

공간 만족도 및 심리적 편안감 향상을 위한 실내 조명환경에 대한 인지효과

임 민 엽, 이 지 현*, 김 수 영†
연세대학교 주거환경학과, *KAIST 문화기술대학원

Cognitive Effects on Lighting Environment for Improvement of Spatial Satisfaction and Psychological Comfort

Minyeop Rim, Ji-Hyun Lee*, Sooyoung Kim†

Department of Housing & Interior Design, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

*Graduate School of Culture Technology, KAIST, Daejeon 305-732, Korea

(Received April 3, 2012; revision received April 26, 2012)

ABSTRACT: Occupants' visual perception, psychological responses and spatial satisfaction under various indoor lighting environments were analyzed in this study. Field measurements and surveys were conducted in four coffeeshop space where different lighting conditions were used. Results imply that worse visual comfort was reported under direct lighting conditions that exposed light sources to occupants. To improve spatial satisfaction in space, lighting environments should lessen visual thresholds and distraction. Also, necessary illuminance levels should be kept with appropriate color of light that occupants prefer. Worse spatial satisfaction was reported under direct lighting environments, and spatial satisfaction was strongly relevant to visual comfort. Psychological comfort for space was positive in space where visual thresholds were minimized and visual comfort was positively evaluated. Psychological and spatial satisfaction was relevant each other. Occupants preferred to stay longer in space where psychological and spatial satisfaction was positively achieved due to less visual thresholds and improved visual comfort. Better psychological and spatial satisfaction was achieved in space where temporary mood and visual perception were favorably evaluated under indirect lighting environments.

Key words: Visual perception(시각적 감지), Spatial satisfaction(공간 만족도), Lighting environment(조명환경), Psychological comfort(심리적 만족도), Mood(무드)

1. 서 론

공간의 기능에 적합하게 디자인되어 존재하는 실내공간에 대한 감지정도(spatial perception)는 공간

에 적용된 실내 디자인 요소의 구성에 의하여 영향을 받으며 변화한다. 다양한 실내 디자인 요소 중 공간 감지에 효과적으로 작용하는 인자는 조명이다. 조명은 공간사용자의 시각적인 감지(visual perception)에 일차적으로 영향을 주어 공간에 대한 전반적인 만족도에 영향을 주는 요인으로 작용한다. 조명조건에 의하여 변화되는 시각적인 만족도 및 시각적인 자극에 대한 감지정도는 공간사용자의 심리적인 반응에

† Corresponding author

Tel.: +82-2-2123-3142; fax: +82-2-313-3139

E-mail address: sooyoung@yonsei.ac.kr

영향을 주는 인자로 작용하여, 실시되는 업무의 생산성(productivity) 변화에 중요한 영향을 준다.⁽¹⁻³⁾

또한, 공간에서 조명조건에 의한 시각적인 자극의 변화는 공간 사용자의 일시적인 무드(mood) 감지 변화에 반영되어, 공간에 대한 전반적인 분위기를 감지하는데 효과적인 요인으로 작용한다. 특히, 시각적인 편안감(visual comfort) 및 일시적인 무드 감지에 따른 공간 전체의 전반적인 분위기에 대한 평가 등이 포함되는 공간만족도 및 공간에서 사용자가 감지하는 심리적인 편안감은 방문자의 휴식을 목적으로 디자인 되는 커피전문점과 같은 공간에서 중요한 인자로 작용한다.

따라서 공간사용자가 만족할 수 있는 공간을 조성하기 위하여 사용자의 공간 만족도 및 심리적인 반응에 영향을 미치는 조명의 효과는 분석되어야 한다. 본 연구에서는 실내 디자인 요인으로 중요하게 작용하는 조명환경 변화에 따른 시각적인 감지, 심리적 반응 및 공간 만족도가 분석되어 공간 사용자의 공간 인지도 변화에 영향을 주는 요인이 분석되었다. 이를 위하여 4개의 커피전문점 공간에서 현장실험 및 설문조사가 실시되었다.

2. 연구 방법

2.1 실험대상 공간 및 조건

현장실험 및 설문조사에 사용된 공간은 서울시에 위치한 각기 다른 4개 브랜드의 프랜차이즈 커피전문점이다. 선정된 각 공간에는 각기 다른 브랜드 고유의 디자인 개념이 적용되어 실내공간이 구성되었다. 이 공간은 대학교 근처에 위치하고 있어, 주된 이용자층은 20대의 대학생이다.

실험 및 설문조사가 실시된 4곳 커피전문점의 평면 및 조명기기의 배치는 Fig. 1~Fig. 4에 나타나 있다. 각 그림의 왼쪽에는 공간 및 가구 배치가 명시되어 있고, 오른쪽에는 조명 기기의 배치가 나타나 있다. 'A', 'B', 'C', 'D' 전문점은 5층, 2층, 3층 및 4층의 커피매장으로 구성되어 있다. 각 전문점의 매장 1층에는 외부와 연결되는 출입문이 설치되어 있고, 커피 주문대가 설치되어 있으므로 외부와의 연결, 커피주문 및 픽업(pick up)으로 인한 이용객의 동선이 복잡하게 나타났다. 따라서 안정적인 분위기에서 공간에 대한 평가를 실시될 수 있도록 하기 위하여, 각 전문점의 2층 공간이 실험대상 공간으로 선정되었다.

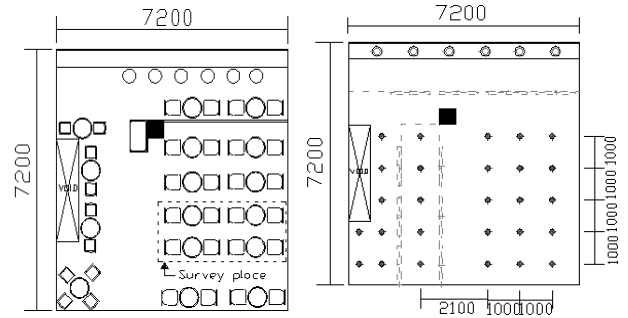


Fig. 1 Layout of space and fixture('A' space).

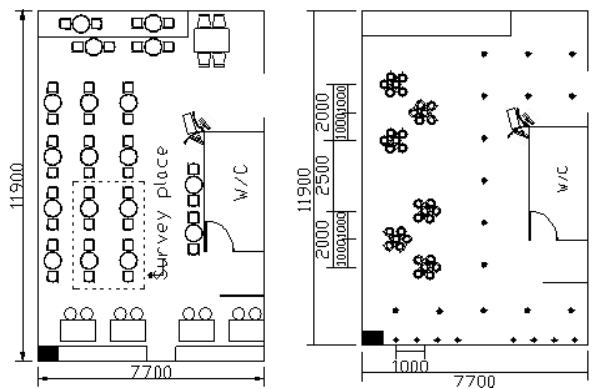


Fig. 2 Layout of space and fixture('B' space).

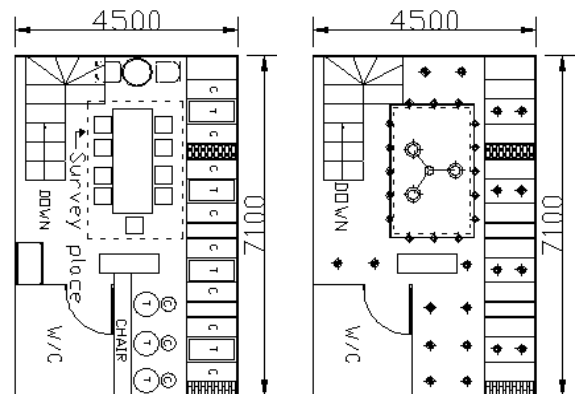


Fig. 3 Layout of space and fixture('C' space).

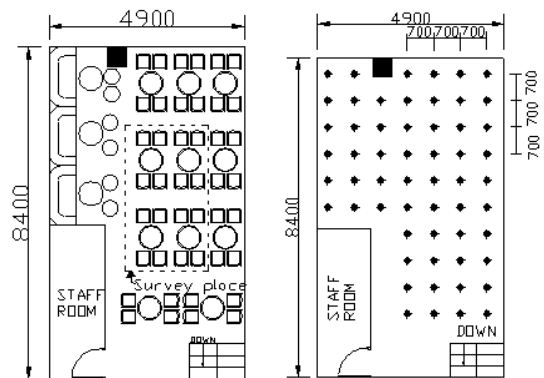


Fig. 4 Layout of space and fixture('D' space).

‘A’ 전문점의 경우, 바닥면적은 54.72 m^2 (가로 7.2 m, 세로 7.6 m)이며 실의 우측상부 부분에 유리가 매립된 칸막이가 설치되어 공간이 구획되었다. 천장과 벽은 흰색 페인트로 마감되었으며, 바닥은 연한 회색톤의 타일마감으로 처리되었다. 창가에는 고정식 테이블이 설치되어 의자와 함께 사용되었다. 이를 제외한 공간의 나머지 부분에는 밝은 갈색의 이동식 테이블과 의자가 설치되어 이용자의 인원수에 맞게 가변적으로 사용되었다.

창가부분을 제외한 공간전반에 매립형 MR16 형태에 백열등이 1 m 간격으로 설치되어 전반적인 조명환경이 유지되었다. 적용된 램프의 색온도는 육안으로 식별하여 3,000 K 정도로 나타났다. 실의 중앙부분에 6,500 K의 형광램프가 적용된 매립형 코브조명(cove lighting)이 설치되었으며, 창가부분에는 색온도 3,000 K의 백열등이 설치된 조명기기가 펜던트(pendant)방식으로 적용되어 전반확산 형태의 조명조건이 형성되었다. 공간의 특정 벽부분에 설치된 회화작품을 강조하기 위하여 백열램프가 적용된 트랙조명(track lighting) 형식의 강조조명(accent lighting)이 국한적으로 설치되었다. 공간에 적용된 인테리어 요소 및 조명조건을 포함한 세부적인 전경은 Fig. 5에 있다.

‘B’ 전문점의 경우, 2개 층으로 구성되어 도로변에 접하고 있으며 바닥면적은 91.63 m^2 (가로 7.7 m, 세로 11.9 m)이다. 공간에 칸막이가 설치되지 않았으며, 공간의 두 개면이 전면유리로 마감되었다. 천장은 어두운 갈색으로 마감되었으며, 두 개의 벽면에는 벽화가 설치되었다. 공간의 중앙부분에는 짙은 갈색의 이동식 나무 테이블과 의자가 설치되었으며, 벽면을 따라 동일한 재료로 마감된 고정식 테이블과 의자가 설치되었다.

천장의 6개 지점에 백열램프가 설치된 펜던트 방식의 전반확산 조명방식이 적용되었다. 각 지점에는 색온도 3,000 K의 백열램프 6개가 6개의 투명한 유리커버 안에 각각 설치되어 램프에서 빛의 확산이 최대로 되는 조건이 형성되었다. 그 이외 부분에는 백열램프가 적용된 MR16 형태의 매립형 조명기기가 1 m 간격으로 설치되었으며, 벽면의 벽화를 위한 강조조명이 국부적으로 적용되었다. 공간에 적용된 인테리어 요소 및 조명조건을 포함한 전경은 Fig. 6에 나타나 있다.

‘C’ 전문점의 경우, 공간에서 유리로 구성된 벽부분이 전체 벽면의 61.5%를 차지하고 있으며, 바닥면적은 31.39 m^2 (가로 4.5 m, 세로 7.1 m)이다. 천정



Fig. 5 View of ‘A’ space.



Fig. 6 View of ‘B’ space.



Fig. 7 View of ‘C’ space.



Fig. 8 View of ‘D’ space.

은 갈색나무로 마감처리 되었으며, 유리부분을 제외한 벽부분은 벽돌로 마감처리 되었다. 창가에 설치된 고정식 테이블 사이에 테이블간의 칸막이 기능을 하는 나무기둥이 설치되었다. 옅은 갈색으로 마감된 8인용 이동식 테이블과 2인용 테이블이 설치되었다.

8인용 테이블이 설치된 곳의 상부에는 백열램프가 반사갓에 포함된 형태로 천정을 향하여 빛을 투사하는 간접조명 방식이 적용되었다. 벽면을 강조하기 위하여 트랙조명 기기가 일부분에 설치되어 제한된 범위내에서 활용되었다. 또한, 3000 K 정도의 백열램프가 매립형 조명기기에 적용되어 조명환

경이 유지되었다. 공간에 적용된 인테리어 요소 및 조명조건을 포함한 전경은 Fig. 7에 나타나 있다.

'D' 전문점의 경우, 공간의 두면이 전면유리로 마감되어 있으며 바닥면적은 41.16 m²(가로 4.9 m, 세로 8.4 m)이다. 천장은 옅은 베이지색 페인트로 마감되어 있으며, 바닥은 밝은 갈색나무로 마감처리되었다. 유리로 마감된 부분 이외의 벽부분은 밝은 갈색 나무로 마감된 부분과 벽화로 장식된 부분으로 구성되었다. 짙은 갈색의 이동식 나무테이블이 설치되었으며, 적색 및 청색의 형광등으로 마감된 의자가 설치되었다. 천장에는 색온도 3000 K의 백열 램프가 적용된 MR16 형태의 매립형 조명기기가 가로 세로 각각 0.7 m 간격으로 설치되어, 전체적인 조명환경은 직접조명 방식으로 조성되었다. 공간에 적용된 인테리어 요소 및 조명조건을 포함한 전경은 Fig. 8에 나타나 있다.

2.2 설문항목 및 피험자 사전교육

본 연구에서 실시된 설문조사에 사용된 내용은 실험에 참가한 피험자에 대한 일반사항, 조명조건의 변화에 대한 시각적 반응, 공간에서 감지된 전반적인 만족도 및 조명조건으로 인하여 감지되는 일시적인 무드에 대한 반응 부분으로 구성되었다.

일반사항에 대한 설문내용에는 피험자의 성별, 나이, 시력, 눈부심에 민감한 정도 및 선호하는 조명 방식에 대한 내용등이 포함되어 피험자의 일반적인 특성분석에 활용되었다. 시각적인 반응부분에는 조명환경의 밝기, 눈부심에 대한 반응정도, 조명의 색에 대한 만족도, 시각적 편안감(visual comfort)에 대한 설문내용이 포함되어 조명환경의 변화에 따른 피험자의 시각적인 감지(visual perception)의 변화 분석에 활용되었다.

또한, 공간전체에 대한 분위기 및 만족도에 대한 설문항목이 9개 포함되어 있으며, 공간에서 조명조건에 따른 일시적인 무드변화에 대한 설문항목이 10개 포함되어 있다. 본 연구에서 사용된 설문 내용은 Table 1~Table 2에 나타나 있다. 각 설문 문항에 대하여 피험자는 Table 3에 나타난 7단계의 응답척도를 사용하여 응답하였다.

설문조사에 참가한 피험자는 커피전문점에서 독서 및 개인 컴퓨터 작업을 수행한 경험이 있는 20대 남녀 대학생(남자 5명, 여자 15명)으로 구성되었다. 이들의 평균 연령은 23.3세이며, 일주일에 평균 1.86회 커피전문점을 이용하는 것으로 나타났다.

Table 1 Questionnaires for visual perception

No.	Contents
A1	Do you feel current light is bright?
A2	Do you feel current light is appropriate for your task?
A3	Is the target on paper or screen seen clearly?
A4	Do you feel glare for your task?
A5	Are you annoyed by the reflection from ceiling or wall?
A6	Are you annoyed by direct light from light?
A7	Is the color of light appropriate to your task?
A8	Does the light of color make you feel the color of target on screen or paper clearly?
A9	Do you feel visual comfort with satisfaction?
A10	Do you feel eye fatigue?
A11	Do you feel you concentrate on your task?
A12	Do you feel visual stimulation?
A13	Do you feel headache due to light?

Table 2 Questionnaire for evaluation and mood

No	Content
B1	Do you feel attractive to the space?
B2	Do you feel harmonic?
B3	Do you feel relaxed?
B4	Are you satisfied spatially with the space?
B5	Do you feel psychological comfort?
B6	Do you feel no visual stimulation?
B7	Does the light make you see target clearly?
B8	The light does not make you feel distracted?
B9	Do you want to stay longer in space?
M1	Does the light make you feel space natural?
M2	Does the light make you feel space warm?
M3	Does the light make you feel space open?
M4	Does the light make you feel space luxurious?
M5	Does the light make you feel space splendid?
M6	Does the light make you feel delightful?
M7	Does the light make you feel space soft?
M8	Does the light make you feel calm?
M9	Does the light make you feel space elegant?
M10	Does the light make you feel space sophisticated?

Table 3 Voting scale

Answer	Voting scale
Strongly agree	3
Moderately agree	2
Slightly agree	1
Neither agree nor disagree	0
Slightly disagree	-1
Moderately disagree	-2
Strongly disagree	-3

피험자중 안경 착용자는 4명, 콘택트 렌즈 착용자는 6명이며 나머지 10명은 안경 또는 렌즈를 착용하지 않았다. 이들의 교정시력은 0.8에서 1.5범위 내로 나타났다. 설문 조사 실시전에 피험자의 건강에 대한 조사가 실시되어 피험자는 건강한 상태로 설문조사에 참가하였다.

피험자들이 실험장소에 도착한 후, 실험대상 공간에 적용된 조명조건의 영향이 없는 인접공간에서 실험진행에 대한 사전교육이 실시되었다. 교육 내용에는 실험진행에 대한 전반적인 사항, 설문항목 내용에 대한 설명, 응답척도 활용 및 설문시 유의점 등에 대한 설명이 포함되었다. 사전교육이 실시되는 동안 피험자는 실내조명 환경에 순응하여 순응시간 부족으로 인하여 발생될 수 있는 설문 데이터의 오류는 예방되었다.

사전교육 실시 이후, 피험자는 Fig. 1~Fig. 4에 명시된 각 공간의 정해진 설문장소에 착석하여 주어진 2가지의 읽기업무 (reading task)를 각각 20분간 수행하였다. 읽기업무는 A4종이 용지에 출력된 신문 기사를 읽는 것과 15인치 개인 노트북 컴퓨터 화면에 나타난 신문기사 내용을 읽는 2개로 분류되어 피험자에게 적용되었다. 피험자는 종이에 적힌 내용을 읽고 읽기업무가 끝난 후 설문에 응답하였다. 이후 10분 동안 휴식을 취하고, 컴퓨터를 이용한 읽기 업무를 진행하였다. 컴퓨터 작업 후 피험자가 주어진 설문에 응답하면 설문조사는 종료되었다. 이러한 방식은 본 연구에서 선정된 4개의 공간에서 진행되는 설문과정에 동일하게 적용되었다.

2.3 데이터 모니터링

선정된 각 4개의 공간에서 조명환경을 분석하기 위하여 각 공간에서 조도 및 휘도가 측정되었다. 주어진 읽기업무를 수행하는데 영향을 주는 테이블 수평조도는 Fig. 1~Fig. 4에 명시된 설문조사 장소의 각 테이블에서 측정되어 평균값이 산정되었다. 조도는 측정오차가 CIE에서 제안하는 가시광선 파장범위의 6%를 초과하지 않는 이동식 조도계를 사용하여 측정되었다.^(4, 5)

실내 디자인을 구성하는 각 요소인 벽, 바닥, 책상면에서 휘도가 측정되었다. 또한 읽기 업무에 영향을 주는 요인으로 작용하는 컴퓨터 스크린에서 발생하는 휘도분포도 측정되었다. 각 전문점 공간은 도로에 인접하고 있어 주간시간에는 실내에 태양의 영

향이 반영되므로 설문조사 및 조도측정은 일몰 후 저녁시간대에 실시되어, 전기조명에 의한 조도가 측정되었다. 따라서, 자연채광에 의한 효과는 본 연구에서 제외되었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 대상공간의 조명조건 및 피험자 특성

설정된 각 공간에서 주어진 읽기업무를 수행하면서 설문이 실시된 지점에 대한 조도 및 휘도변화는 Fig. 9에 나타나 있다. 3개의 공간에서 조도분포는 유사하게 나타났으나 'D' 공간에서 조도는 높은 것으로 측정되었다.

선정된 A, B, C 공간에서의 조도분포는 26 lx~51.3 lx로 나타났다. 조도는 매립형 MR16 형태의 백열램프가 1 m의 이격거리를 두고 설치된 'A' 공간에서 가장 낮은 것으로 분석되었으며, 백열램프가 적용되어 전반확산 조명기가 설치된 'B' 공간에서 가장 높은 값을 보이고 있다. 간접조명 기기가 적용된 'C' 공간에서 테이블면의 조도는 41.2 lx로 측정되었다. 백열램프가 적용되어 MR16 형태의 매립형 조명기가 일정한 간격으로 배치되어 직접조명 조건을 형성한 'D' 공간에서 테이블 표면의 조도는 248.5 lx로 나타났다. 이러한 조도의 변화는 각 공간에서 피험자가 감지하는 시각적인 반응 및 공간에 대한 만족도에 영향을 미치는 요인으로 작용할 것으로 예상된다.

컴퓨터를 이용한 읽기 업무에 영향을 주는 조명인자는 컴퓨터 스크린에서 피험자에게 투사되는 휘도분포이다. 각 공간에서 사용된 컴퓨터 스크린에서 발생된 휘도는 최소 143.2 cd/m²에서 최대 190 cd/m²로 나타났다. 이러한 휘도는 공간에 설치된 조명기의 종류에 따라 영향을 받지만, 컴퓨터 스크린 자체에서 발생하는 요인에 의하여 더욱 변화하게 된다. 따라서 테이블 표면에서 조도의 변화가 높은 'D' 공간에서 최대값을 나타내지 않은 것으로 분석되었다.

조명기기의 설치조건에 따라 실내의 각 표면에서 휘도는 표면조도의 분포에 비례하여 변화한다. 각 4개의 공간의 실내 표면에서 휘도의 분포는 Fig. 10에 나타나 있다. 실내조도가 높게 나타난 'D' 공간에서 바닥표면 및 테이블 표면의 휘도는 각각 43.6 cd/m² 및 54.7 cd/m²로 측정되어, 선정된 4개의 공간에서 가장 높은 것으로 나타났다. 천장에 설치된

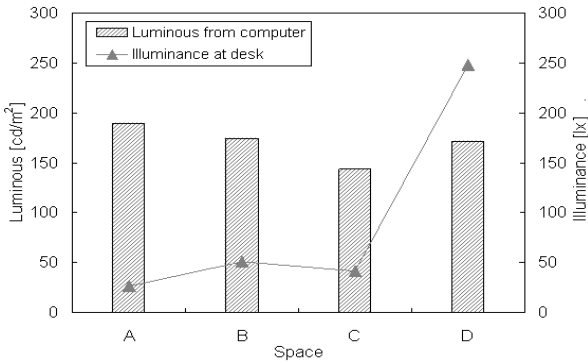


Fig. 9 Illuminance and luminous in space.

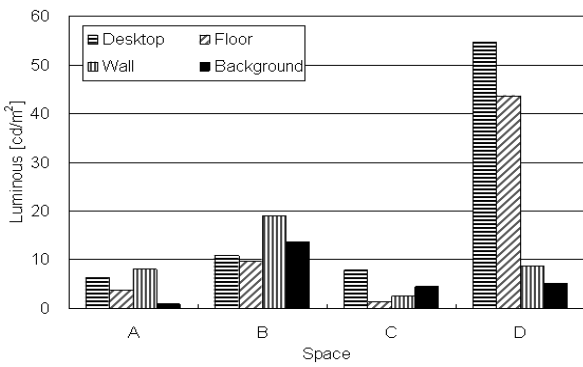


Fig. 10 Luminance at indoor surfaces.

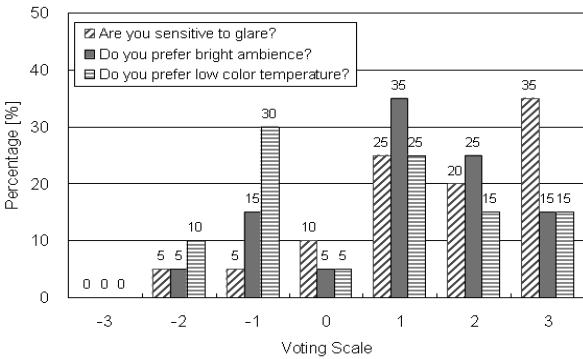


Fig. 11 Subjects' preferences to light.

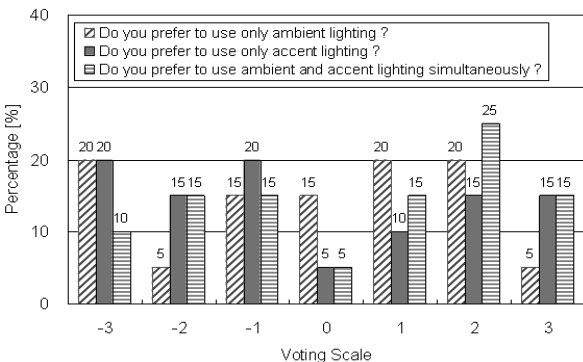


Fig. 12 Subjects preferences for lighting fixture.

조명기기의 영향으로 인하여 테이블과 바닥 표면에서의 휘도는 높은 것으로 분석되었다. 일반적으로 벽면에서 휘도는 전반조명의 영향으로 인하여 변화되지만, 벽면에 설치된 회화작품을 강조하는 트랙조명(track lighting)에 의하여 영향을 받으므로 트랙조명이 국부적으로 설치된 'B' 공간에서 상대적으로 가장 높은 값인 19.04 cd/m²로 나타났다.

실험 및 설문조사에 참여한 피험자의 조명환경조건에 대한 민감도는 Fig. 11~Fig. 12에 나타나 있다. 응답자의 80%가 조명조건으로 인하여 발생하는 눈부심에 민감하다고 응답하였으며, 응답자의 75%는 밝은 조명환경을 선호하는 것으로 분석되었다. 붉은색 계열인 낮은 색온도를 선호하는 응답자는 55%이었으며, 40%의 응답자는 낮은 색온도를 선호하지 않는 것으로 분석되었다.

피험자는 각기 필요한 조명환경을 조성하기 위하여 조명조건을 조절하는 것으로 분석되었다. 응답자의 45%는 공간전체가 전반적으로 조명되는 조건을 선호하였으며, 40%는 국부적인 강조조명만을 사용하는 것을 선호하였다. 선호하는 조명조건을 조성하기 위하여 응답자의 55%는 전반적인 조명과 국부 강조조명을 동시에 설치하는 조건을 선호하는 것으로 나타났다.

피험자의 일반적인 특성 및 선호도에 근거하면, 피험자 집단은 조명환경 조건의 변화를 민감하게 감지하는 것으로 예측된다. 눈부심에 대한 자극에 민감하게 반응하는 피험자가 많아서 광원(light source)이 피험자에게 직접 노출되는 조명조건은 선호되지 않을 것으로 판단되며, 눈부심의 영향이 시각적 반응, 심리적인 만족도 및 공간만족도에 영향을 주는 주요한 요인으로 작용할 것으로 판단된다.

3.2 조명환경에 따른 시각적 반응 변화

공간에 적용되는 조명기기의 종류 및 배치에 따라 실내에서 유지되는 조명환경 조건은 변화되며, 공간에 대한 사용자의 평가는 조명조건의 영향을 받는다. 본 연구에서는 각기 다른 조명환경이 적용된 4개의 커피전문점 공간조건에 대하여 다양하게 변화하는 시각적인 반응이 분석되었다. 각 공간에서 주어진 읽기업무를 수행하는 동안 피험자가 감지한 시각적인 반응에 대한 분석결과는 Fig. 13~Fig. 16에 나타나 있다.

공간에서 조성되는 빛의 밝기에 대한 반응(A1)은

백열램프가 적용된 MR16 형태의 매립형 직접 조명 기기가 균등히 배치된 'D' 공간에서 전반적으로 가장 높은 것으로 분석되었다(A1, $M = 1.85$, $SD = 1.39 \sim M = 2.00$, $SD = 1.41$). 각 공간에 다양한 방식으로 적용되는 조명환경의 밝기에 대한 피험자의 응답은 각 공간에서 측정된 수평면 조도분포와 일치하는 분포를 보이고 있다. 백열등이 적용된 MR16 형태의 매립형 조명기기가 1 m 간격으로 설치된 'A' 공간의 경우, 공간의 분위기는 전반적으로 어둡게 감지되었다(A1, $M = -1.30$, $SD = 1.63 \sim M = -1.20$, $SD = 1.36$).

주어진 읽기 업무를 수행하는 경우 조명의 밝기의 적합함에 대한 인지정도(A2)는 업무의 종류에 따라 다르게 나타났다. 컴퓨터를 이용하여 읽기 업무를 수행하는 경우 조도가 가장 높은 'D' 공간에서 가장 비효율적인 것으로 분석되었으며(A2, $M = -0.60$, $SD = 1.85$), 종이에 출력된 내용을 읽는 업무를 수행하는 경우 조도가 가장 낮은 'A' 공간이 밝기에 있어 적절하지 않은 것으로 평가되었다(A2, $M = -1.15$, $SD = 1.73$). 한편, 간접조명이 적용되어 테이블표면 평균조도가 41.2 lx로 유지된 'C' 공간의 경우 주어진 두 개의 읽기업무에 모두 적절한 것으로 평가되어(A2, $M = 0.85$, $SD = 1.42 \sim M = 1.10$, $SD = 1.48$), 간접조명이 선호되는 것으로 나타났다.

주어진 읽기 업무를 수행하는데 있어 글자가 명확하게 보이는 정도(A3)는 전반적으로 밝은 것으로 인식된 'D' 공간에서 컴퓨터를 이용한 읽기 업무를 수행하는 조건에서 양호하지 않은 것으로 나타났다(A3, $M = 0.80$, $SD = 1.47$). 또한, 어둡게 인식된 'A' 공간에서 종이에 적힌 내용을 읽는 업무는 효과적으로 이루어 지지 않은 것으로 평가되었다(A3, $M = -0.55$, $SD = 1.76$). 전반적으로 공간이 밝은 것으로 인지된 곳에서 종이에 적힌 내용을 읽는데 있어 효과적이며, 어둡게 인지된 공간에서는 컴퓨터를 이용한 읽기 작업이 효율적으로 진행되는 것으로 분석되었다.

업무수행시 조명조건으로 인하여 눈부심에 대한 감지(A4)는 직접조명 방식이 적용되어 가장 높은 조도가 유지된 'D' 공간에서 가장 강한 것으로 분석되었다(A4, $M = 1.05$, $SD = 1.76 \sim M = 1.35$, $SD = 1.79$). 반면, 간접조명이 적용된 'C' 공간에서 조명 환경에 의한 눈부심 현상은 가장 약하게 감지되는 것으로 나타났다(A4, $M = -1.05$, $SD = 1.43 \sim M = -2.05$, $SD = 0.83$). 두 가지 조명조건에서 컴퓨터를

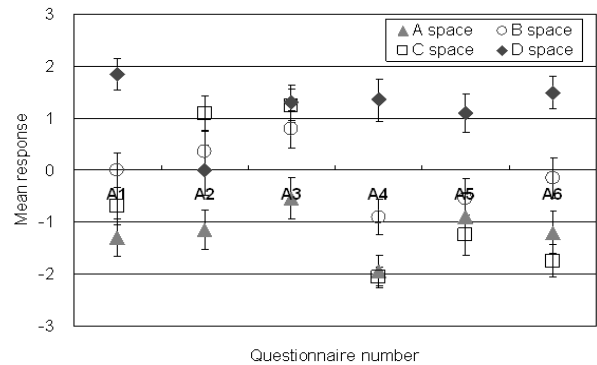


Fig. 13 Visual perception I(paper task).

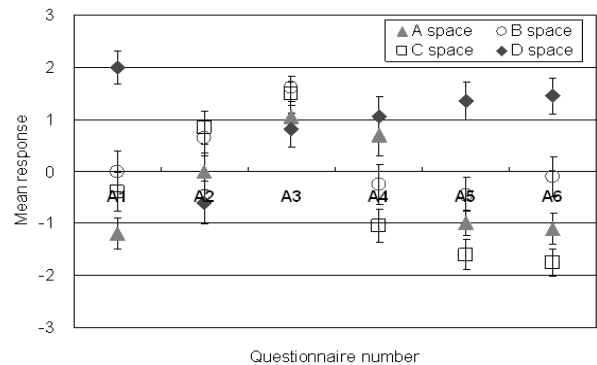


Fig. 14 Visual perception I(computer task).

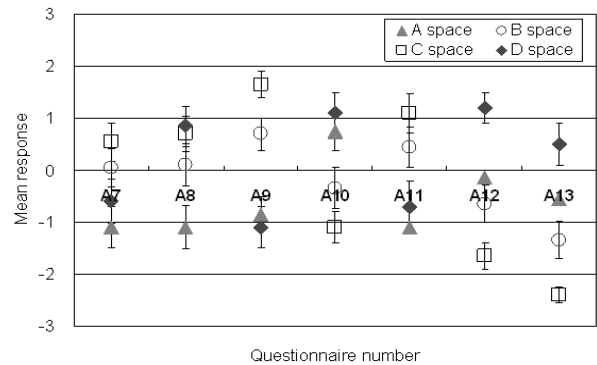


Fig. 15 Visual perception II(paper task).

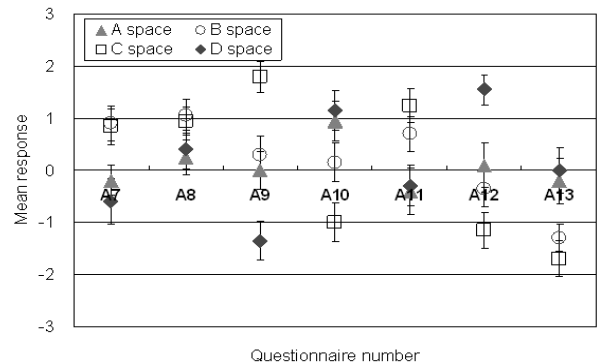


Fig. 16 Visual perception II(computer task).

사용하는 경우 감지되는 눈부심의 정도는 종이를 이용한 읽기 업무의 경우에 비교하여 상대적으로 높게 나타났다. 이는 컴퓨터를 이용한 읽기 업무를 수행하는 경우, 스크린 자체에서 발생하는 밝기로 인하여 배경조도로 작용하는 공간의 조명조건은 눈부심 현상에 적은 영향을 주어 발생한 것으로 판단된다.

실내표면으로부터 반사되는 빛으로 인한 시각적인 불편함(A5) 및 광원에서 직접 발생하는 빛으로 인한 시각적인 불편함(A6)은 직접조명이 적용되어 높은 조도조건을 형성하는 'D' 공간에서 가장 심한 것으로 나타났다. 유사한 조도조건에서 반사 또는 조명기기로부터 직접 유입되는 빛으로 인한 시각적인 불편함이 심하게 감지되는 조건은 전반확산 조명, 직접조명, 간접조명 순으로 분석되었다. 이는 조명으로 인하여 발생하는 시각적인 불편함을 최소화하기 위하여 광원이 피험자의 시야에 보이지 않게 설치되어야 함을 의미한다.

주어진 업무를 수행하는 경우 조명기기에서 발생하는 색상의 적절성 대한 평가(A7)는 간접조명 및 전반확산 조명의 경우 가장 긍정적인 것으로 분석되었다(A7, $M = 0.85$, $SD = 1.53$ ~ $M = 0.90$, $SD = 1.48$). 직접조명이 사용되어 낮은 조도가 유지되는 경우 조명색에 대한 만족도는 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 이는 유사한 색온도 조건을 유지하는 백열램프가 조명기에 적용되었지만 천장부분이 강조되는 조건이 유지되어 발생한 것으로 판단된다.

주어진 조명조건에서 감지되는 전반적인 시각적 만족도(visual comfort, A9)는 간접조명이 적용된 조건에서 가장 효과적으로 유지되는 것으로 분석되었다(A9, $M = 1.65$, $SD = 1.14$ ~ $M = 1.800$, $SD = 1.32$). 반면, 직접조명이 적용된 조건은 시각적인 만족도 측면에서 선호되지 않는 것으로 나타났다. 특히, 컴퓨터를 이용한 읽기업무를 수행하는 경우 높은 조도가 유지된 'D' 공간에서 시각적인 만족도는 가장 낮은 것으로 분석되었다(A9, $M = -1.35$, $SD = 1.63$). 이는 시각적인 만족도를 향상하기 위하여 광원은 공간 사용자의 시야범위에 노출되지 않게 배치되어야 하며 작업에 필요한 적정조도가 유지되어야 함을 의미한다.

실내에서 유지되는 조명환경 조건으로 인하여 눈의 피로감(A10) 및 시각적 자극(A12)은 직접조명 방식이 적용된 공간에서 가장 심한 것으로 분석되었고(A10, $M = 1.15$, $SD = 1.69$), 간접조명 방식이

적용된 공간에서는 눈의 피로도는 가장 낮게 나타났다(A2, $M = -1.10$, $SD = 1.33$). 또한, 시각적인 자극으로 인하여 발생하는 두통(A13)은 간접조명 조건에서 전혀 발생하지 않는 것으로 분석되었다.

이러한 결과는 시각적인 만족도의 응답과 유사한 분포를 보이고 있는 것으로 나타나 눈의 피로도와 시각적인 만족도는 상관성이 높은 것으로 예측된다. 또한, 시각적인 피로도와 시각적인 만족도는 공간 사용자의 시야범위에 광원이 직접 노출된 직접조명 방식조건에서 더욱 부정적으로 나타나므로, 직접조명 방식을 적용하는 경우 시각적 만족도를 향상하기 위하여 광원을 공간 사용자의 시야범위에서 적절히 차단(shielding)하여 설치하는 방안이 필요한 것으로 판단된다.

3.3 시각적 자극인자, 무드 및 공간 만족도

실내공간에서 조명환경의 변화에 따라 시각적인 자극인자는 공간 사용자의 일시적인 무드 및 심리적인 변화에 영향을 주는 요인으로 작용하여 실내 공간 전반에 대한 평가에 영향을 주게 된다. 조명환경에 따라 변화되는 시각적 자극인자(visual thresholds)에 대한 피험자의 반응 및 공간에 대한 평가는 Fig. 17~Fig. 20에 나타나 있다.

공간전반에 대한 매력도(B1)는 간접조명이 적용된 공간에서 가장 긍정적인 것으로 나타난 반면(B1, $M = 1.25$, $SD = 1.25$ ~ $M = 1.35$, $SD = 0.99$), 직접조명 방식이 적용되어 가장 밝은 조도가 유지된 'D' 공간 조건이 가장 부정적인 것으로 분석되었다(B1, $M = -1.00$, $SD = 1.45$ ~ $M = -0.60$, $SD = 1.90$). 이러한 간접조명 조건은 커피전문점 공간에 적합한 기능을 하는 것으로 평가되었으며(B2, $M = 1.15$, $SD = 1.53$), 실내공간에서 공간사용자에게 편안감을 조성하는 조건으로 분석되었다(B3, $M = 1.70$, $SD = 1.49$).

각 실내 공간에 설치된 조명조건에서 감지되는 공간에 대한 만족도(B4)는 공간에서 시각적인 만족도가 높고 눈부심등에 대한 자극이 최소화되었던 간접조명이 적용된 공간에서 가장 우수한 것으로 평가되었다(B4, $M = 1.60$, $SD = 1.19$). 반면, 컴퓨터 작업이 실시되는 경우 시각적인 불만족도가 가장 높게 나타난 'D' 공간에서 공간에 대한 만족도는 가장 낮은 것으로 분석되었다(B4, $M = -0.85$, $SD = 1.57$).

공간에서 감지되는 심리적인 편안감(B5)은 간접조명이 적용된 공간에서 가장 효과적으로 유지된 것

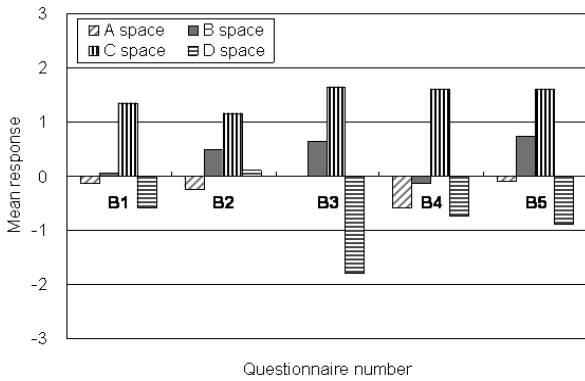


Fig. 17 Visual threshold and spatial evaluation I(paper task).

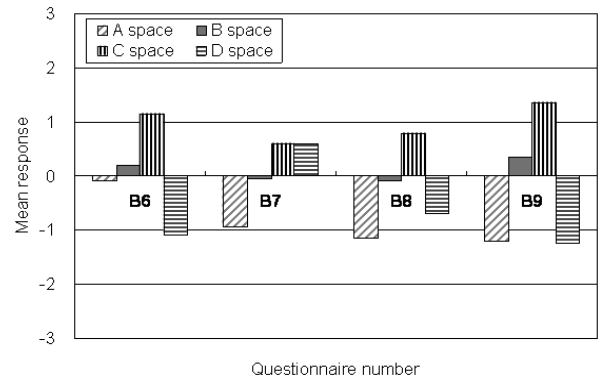


Fig. 19 Visual threshold and spatial evaluation II(paper task).

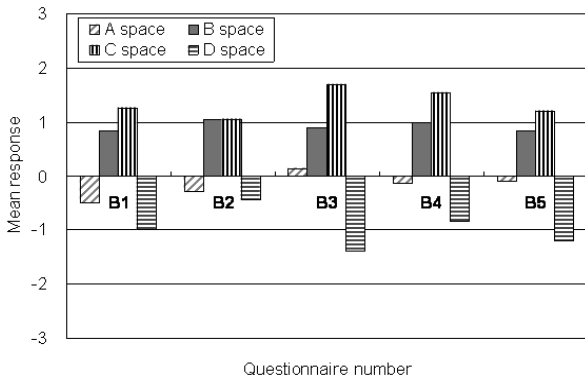


Fig. 18 Visual threshold and spatial evaluation I(computer task).

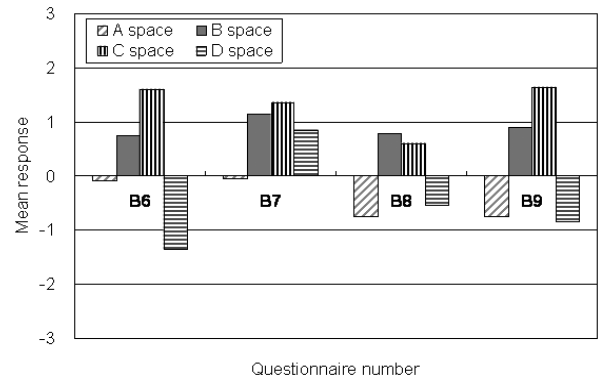


Fig. 20 Visual threshold and spatial evaluation II(computer task).

으로 평가되었으며(B5, M = 1.60, SD = 1.14), 직접 조명이 적용되어 높은 조도가 유지되었던 공간에서 낮은 것으로 분석되었다(B5, M = 1.20, SD = 1.44). 이는 시각적인 자극이 최소화되어 시각적인 만족도가 높은 공간에서 나타난 공간 만족도와 유사한 분포를 보이는 것으로 평가된다. 이러한 결과는 광원으로부터 발생가능한 직접적인 눈부심(direct glare) 및 실내표면에서 발생하는 반사효과가 약화되어 시각적 자극이 최소화되어 나타난 결과로 예측된다. 또한, 간접조명 기기에 의하여 유지되는 천정표면의 밝기가 긍정적인 요인으로 작용하여 발생한 결과로 판단된다.

천장 표면에서 반사로 인하여 주된 조명조건이 형성되는 간접조명 조건에서 시각적인 자극은 최소화되는 것으로 평가되었다(B6, M = 1.60, SD = 1.47). 이러한 조건은 읽기업무를 수행하는데 필요한 글자를 선명하게 식별하기에 효과적인 것으로 나타났으며(B7, M = 1.35, SD = 1.53), 업무에 효과적으로 집중할 수 있는 조건을 형성하는 것으로 평가되었다

(B8, M = 0.80, SD = 1.44).

시각적인 만족도가 효과적으로 유지되어 심리적인 만족도 및 공간에 대한 만족감이 높게 나타난 간접조명이 적용된 공간에서 피험자는 더욱 오랜 시간동안 머물기를 원하는 것으로 분석되어(B9, M = 1.65, SD = 1.46), 실내공간 분위기 평가에 조명환경은 중요한 것으로 분석되었다.

한편, 시각적인 자극이 심하며, 시각적인 만족도가 낮게 평가된 직접조명이 적용된 공간은 공간 사용자의 심리적인 만족도 및 공간 만족도를 효과적으로 충족할 수 없는 조건으로 평가되었다. 이는 광원에서 재실자의 시야범위에 직접 도달하는 빛으로 인하여 발생하는 눈부심 및 시각적인 자극으로 인하여 감지되는 심리적인 인자로 인하여 발생한 것으로 판단된다.

조명조건의 변화시 실내공간에서 피험자가 감지하는 일시적인 무드의 변화는 Fig. 21~Fig. 22에 나타나 있다. 간접조명이 적용되어 시각적인 만족도 및 공간 만족도가 전반적으로 우수하게 나타난

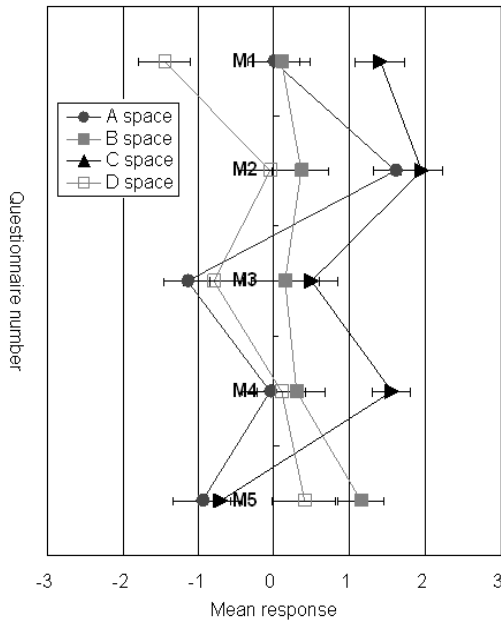


Fig. 21 Variation of temporary mood I.

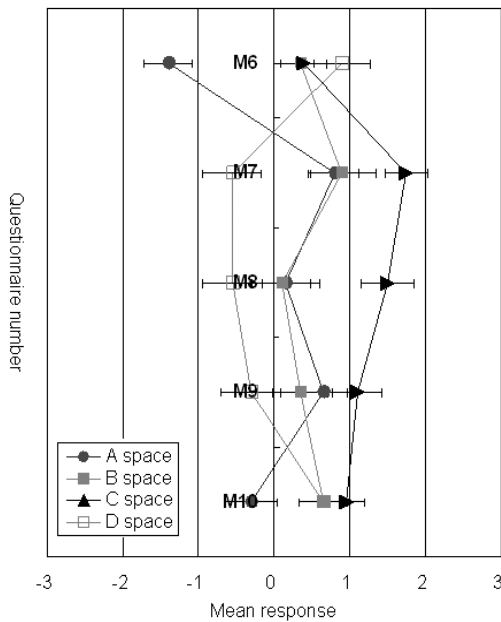


Fig. 22 Variation of temporary mood II.

‘C’ 공간에서 일시적인 무드반응도 긍정적인 것으로 나타났다.

선정된 4개의 공간에 램프의 색온도 조건이 유사하게 적용되었지만 간접조명이 적용된 공간에서 공간에 대한 자연스러운 느낌이 긍정적으로 조성되었으며(M1, M = 1.40, SD = 1.47), 공간 사용자에게 공간은 상대적으로 따뜻하게 감지되는 것으로 평가되었다(M2, M = 1.95, SD = 1.23). 공간의 개방성에 대한 평가는 직접조명이 사용되어 낮은 조도를 유지

하고 있는 ‘A’ 공간에서 낮은 것으로 평가되었으나(M3, M = -1.15, SD = 1.39), 그 이외 공간에서는 조명환경에 따라 크게 변화되지 않는 것으로 나타났다.

또한, 실내 공간감의 풍부함에 대한 평가는 간접조명 조건에서 효과적인 것으로 분석되어(M4, M = 1.55, SD = 1.10), 천장으로 투사되는 조명의 기능이 중요한 것으로 판단된다. 직접조명 조건으로 낮은 조도가 유지되는 ‘A’ 공간의 경우 공간의 분위기는 전반적으로 침울하게 감지되는 것으로 평가되었으나(M6, M = -1.40, SD = 1.47), 직접조명 방식으로 높은 조도가 유지되는 ‘D’ 공간에서 공간에 대한 침울한 분위기는 가장 낮게 나타났다(M6, M = 0.90, SD = 1.65). 이는 조도의 증가로 인하여 공간에 위치한 실내 디자인 요소가 보다 밝게 감지되어 발생한 결과로 평가된다.

공간 사용자에게 공간이 부드럽게 감지되는 정도는 간접조명이 적용된 경우 가장 효과적인 것으로 분석되었다(M7, M = 1.75, SD = 1.25). 그러나, ‘D’ 공간과 같이 직접조명이 적용되어 높은 조도가 유지되는 조건은 공간에서 부드러운 분위기를 조성하는 조건으로 적합하지 않게 작용하는 것으로 나타났다. 공간의 우아함(M9)과 세련됨(M10)에 대한 평가는 간접조명이 적용되는 경우 가장 긍정적인 것으로 분석되었다.

따라서 공간에서 조명조건의 변화로 인하여 감지되는 시각적인 자극에 따른 시각적 만족도, 심리적인 편안감 및 공간에 대한 전반적인 만족도를 효과적으로 유지하기 위하여 간접조명 방식이 효율적으로 활용될 수 있는 것으로 판단된다.

3.4 심리 및 공간 만족도와 조명환경의 상관성

실내공간에서 조명환경에 따라 공간 사용자가 각기 다르게 감지하는 시각적인 만족도는 심리적인 감지 및 공간 만족도에 영향을 주는 주된 요인으로 작용한다. 본 연구에서는 실내 환경조건을 조성하는 주된 인자로 작용하는 조명환경 인자가 공간 사용자의 시각적인 만족도, 심리적 편안감 및 공간 만족도에 미치는 영향을 분석하기 위하여 다중선형 회귀분석 방법(multiple linear regression)이 적용되었다.

회귀분석에 적용된 각각의 종속변수는 시각적인 만족도(A9), 심리적 편안감(B5) 및 공간만족도(B4)로 선정되었다. 설문조사에 사용된 설문문항중 시각적인 자극에 대한 설문을 포함하는 모든 설문문항이

독립변수로 설정되어 회귀식에 적용되었다. 설정된 독립변수는 선정된 신뢰도 수준(significance level, Sig. = 0.05)을 충족하는 경우 최종적으로 포함되어 각 예측식에 사용되었다.

다중선형 회귀분석에 의한 각 예측 모델식은 Table 4~Table 6에 나타나 있으며, 각 모델식은 선정된 신뢰도 수준 0.05에서 모두 효과적인 것으로 분석되었다. 각 예측식에 대한 결정계수(coefficient of determination, r^2)는 0.6511~0.7992의 범위에서 변화되어, 각 공간에서 선정된 독립변수를 활용하여 종속변수로 설정된 심리적인 편안감, 시각적 만족도 및 공간 만족도를 예측하는 경우 각 예측 모델식에 대한 변화량(error variance)은 65.11%~79.92% 범위 이내로 감소되는 것으로 분석되었다.

조명환경 조건 인자의 변화에 따른 시각적인 만족도(A9)는 시각적인 자극(B6), 조명의 밝기(A2), 눈의 피로(A10), 광원에 의하여 발생하는 눈부심(A6) 및 조명색상의 적절성(A7)에 영향을 받는 것으로 분석되었다. 시각적인 만족도에 중요한 영향을 주는 조명 인자는 조명환경 조건에 의하여 발생하는 시각적인 자극정도 및 밝기정도로 분석되어, 시각적인 만족도를 유지하고자 하는 경우 광원으로부터 발생하는 시각적인 자극을 최소화 하는 방안이 필요한 것으로 판단된다.

실내공간의 각 조명환경 조건에서 감지되는 심리적인 편안감(B5)은 선정된 5가지 변수에 의하여 영향을 받으며 변화되는 것으로 분석되었다. 그 중, 심리적인 만족도에 영향을 주는 중요한 요인은 시각적 편안감(A9), 시각적 산란감(B8) 및 공간만족도(B4)로 나타났다. 이는 조명환경의 변화로 인한 시각적인 감지(visual perception)는 실내공간에서 공간 사용자의 심리적인 만족도에 일차적인 영향 요인으로 작용하는 것을 의미한다.

또한, 공간에 대한 전반적인 만족도(B4)의 변화는 공간의 매력도 정도(B1), 시각적 자극(B6), 밝기(A2), 시각적인 산란감(B8), 공간에 대하여 우아하게 감지하는 정도(M9) 및 조명의 색상(A8)에 따라 영향을 받는 것으로 나타났다. 이는 전반적인 공간만족도를 향상하기 위하여 시각적인 자극과 산란감을 최소화는 조건으로 조명이 배치되어, 사용자가 원하는 조명색상으로 적정밝기가 유지되며 공간이 매력적이고 우아하게 유지되는 조건이 형성되어야 하는 것을 의미한다.

Table 4 Relationship between visual comfort (A9) and elements for lighting

Variable	Unstandardized Coefficient		t	Sig.
	B	Std. Error		
(Constant)	-0.06	0.07	-0.80	0.42
B6	0.36	0.05	7.81	0.00
A2	0.26	0.06	4.41	0.00
A10	-0.17	0.05	-3.79	0.00
A6	-0.16	0.04	-3.85	0.00
A7	0.19	0.06	3.17	0.00
ANOVA	$r^2 = 0.7019$, $F(5,234) = 110.20$, Sig. = 0.00			

Table 5 Relationship between psychological comfort(B5) and elements for lighting

Variable	Unstandardized Coefficient		t	Sig.
	B	Std. Error		
(Constant)	0.193	0.07	2.75	0.01
A9	0.259	0.06	4.47	0.00
B8	0.167	0.06	2.95	0.00
B4	0.250	0.06	4.36	0.00
M8	0.149	0.04	3.57	0.00
A12	-0.120	0.04	-2.71	0.00
ANOVA	$r^2 = 0.6511$, $F(5,234) = 87.33$, Sig. = 0.00			

Table 6 Relationship between spatial satisfaction (B4) and elements for lighting

Variable	Unstandardized Coefficient		t	Sig.
	B	Std. Error		
(Constant)	0.011	0.06	0.08	0.86
B1	0.513	0.06	9.24	0.00
B6	0.281	0.04	6.60	0.00
A2	0.152	0.05	3.31	0.00
B8	0.149	0.04	3.31	0.00
M9	-0.084	0.04	-2.04	0.04
A8	0.079	0.04	2.04	0.04
ANOVA	$r^2 = 0.7992$, $F(5,234) = 154.54$, Sig. = 0.00			

4. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 조명환경 변화에 따른 공간사용자의 시각적 감지, 심리적 반응 및 공간만족도를 평가하기 위하여 커피전문점에서 현장실험 및 설문조사

가 실시되었다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 배경조도가 전반적으로 높게 유지되어 공간이 전체적으로 밝은 것으로 인지된 조건에서 종이에 적힌 내용을 읽는데 있어 효과적이며, 어둡게 인지된 공간에서는 컴퓨터를 이용한 읽기 작업이 보다 효율적으로 진행되었다. 각 조명조건에서 컴퓨터를 사용하는 경우에 감지되는 눈부심의 정도는 종이를 이용한 읽기 업무에 비교하여 상대적으로 높게 나타났다.

2) 시각적인 만족도는 공간 사용자의 시야범위에 광원이 직접 노출된 직접조명 조건에서 부정적으로 분석되었다. 따라서 공간에서 시각적인 만족도를 향상하기 위하여 광원은 공간 사용자의 시야범위에 노출되지 않도록 적절히 차단(shielding)되어 배치되어야 하며 필요한 적정조도가 유지되어야 한다. 시각적인 만족도에 중요한 영향을 주는 조명인자는 조명조건에 의하여 발생하는 시각적인 자극 및 공간의 밝기로 분석되어, 시각적인 만족도를 유지하고자 하는 경우 광원으로부터 발생하는 시각적인 자극을 최소화 하는 방안이 필요하다.

3) 전반적인 공간만족도를 향상하기 위하여 시각적인 자극과 산란감을 최소화는 조건으로 조명환경이 유지되어야 하며, 공간 사용자가 원하는 조명색상으로 적정밝기가 유지되어 공간이 매력적이며 우아하게 유지되는 조건이 형성되어야 한다. 시각적인 자극이 심하며, 시각적인 만족도가 낮게 평가된 직접조명이 적용된 공간은 공간 사용자의 공간 만족도를 효과적으로 충족할 수 없는 조건으로 평가되었다.

4) 공간에 대한 심리적인 편안감은 시각적인 자극이 최소화되어 시각적인 만족도가 높은 것으로 평가된 간접조명이 적용된 공간에 대한 공간만족도와 유사한 분포를 나타내었다. 시각적인 자극이 약하여 시각적인 만족도가 효과적으로 유지되어 심리적인 만족도 및 공간에 대한 만족감이 높게 나타난

공간에서 공간사용자는 더욱 오랜 시간동안 머물기를 원하는 것으로 분석되었다. 공간에서 조명조건의 변화로 인하여 감지되는 시각적인 자극에 따른 시각적 만족도, 심리적인 편안감 및 공간에 대한 만족도를 효과적으로 유지하기 위하여 간접조명방식이 효율적으로 활용될 수 있는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 제한된 대상공간이 선정되어 조명환경의 변화에 따른 공간 사용자의 시각적인 감지, 심리적 만족도 및 공간 만족도에 대한 평가가 분석되었다. 이미 설정된 공간조건에 대하여 참가인원 20명을 대상으로 분석되어, 연구결과는 제한적인 범위에서 적용될 것으로 판단된다. 향후 연구에서는 보다 다양한 조건에서 다양한 대상자에 대한 추가적인 분석이 필요하다.

참고문헌

1. Katev, R., 1992, Impact of energy efficient office lighting strategies on employee satisfaction and productivity, *Environment and Behavior*, Vol. 24, pp. 759-778.
2. Veitch, J. and Gifford, R., 1996, Assessing beliefs about lighting effects on health, performance, mood and social behavior, *Environment and Behavior*, Vol. 28, pp. 446-470.
3. Knez, I. and Kers, C., 2000, Effect of indoor lighting, gender and age on mood and cognitive performance, *Environment and Behavior*, Vol. 32, pp. 817-831.
4. Kim, S. and Kim, J., 2007, The impact of daylight fluctuation on a daylight dimming control system in a small office, *Energy and Buildings*, Vol. 39, pp. 935-944.
5. Konica Minolta, 2008, Illuminance and Luminous meter operation manual.