을 위한 피험자공간의 조도허용한계의 상한값과 하한값은 각각 대수축 위에서 참조공간의 조도와 일정한 직선관계를 이루었다.

넷째, 참조공간의 조명광의 색온도를 임의의 일정 조건으로 설정한 상태에서 구한 연속감 지각을 위한 피험자공간의 조도허용범위는 양 공간의 조명의 색차가 어느 일정 조건을 유지할 경우, 그 범위 안에서는 양 공간의 광원의 색차에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 이는 실제 공간에 연속감 연출을 위한 조명시스템의 적용에 있어서 조도제어의 용이성을 시사한다고 할 수 있다.

다섯째, 상기 결과에는 피험자간의 차이가 적었다. 이는 조명에 의해 지각되는 공간감의 변화로서의 연속감이 개인적인 큰 차이없이 공통된 감각으로 수용될 수 있으며 그러한 추상적인 감각이 피험자 개개의 판정기준과 시각적 체험에 의해 조도레벨이라는 물리량으로써 구체화되고 정량화될 수 있음을 시사한다.

참고문헌

1. 윤혜림·김광우, 실내조명의 조도조절에 의한 공간상호의 연속감 지각에 관한 기초연구, 대한건축학회논문집, 17권, 10호, 2001, pp.249-256.
2. 윤혜림·김광우, 실내공간의 형상 및 옥외로의 시각적 연결성이 조명에 의한 공간상호의 연속감 지각에 미치는 영향, 대한건축학회논문집, 18권, 1호, 2002, pp.267-274.
3. Haelim Yoon, Taiichiro Ishida, Perceptual Determinants of a Sense of Continuity between Spaces Produced by Lighting, Proceedings of LUX PACIFICA '97 3rd Pacific Basin Lighting Congress, Nagoya Japan, 1997, 10.
4. 宮本雅子, 梁瀬度子, 蛍光ランプの色温度・演色性が室内雰囲気及ぼす影響, 日本照明學會誌, Vol.81, No.2, 1997, pp.107-115.
5. 山岸伸一, 上田義郎, 大井尚行, 平手小太郎, 安岡正人, 人工照明が室空間容量の知覚に與える影響-模型・スライド・實大空間による比較, 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1993, pp.963-964.
6. 尹 惠林, 池田光男, 篠田博之, 色温度の差を考慮した室内から屋外を見た場合の連続感許容照度範囲, 日本照明學會誌, Vol.81, No.8A, 1997, pp.621-627.
7. 尹 惠林, 石田泰一郎, 照明による室内と屋外の連続感-心理的決定要因と建築空間への適用性-, 日本建築學會計劃系論文集, No.529, 2000, pp.9-16.
8. 中村 肇, 梁瀬度子, 照度・色温度の雰囲気的好ましさの關係, 日本照明學會誌, Vol.81, No.8A, 1997, pp.687-694.
9. 乾 正雄, 梅干野 晃, 住宅居間の快適性に及ぼす光源と照度の影響, 日本

- 建築學會論文報告集, No.298, 1980, pp.81-87
10. 榎 究, 澤 知江, 室内雰囲気評價に及ぼす色彩・照明・素材の複合効果, 日本建築學會論文報告集, No.516, 1999, pp.15-22
11. 乾 正雄, 宮田紀元, 度辺圭子, 開放感に関する研究・1 (視環境における開放感の位置づけ、豫備實驗), 日本建築學會計劃系論文報告集, No.192, 1972, pp.49-53
12. 乾 正雄, 宮田紀元, 度辺圭子, 開放感に関する研究・2 (人工空による模型實驗), 日本建築學會計劃系論文報告集, No.193, 1972, pp.51-57
13. 乾 正雄, 宮田紀元, 度辺圭子, 開放感に関する研究・3 (自然光による實驗, 現場實驗, 許容限度), 日本建築學會計劃系論文報告集, No.194, 1972, pp.39-44
14. 三木保弘, 宮田紀元, 光源の配置と室内表面の構成が雰囲気及ぼす影響-光の空間的配分に關する研究, 日本建築學會計劃系論文報告集, No.488, 1996, pp.111-119
15. 上田義郎, 大井尚行, 平手小太郎, 安岡正人, 室空間容量の把握に與える人工照明の影響, 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1992, pp.355-356

<접수 : 2002. 6. 27>