

휴게실 공간의 조명환경에 대한 시각적 감지 및 심리적 반응에 따른 공간 인지도 변화

김 재 상, 이 지 현*, 김 수 영†
연세대학교 주거환경학과, *KAIST 문화기술대학원

Variation of Spatial Cognition According to Visual Perception and Psychological Responses for Lighting Environments in Rest Space

Jae-Sang Kim, Ji-Hyun Lee*, Sooyoung Kim†

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

*Graduate School of Culture Technology, KAIST, Daejeon 120-749, Korea

(Received March 8, 2012; revision received April 12, 2012)

ABSTRACT: This study examines visual perception and spatial satisfaction according to lighting conditions. Field measurements and surveys were performed in three rest space of university buildings where various lighting conditions were employed. Results indicate that overall impression of space improved when low color temperature, such as 3,000 K governed overall lighting environment and accent lighting was used for wall surfaces. Lighting conditions that kept uniform illuminance levels using area light sources containing fluorescent lamps with 6,500 K failed to keep favorable spatial satisfaction for space. High color temperature was not recommended for lighting in rest space. Asymmetrical illuminance levels formed by low color temperature such as 3000 K is recommended to keep positive mood and improve spatial satisfaction in rest space. Overall impression of the space was influenced by visual comfort, color temperature, spatial satisfaction and brightness. Spatial satisfaction for space was effectively impacted by psychological comfort, color temperature and overall impression for lighting conditions. Psychological comfort in space was influenced by color temperature, spatial satisfaction and visual annoyance from reflected light.

Key words: Lighting conditions(조명조건), Color temperature(색온도), Visual perception(시각적 반응), Spatial satisfaction(공간 만족도), Impression of space(공간감)

1. 서 론

건축물의 실내공간에서 채실자가 공간에 대하여 감지하는 공간감은 시각적인 반응에 의하여 일차적으로 발생된다. 시각적인 반응은 실내에 적용된 실

내디자인 요소 및 조명조건에 의하여 영향을 받으며 변화하여 채실자의 심리적인 반응 및 공간에 대한 만족도에 영향을 미친다. 공간의 이용목적에 적합한 조명환경은 이용자들의 선호도, 만족도 및 심리적인 반응에 영향을 주어 업무 효율에도 영향을 미치는 중요한 요인이다.⁽¹⁻⁴⁾

또한, 실내공간에 특정 조명환경이 조성된 조건에서 발생하는 시각적인 반응은 시각적인 만족도 및 채실자가 감지하는 일시적인 무드(mood)의 변

† Corresponding author

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

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

화로 나타난다. 조명조건의 변화에 따라 감지되는 무드의 변화는 지속적인 업무가 수행되는 사무실공간과 같은 업무공간에 비교하여 공간 사용자의 휴식을 주된 목적으로 설계되는 휴게공간에서 중요하게 고려되어야 할 요인이다.

따라서 사용자에게 편안한 휴게공간을 유지하기 위하여 사용자가 감지하는 공간감에 영향을 주는 조명환경 인자는 예측되어야 하며, 사용자 위주의 공간을 위한 최적조건이 조성되어야 한다. 본 연구에서는 조명조건의 변화에 따른 시각적인 반응 및 그에 따라 변화하는 공간만족도를 분석하기 위하여 대학교내 휴게실 공간을 대상으로 현장실험 및 설문조사가 실시되었다.

2. 연구 방법

2.1 실험대상 공간 및 조건

본 연구에서 현장실험 및 설문조사에 사용된 공간은 OO대학교 교내 3개의 건물에 설치된 3개의 휴게공간이다. 이는 단과대학 건물에 설치되어 있으며, 주된 이용자는 20대 대학 재학생이다. 3개의 휴게실공간의 크기는 비슷하고 조명의 형태가 다르게 적용되었다. 선정된 3개 휴게공간의 평면 배치는 Fig. 1~Fig. 3에 나타나 있다. 각 그림에서 좌측에는 가구배치가 정리되어 있고, 우측에는 사용된 전기조명기기의 배열이 나타나 있다.

휴게공간 'D'는 지하 2층에 위치하고 있으며 외부 통로와 연결된 개방형 스타일이다. Fig. 1에 나타난 바와 같이 바닥면적은 57.57 m²이며, 층높이는 2.4 m이다. 중앙에 밝은 베이지색 나무로 마감된 이동 가능한 원형테이블이 설치되어 있고, 벽을 따라 베이지색의 고정식 등받이 의자가 설치되어 어두운 갈색 나무테이블과 함께 사용되었다.

원형테이블이 설치된 부분의 천정부분에 지름 20 cm의 매립형 램프 하우징(recessed lamp housing)이 15개 설치되어, 색온도 3,000 K 정도의 컴팩트 형광램프(compact fluorescent lamp)가 각 하우징에 2개씩 설치되었다. 설치간격이 전체적으로 일정하여 실내에 균등한 조도분포를 유지하기에 효과적인 배치를 이루고 있다. 또한, 공간의 중앙에 반사경이 설치된 구경 8 cm의 할로젠 램프가 2개씩 1개 세트 구성되어 3개 세트가 설치되었다. 이들의 색온도는 3,000 K로 판별되며, 공간 전반에 직접조명 방식이 적용되었다.

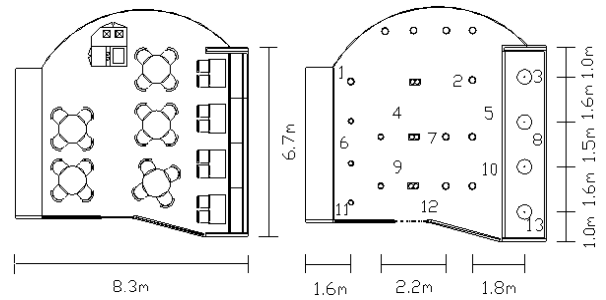


Fig. 1 Layout of space and fixture('D' hall).

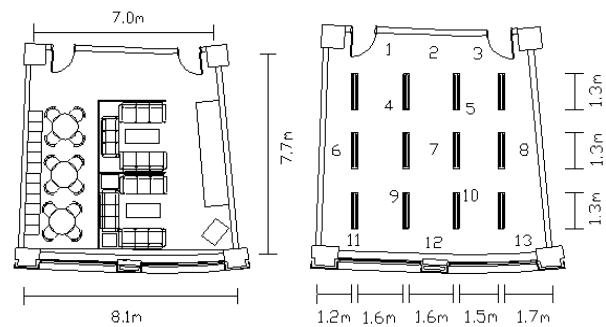


Fig. 2 Layout of space and fixture('S' hall).

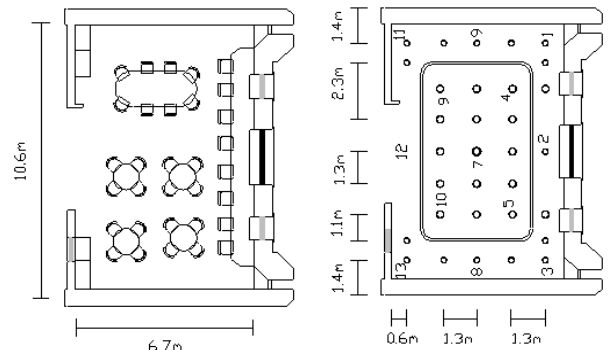


Fig. 3 Layout of space and fixture('Y' hall).

한편, 고정식 의자가 설치된 벽의 상부에는 벽면을 따라 코브조명(cove lighting)이 설치되어 색온도 6,500 K의 T8 형광램프가 설치되었다. 이는 천장으로 빛을 투사하여 실내로 다시 반사하게 하는 간접조명 방식으로 활용되었다. 코브조명의 하단부분에는 3,000 K 정도의 백열전구가 적용된 펜던트(pendant)방식의 조명기기가 4개 설치되었다. 램프를 포함하는 하우징의 지름은 50 cm이며, 하우징의 밑면은 휴게공간의 바닥에서 1.75 m 이격되어 설치되었다. 인테리어 요소를 포함한 세부적인 전경은 Fig. 4에 나타나 있다.

휴게공간 'S'는 지하 1층에 위치하고 있으며 외부 통로와 연결되지 않은 폐쇄형 구조로 구성되었다.



Fig. 4 View of 'D' hall.

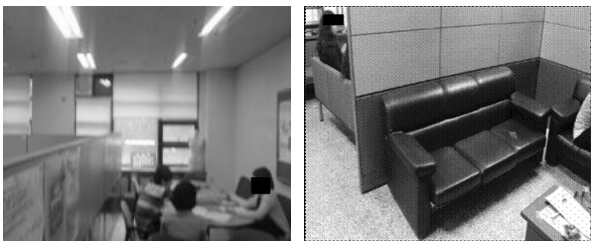


Fig. 5 View of 'S' hall.

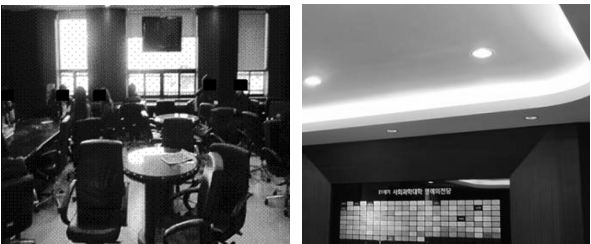


Fig. 6 View of 'Y' hall.

Fig. 2에 나타난 바와 같이 휴게공간의 바닥면적은 64.72 m^2 이며, 층높이는 2.9 m이다. 밝은 베이지색으로 마감된 이동식 원형테이블이 3개 설치되어 있으며, 실의 중앙에는 높이 1.5 m의 가변식 칸막이가 설치되어 2개의 독립된 공간이 조성되었다. 분리된 공간에는 검은색 가죽재료로 마감된 이동식 소파(sofa)가 설치되었다.

흰색의 텍스로 마감된 천정에는 매립형 형광조명 기기(가로 1.2 m, 세로 0.3 m)가 12개 설치되어 직접조명 방식으로 공간의 조명환경이 유지되었다. 색온도 6,500 K의 T8 형광램프가 각 조명기기기에 2개 설치되었다. 램프의 하단에 루버 또는 렌즈등의 차단장치가 설치되지 않아 램프가 채실자의 시야에 직접 노출되었다. 인테리어 요소를 포함한 세부적인 전경은 Fig. 5에 나타나 있다.

휴게공간 'Y'는 지상 1층에 위치하였으며 일정부분이 외부와 연결된 반개방형 구조의 평면으로 구성되었다. Fig. 3에 나타난 바와 같이 바닥면적은

69.25 m^2 이며, 층높이는 3.0 m이다. 벽면을 따라 고정식 테이블이 설치되어 있으며, 실의 중앙에는 4인용 테이블 4개와 8인용 테이블 1개가 설치되었다. 모든 테이블은 짙은 갈색의 나무로 마감처리 되었으며, 검은색 가죽으로 마감된 회전식 의자가 설치되었다. 바닥은 흰색계열의 타일로 마감되었으며 천장은 흰색페인트로 마감되었다.

중앙에는 지름 28 cm의 매립형 하우징이 15개 설치되어, 색온도 6,500 K의 콤팩트 형광램프가 각 하우징에 2개 설치되었다. 천장의 가장자리에 지름 20 cm의 매립형 하우징이 17개 설치되었으며, 각 하우징에 색온도 3,000 K의 할로겐 램프가 적용되어 공간의 전반적인 조명환경이 유지되었다. 또한, 중앙부분과 가장자리 부분의 경계부분에 색온도 6500 K의 T8 형광램프가 설치된 코브조명이 방식이 적용되었다. 인테리어 요소를 포함한 세부적인 전경은 Fig. 6에 나타나 있다.

2.2 설문항목 및 피험자 사전교육

본 연구에서 사용된 설문내용은 피험자에 대한 일반적인 사항, 피험자의 조명에 대한 사전적인 인식과 선호를 파악하기 위한 설문, 휴게공간 사용시 조명조건으로 인하여 감지되는 시각적 만족도, 심리적 선호도, 피로도 및 일시적인 무드부분으로 구성되었다. 일반적인 설문사항에는 참가자에 대한 성별, 나이, 시력에 대한 사항, 조명조건에 대한 시각적 민감도 및 개인적인 선호도등이 포함되었다.

각 휴게공간에서 조명조건에 대한 평가항목에는 시각적 만족도, 눈부심에 대한 반응, 조도에 대한 만족도, 심리적 선호도 및 만족도등에 대하여 19개의 설문문항이 포함되어 있다. 또한, 조명조건이 변화되는 경우 감지되는 일시적인 무드변화 등에 대하여 14개의 설문문항이 포함되었다. 사용된 설문내용은 Table 1~Table 2에 나타나 있다. 피험자는 Table 3에 나타난 7단계 척도를 이용하여 각 설문항목에 대하여 응답하였다.

실험에 참가한 피험자는 대학교 교내 휴게공간을 이용한 경험이 있는 20대 남녀 대학생 23명으로 구성되었다. 피험자의 교정시력은 정상이었으며, 피험자의 건강에 대한 사전조사가 설문조사에 참가하기 전에 실시되어 피험자는 건강한 상태로 실험에 참가하였다.

피험자들이 실험이 실시되는 대상 장소에 도착한 후, 준비실에서 실험진행에 대한 사전교육이 실시되

Table 1 Questionnaires for visual perception psychological satisfaction and visual fatigue

| No. | Contents |
|-----|---|
| A1 | Are you satisfied with current illuminance? |
| A2 | Are you satisfied with color temperature of light? |
| A3 | Do you feel visual comfort in the space? |
| A4 | Are you satisfied with current light sources? |
| A5 | Do you feel direct glare from lighting fixture? |
| A6 | Do you feel glare from wall, floor or desktop? |
| B1 | Are you satisfied overall ambience of the space? |
| B2 | Do you feel psychological comfort in the space? |
| B3 | Do you feel overall comfort in the space? |
| B4 | Do you feel the space is big? |
| B5 | Do you feel positive spatial satisfaction for space? |
| B6 | Are you satisfied with the number of light sources? |
| C1 | Is the space bright enough for you? |
| C2 | Does the light source make you feel visually warm? |
| C3 | Is the letter on you document seen clearly to you? |
| C4 | Do you feel eye fatigue? |
| C5 | Does reflected light from fixture make you feel stress? |
| C6 | Do you feel lighting conditions annoy you visually? |
| C7 | Do you feel that your concentration is impaired? |

Table 2 Questionnaire for thresholds and mood

| No | Content |
|-----|--|
| M1 | Does the lighting make you feel space natural? |
| M2 | Does the space look sophisticated? |
| M3 | Does the lighting make you feel comfortable? |
| M4 | Does the lighting make you feel excited? |
| M5 | Does the lighting make the space look dynamic? |
| M6 | Does the lighting make the space look modern? |
| M7 | Does the lighting make you feel cheerful? |
| M8 | Does the lighting make you feel fancy? |
| M9 | Does the lighting make you feel the space light? |
| M10 | Does the lighting make you feel the space open? |
| M11 | Does the lighting make you feel the space fun? |
| M12 | Does the lighting make you feel the space complicated? |
| M13 | Does the lighting make you feel space formal? |
| M14 | Does the lighting make you feel relaxed? |

었다. 교육내용에는 실험진행에 대한 전반적인 설명, 설문문항에 대한 설명, 용어설명 및 설문에 사용되는 응답척도에 대한 설명이 포함되었다. 사전교육이 진행되는 동안 피험자들은 실내조명 환경에 대하여 순응(adaptation)할 수 있어, 본 실험 및 설

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 |

문이 진행되는 동안 순응시간 부족으로 인하여 발생하는 오류는 예방되었다.

사전교육이 실시된 후 피험자는 대상공간에 입장하여 공간을 관찰하고 선호하는 장소에 착석하여 본 실험에 대한 설문에 응답하는 과정으로 설문조사가 진행되었다. 외부조건이 휴게공간의 조명조건에 미치는 영향이 없도록 하기 위하여 설문조사는 일몰 이후 진행되었다. 설문이 종료된다는 통보를 받은 후, 피험자는 Table 1~Table 2에 나타난 각 설문항목에 대하여 Table 3에 나타난 7단계 응답척도를 이용하여 응답하였다. 이러한 설문 진행과정은 본 연구에서 설정된 3개 휴게공간에서 동일하게 실시되었다.

2.3 데이터 모니터링

선정된 각 휴게공간에 대한 조명환경을 분석하기 위하여 공간 내에서 조도 및 휘도 분포가 측정되었다. 수평면 조도 및 각 벽면에서 수직면 조도가 측정되었다. 수평조도 측정지점은 Fig. 1~Fig. 3에 명시된 번호로 나타나 있다. 수평면 조도는 각 지점에서 바닥면으로 부터 1.0 m 높이에서 측정되었다. 벽면의 수직조도는 피험자가 테이블을 사용하는 경우 사람의 눈높이에 해당하는 바닥으로부터 1.0 m 이상 지점부터 천장과 연결되는 부분까지 각 벽면당 12지점에서 측정되었다. 조도는 M 회사에서 생산된 이동식 조도계를 이용하여 측정되었다. 측정에 사용된 조도계는 CIE에서 제안하는 가시광선의 파장범위를 6% 이내 오차범위로 측정한다.⁽⁵⁾

3. 결과 및 고찰

3.1 대상공간의 조명환경 및 피험자 특성

실내공간에서 전기 조명기기에 의하여 조도가 유지

되는 경우, 재실자의 가시범위에 포함되는 표면에서 조도의 변화는 재실자의 시각적인 감지(visual perception)에 영향을 주어 공간의 조명환경에 대한 평가에 반영된다. 본 연구에서 설문조사가 실시된 3개의 휴게공간에서 측정된 조도의 변화분포는 Fig. 7~Fig. 8에 나타나 있다.

Fig.7에 명시된 바와 같이, 바닥면으로 부터 1.0 m 높이에서 측정된 조도의 변화는 최소 112 lx에서 최대 549 lx 범위내에서 변화하는 것으로 나타났다. T8 형광램프가 사용된 매립형 형광조명기기가 일정한 간격으로 배치되어 직접조명방식이 적용된 ‘S’ 휴게공간의 경우, 평균 조도는 332 lx이었으며, 각 지점에서 170 lx에서 549 lx 이내로 변화하였다. 평균조도에서 최소조도가 차지하는 비율로 계산된 균제도(uniformity)는 0.51로 산정되었다.

공간의 중앙부분에 코브조명이 설치되어 간접조명 방식이 적용되고 컴팩트 형광램프가 사용되어 직접조명 방식이 적용된 ‘Y’ 휴게공간의 경우, 조도는 최소 182 lx에서 최대 498 lx의 범위로 변화하였으며, 평균조도는 343.2 lx로 나타났다. 이에 따른 공간에서 균제도는 0.53이다.

컴팩트 형광램프가 주로 사용된 ‘D’ 휴게공간의 경우, 조도는 112 lx에서 500 lx 범위 이내로 변화하였다. 평균조도는 282.3 lx 분석되어, 3개의 휴게공간 중 가장 낮은 조도범위를 보이고 있는 것으로 나타났다. 균제도는 0.39로 나타나 본 연구에서 선정된 공간 중 가장 낮은 값을 보이고 있으며, 일반적으로 권장되는 기준인 0.33을 만족하는 것으로 분석된다.

Fig.8에 명시된 바와 같이, 벽면의 수직조도 변화분포는 수평면 조도변화 분포와 유사한 것으로 나타났다. ‘D’ 휴게공간에서 가장 낮은 조도분포를 보이고 있고, ‘S’와 ‘Y’ 휴게공간에서 유사한 범위를 나타내고 있다. 조도 변화범위는 ‘D’, ‘S’, 및 ‘Y’ 공간의 경우 각각 92 lx~285 lx, 156 lx~268 lx, 136 lx~234 lx로 나타났다. 벽면의 평균조도는 ‘D’, ‘S’, 및 ‘Y’ 공간의 경우 각각 161.1 lx, 196.4 lx, 185.8 lx로 분석되었다.

본 연구에서 사용된 3개의 휴게공간에서 조도조건은 모두 기준에 적절한 범위로 유지되고 있는 것으로 분석된다.⁽⁶⁾ 그러나, ‘D’ 휴게공간 조건의 경우 평균 조도에 기준한 균제도는 가장 낮게 나타났으며, 전체적인 조도범위가 다른 공간에 비교하여 낮은 것으로 분석되어 피험자가 감지하는 시각적인 반응에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

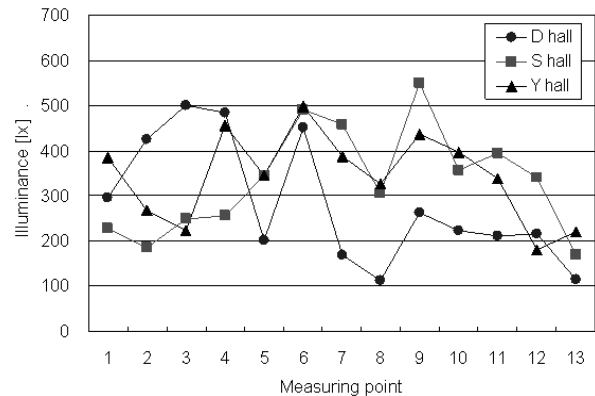


Fig. 7 Horizontal illuminance(1 m from floor).

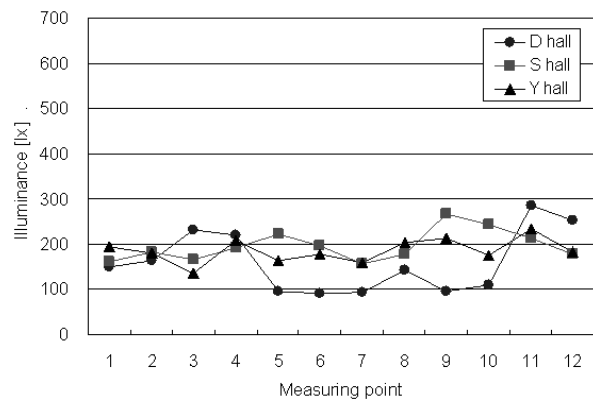


Fig. 8 Wall illuminance.

본 연구의 실험에 참가한 피험자의 조명조건에 대한 민감도 및 선호도는 Fig. 9~Fig. 10에 나타나 있다. 응답자의 69.57%는 빛의 밝기변화를 민감하게 감지하는 것으로 나타났으며, 13.04%는 민감하지 않은 것으로 분석되었다. 밝기에 크게 영향을 받지 않는다는 중성적인 응답을 한 피험자는 전체의 17.39%로 나타났다.

조명기기 또는 반사되는 빛으로 부터 발생하는 눈부심(glare)에 대하여 피험자의 86.96%는 민감하게 반응하는 것으로 나타났으나, 13.04%의 피험자는 빛으로 인한 눈부심에 대하여 민감하지 않은 것으로 분석되었다. 또한, 조명기기에 적용된 램프로 인하여 조성되는 빛의 색상(color of light) 변화에 대하여 전체 피험자의 60.87%가 민감하게 생각하는 것으로 나타났으며, 피험자의 39.15%는 중성적인 반응을 보여 피험자 집단은 램프로 인하여 조성되는 조명환경의 색에 대하여 민감하게 반응하는 것으로 판단된다.

전체 피험자의 73.91%가 램프의 색온도가 낮은 붉은색 계열을 선호하였으며, 13.04%의 피험자는 램

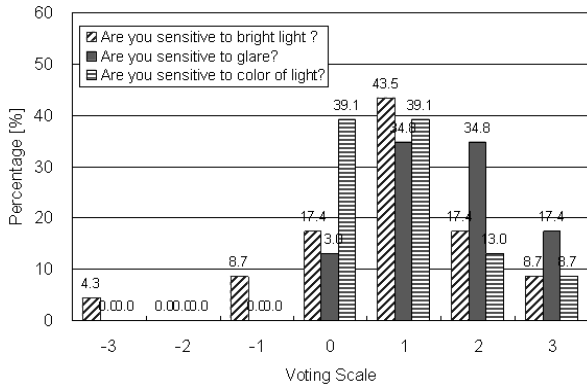


Fig. 9 Subject's sensitivity to light.

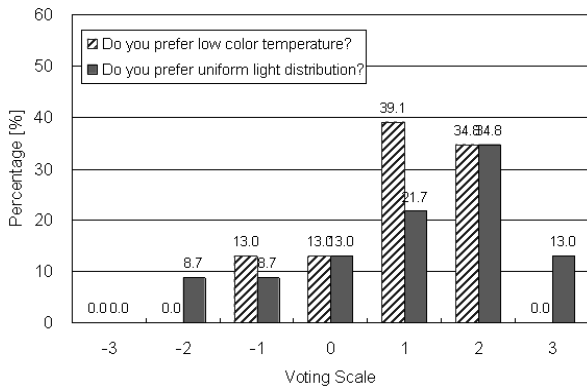


Fig. 10 Subject's preference to light.

프의 색온도가 높은 푸른색 계열을 선호하는 것으로 분석되었다. 설문에 참여한 피험자의 69.57%는 조도분포가 균등하게 조성되는 조명환경을 선호하였으나, 17.39%의 피험자는 균등하지 않은 빛의 분포를 선호하였다.

조명환경에 대한 민감도 및 선호도에 대한 피험자 집단의 전반적인 특성에 근거하면, 본 연구에 참여한 피험자 집단은 조명조건이 변화되는 경우, 변화 정도를 쉽게 감지할 수 있는 능력을 보유하고 있는 것으로 판단된다. 따라서 붉은색 계열의 램프를 적용하여 적정조도가 균등하게 조성되는 경우 피험자가 선호하는 실내 조명환경은 효과적으로 조성될 수 있을 것으로 예측된다.

3.2 조명조건에 따른 시각적 감지 변화

휴게공간에 대한 조명설계시 선정된 램프의 종류 및 조명기기의 배치에 따라 조명환경은 다양하게 조성된다. 본 연구에서 선정된 3개의 휴게공간에서 각기 다른 조명환경 조건에 따라 변화되는 시각적인

감지(visual perception)가 분석되었다. 각 조건에서 피험자가 감지한 시각적인 감지의 변화분포는 Fig. 11~Fig. 12에 나타나 있다.

주어진 각 공간에서 조성되는 빛의 밝기에 대한 만족도(A1)는 'D' 및 'Y' 휴게공간에서는 중성적인 범위(neutral range)인 것으로 분석되었다(A1, M = -0.04, SD = 0.31~M = 0.22, SD = 0.29). 두 개의 공간에는 컴팩트 형광램프가 적용되어 평균 282.3 lx 및 343.2 lx로 변화된 조도가 휴게공간에 적절한 밝기로 감지된 것으로 판단된다. 'D' 휴게공간에 비교하여 평균조도가 50.5 lx 높은 'S' 휴게공간의 경우, 배치간격이 일정한 면광원(area source) 형광 조명기가 설치되어 전반적으로 균등한 조도가 유지되므로 조도는 높았지만 밝기에 대한 반응은 낮게 나타난 것으로 판단된다(A1, M = -0.87, SD = 0.30).

조명기기에 적용된 램프에서 발생하는 빛의 색을 나타내는 색온도에 대한 만족도(A2)는 'D' 휴게공간에서 효과적인 것으로 나타났으나(A2, M = 0.96, SD = 0.26), 'S' 공간에서 낮은 것으로 분석되었다(A2, M = -0.65, SD = 0.23). 이러한 결과는 붉은색 계열의 램프색을 선호하는 피험자의 전반적인 특성으로 인하여 발생된 것으로 판단된다. 'S' 공간의 경우, 6,500 K의 높은 색온도인 형광램프가 설치되어 전반적으로 균등한 조명환경이 조성되고 있어 피험자로부터 선호되지 않은 것으로 분석된다. 'D' 공간의 경우, 형광램프가 적용되어 코브조명이 사용되었지만, 제한적인 범위에 국한되었고, 실내의 전반적인 조명환경은 3,000 K 낮은 색온도를 나타내는 컴팩트 형광램프에 의하여 조성되어 발생된 결과로 판단된다.

조명환경에 대한 시각적인 편안감(A3)은 'D' 휴게공간에서 상대적으로 효과적인 것으로 나타났으며(A3, M = 0.65, SD = 0.23), 'S' 휴게공간에서 가장 낮은 것으로 분석되었다(A3, M = -0.65, SD = 0.29). 조명조건으로 인하여 감지되는 빛의 색 및 밝기에 대한 반응은 시각적인 만족도의 변화와 유사한 변화를 보이는 것으로 나타났다.

공간에 적용된 조명기기의 크기에 대한 만족도는 전반적으로 중성적인 것으로 나타났다(A4, M = -0.43, SD = 0.27~M = 0.00, SD = 0.29). 따라서 조명조건이 변화되는 경우 조명기기의 크기는 재실자가 감지하는 실내조명 환경에 영향을 미치는 중요한 원인은 아닌 것으로 판단된다.

조명기기로부터 감지되는 눈부심 정도(A5)는 면광원이 적용되어 직접조명방식으로 균등한 조도가

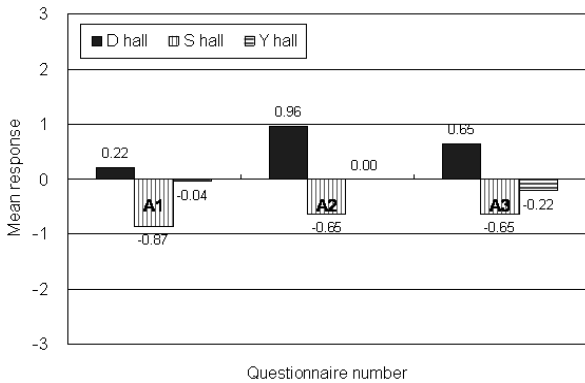


Fig. 11 Visual perception for lighting condition.

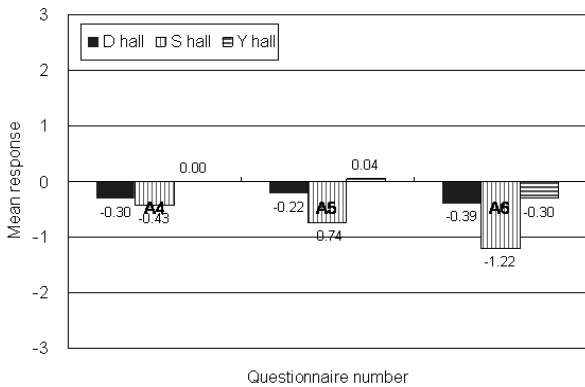


Fig. 12 Visual perception for lighting condition.

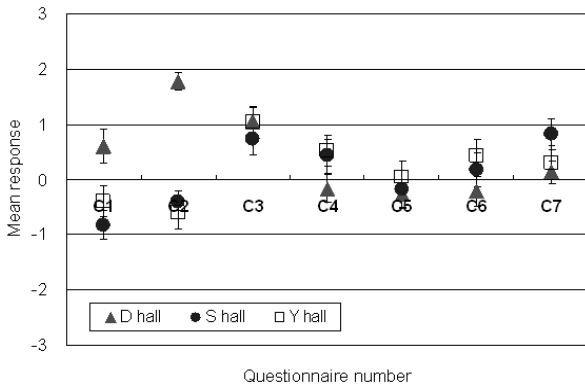


Fig. 13 Variation of visual fatigue.

유지되는 ‘S’ 공간의 경우 낮게 나타났다(A5, $M = -0.74$, $SD = 0.36$). 점광원(point source)로 분류되는 컴팩트 형광램프가 주로 사용된 다른 두 개의 공간에서 조명기로부터 발생하는 눈부심 현상은 ‘S’ 공간에 비교하여 상대적으로 높은 것으로 분석되었으나, 그 범위는 중성적인 범위에 국한되었다. 이는 점광원이 면광원에 비교하여 상대적으로 눈부심 현상을 발생하는 실내조명 환경조건을 형성하는 것을

의미한다.

조명기에서 투사된 빛은 실내 각 표면으로 유입되어 다시 공간으로 반사되므로 표면반사에 의하여 감지되는 눈부심 현상도 고려되어야 한다. 실내 표면으로부터 반사되는 빛으로 인하여 감지되는 눈부심 현상은 면광원이 적용되어 공간 전체에 균등한 조도를 조성하는 ‘S’ 휴게공간에서 가장 낮게 감지되는 것으로 분석되었다(A6, $M = -1.22$, $SD = 0.31$). 점광원이 적용된 다른 두 개의 공간에서 실내 표면에 의한 눈부심 현상은 심각하게 감지되지 않는 것으로 분석되어(A6, $M = -0.39$, $SD = 0.32$), 휴게공간의 조명조건으로 적절할 것으로 판단된다.

각 휴게 공간의 조명환경에서 피험자가 감지한 시각적인 피로도(visual fatigue)의 변화분포는 Fig. 13에 나타나 있다. 각 공간에 설치된 조명기기로 인하여 조성되는 조명조건에 대하여 밝은 정도(brightness)를 감지하는 정도(C1)는 ‘D’ 휴게공간에서 가장 높은 것으로 분석되었다(C1, $M = 0.61$, $SD = 0.31$). 반면, ‘S’ 휴게공간에서 조성되는 조명환경은 상대적으로 약간 어두운 것으로 나타났다(C1, $M = -0.83$, $SD = 0.26$).

측정된 수평 조도값은 T8 형광램프가 적용된 조명기기가 균일한 간격으로 배치되어 균등한 조도 분포를 조성하고 있는 ‘S’ 휴게공간에서 50.5 lx 높은 것으로 나타났다. 그러나 ‘D’ 공간에서는 낮은 색온도를 나타내는 점광원인 컴팩트 형광램프 및 할로겐 램프로 조성되는 전반적인 조명환경과 벽면에 설치된 코브조명의 영향으로 조명조건은 피험자에게 밝게 감지된 것으로 판단된다.

적용된 조명조건에서 조성되는 조명의 색온도에 대한 느낌(C2)은 3,000 K의 낮은 색온도의 램프가 주로 적용된 ‘D’ 휴게공간에서 가장 따뜻하게 감지되는 것으로 나타났다(C2, $M = 1.78$, $SD = 0.17$). 색온도 6,500 K의 선형 형광램프 및 컴팩트 형광램프가 적용된 ‘S’ 및 ‘Y’ 공간에서 조명조건은 따뜻하다는 느낌을 조성하기에 충분하지 않은 것으로 분석되었다(C2, $M = -0.61$, $SD = 0.30 \sim M = -0.39$, $SD = 0.17$). 이는 380~760 nm 범위의 가시광선 영역에서 붉은색 계열의 스펙트럼이 주류를 이루어 조성되는 낮은 색온도 조건으로 인하여 발생된 것으로 판단된다.

또한, 문서읽기 작업을 하는데 충분한 조도가 3개의 휴게공간에서 조성된 것으로 평가되었다(C3,

M = 0.74, SD = 0.28~M = 1.04, SD = 0.26). 공간에 조성된 조명환경으로 인하여 발생하는 눈의 피로감은 심각하지 않은 것으로 나타나, 조명조건은 재실자가 주어진 업무를 수행하는데 심각한 지장을 초래하지 않을 것으로 판단된다(C4, M = -0.17, SD = 0.25~M = 0.52, SD = 0.28). 실내표면에서 반사되는 빛으로 인한 시각적인 스트레스(C5)는 없는 것으로 나타났으며, 이에 따라 시각적인 불만족도(visual annoyance, C6)는 심각하게 감지되지 않은 것으로 분석되었다.

3.3 공간에 대한 심리적 선호도 및 무드 변화

조명조건에 따라 실내에서 재실자가 공간에 대하여 감지하는 전반적인 평가 및 그에 따른 일시적인 무드(mood)는 변화하게 된다. 본 연구에서 선정된 각 공간에서 조명조건의 변화에 따라 분석된 공간에 대한 심리적 선호도 및 일시적인 무드의 변화는 Fig. 14~Fig. 16에 나타나 있다.

Fig. 14에 나타난 바와 같이, 조명조건에 따라 조성되는 공간의 전반적인 분위기에 대한 만족도(B1)는 'D' 휴게공간에서 가장 좋은 것으로 나타났다(B1, M = 1.0, SD = 0.23). 이는 낮은 색온도의 컴팩트 형광램프 및 할로겐 램프가 적용되어 전반적인 조명환경이 조성되고, 벽면상부에 설치된 코브조명으로 인하여 벽면이 비대칭적으로 강조되어 효과적인 공간감이 조성되어 나타난 것으로 판단된다. 반면, 'S' 공간에서 조명으로 인하여 조성되는 공간의 분위기에 대한 평가는 부정적인 것으로 분석되었다(B1, M = -0.7, SD = 0.25). 이는 높은 색온도인 6,500 K 형광램프가 균일한 간격으로 설치되어 균등한 조도가 유지되었으며, 공간내의 표면을 강조하는 기능의 조명조건이 적용되지 않아 단조로운 공간감이 감지되어 발생된 결과로 판단된다.

공간의 분위기에 대한 만족도가 높은 'D' 공간에서 공간에 대한 심리적인 편안함도 높게 나타났으며(B2, M = 0.7, SD = 0.29). 공간 분위기에 대한 만족도가 낮은 'S' 공간에서 심리적인 만족도는 낮게 나타났다(B2, M = -0.35, SD = 0.27). 또한, 공간에서 감지되는 심리적인 쾌적감도 전반적인 공간 분위기가 낮은 'S' 공간에서 가장 낮게 나타나(B3, M = -1.26, SD = 0.31), 조명조건으로 인하여 조성되는 공간의 전반적인 분위기는 중요한 것으로 분석되었다. 조명조건의 변화로 인하여 감지되는 공

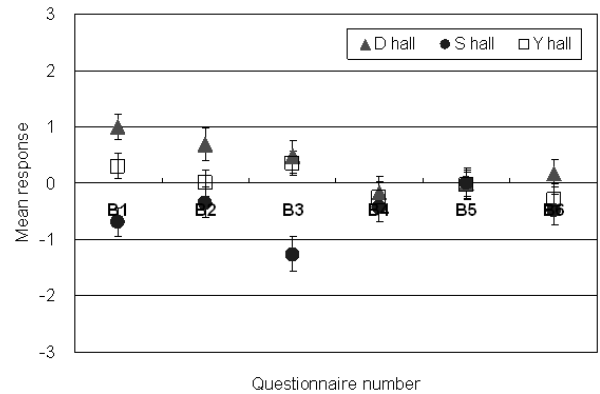


Fig. 14 Psychological evaluation on space.

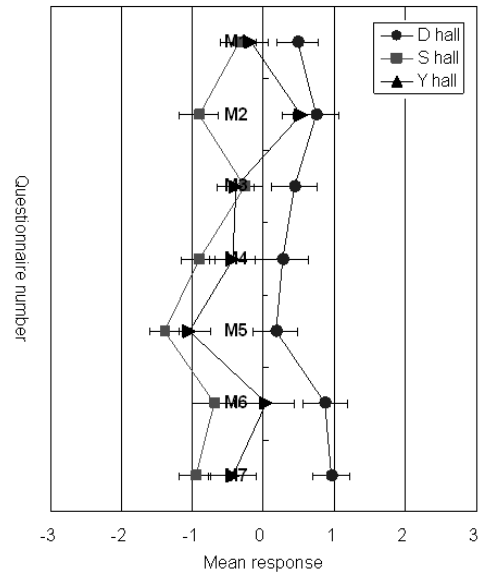


Fig. 15 Variation of mood I.

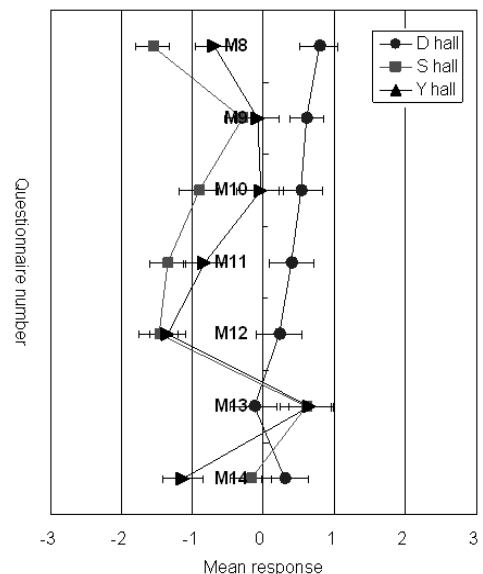


Fig. 16 Variation of mood II.

간의 크기에 대한 평가(B4)는 응답척도상 중앙값을 중심으로 좁은 범위내에서 변화하여(B4, $M = -0.43$, $SD = 0.26 \sim M = -0.26$, $SD = 0.28$), 공간의 크기에 대한 감지는 조명조건에 따라 심각하게 변화되지 않는 것으로 판단된다.

한편, 공간감에 대한 만족도(B5)는 주어진 3개의 공간에서 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다(B5, $M = -0.04$, $SD = 0.26 \sim M = 0.00$, $SD = 0.24$). 이는 본 연구에 선정된 3개의 휴게공간의 면적은 각각 57.57 m^2 , 64.72 m^2 , 69.25 m^2 로 유사하여 조명조건에 따른 공간감에 대한 만족도의 변화는 크지 않게 나타난 것으로 분석된다. 그러나 공간에 대한 전반적인 분위기 및 그에 따른 심리적인 편안함은 조명조건에 따라 현저히 영향을 받는 것으로 분석되어 휴게공간의 기능이 효율적으로 유지되려면 공간에 대한 적정 조명설계가 이루어져야 하는 것을 의미한다.

Fig. 15~Fig. 16에 나타난 바와 같이, 조명조건의 변화에 따라 감지되는 일시적인 무드(mood)는 'D' 휴게공간에서 긍정적인 것으로 분석되었으며, 'S' 휴게공간에서 가장 낮은 응답분포를 보이고 있는 것으로 나타났다. 이는, 'D' 공간에서는 가시광선 영역 중 긴 파장의 스펙트럼을 발생하여 전반적으로 낮은 색온도 분포가 형성되어 피험자들에게 시각적 및 심리적으로 편안한 안정감을 조성하는 조명환경이 유지되어 나타난 결과로 판단된다. 반면, 'S' 공간에서는 6,500 K의 높은 색온도를 나타내는 형광램프가 적용된 매립형 형광기에 의하여 직접조명 방식으로 전체공간에 균등한 조도가 유지되어 발생한 결과로 분석된다.

실내공간 조건에 대하여 세련됨을 감지하는 정도(M2)는 'D' 공간과 'S' 공간에서 응답평균 1.65의 차이를 보이고 있어, 재실자가 감지하여 판단하는 공간에 대한 평가는 조명조건에 따라 영향을 받는 것으로 해석된다. 색온도 6,500 K의 T8 형광램프가 사용되어 공간 전체적으로 균일한 조도가 유지된 'S' 공간은 정적이며(M5, $M = -1.39$, $SD = 0.22$), 고전적인 느낌(M6, $M = -0.70$, $SD = 0.30$)을 주는 공간으로 평가되었다. 특히, 공간 전체에 대하여 전반적인 분위기가 침울하게 감지(M7, $M = -0.96$, $SD = 0.22$)되는 것으로 나타났다.

낮은 색온도 램프에 의하여 전반적인 조명환경이 유지되고 코브(cove)조명과 벽면에 대한 강조조명이 적용된 'D' 공간에서 공간의 화려함에 대한 반응은 긍정적인 것으로 감지되었다(M8, $M = 0.78$, SD

$= 0.27$). 그러나 전반적으로 높은 색온도로 균등한 조도로 조성된 'S' 공간에 대한 화려함은 없는 것으로 감지되었다(M8, $M = -1.57$, $SD = 0.24$). 또한, 일정한 간격으로 배치된 면광원의 조명기기에 의하여 균등한 조도조건이 조성된 'S' 공간에서 공간감에 대한 지루함이 감지되는 것으로 나타났으며(M11, $M = -1.35$, $SD = 0.26$), 이러한 조건은 공간감적인 측면에서 공간에 대한 단순함이 쉽게 감지되는 조건으로 분석되었다(M12, $M = -1.48$, $SD = 0.28$).

따라서 높은 색온도를 발생하는 면광원의 형광램프를 사용한 직접조명 방식으로 균일한 조도를 유지하는 조건은 휴게공간에 적용되지 않아야 할 것으로 판단된다. 휴게공간에서 공간감 및 일시적인 무드에 대한 긍정적인 조건을 형성하기 위하여 조명환경은 낮은 색온도를 나타내는 램프가 적용되어 공간 전체에 대하여 균등하지 않은 조도조건을 형성하는 방안이 효율적일 것으로 판단된다. 이러한 경우, 벽면에 설치되는 코브조명 또는 강조조명(accent lighting)을 활용하는 조명설계 기법이 적용되면 효과적일 것으로 판단된다.

3.4 공간 만족도와 조명환경 요소의 상관성

다양한 조명조건이 적용된 실내공간에서 공간감에 대한 만족도를 향상하기 위하여 조명조건과 공간에서 감지되는 영향인자는 고려되어야 한다. 본 연구에서는 설정된 3개의 휴게공간에서 공간감에 대한 만족도 및 공간에 대한 심리적인 편안함을 분석하기 위하여 다중회귀 분석법(multiple linear regression)이 실시되었다. 회귀분석에 대한 종속변수는 조명조건이 적용된 공간에서 조명환경의 전반적인 분위기(B1), 공간에서 감지하는 심리적인 편안감(B2) 및 공간에 대한 만족도(B5)로 설정되었다.

설문에 사용된 설문항목 중 무드반응을 제외한 모든 설문문항이 설정된 종속변수에 대하여 독립변수로 가정되어 회귀분석에 적용되었다. 적용된 독립변수 중 본 연구에서 설정된 적정 신뢰도 수준(Sig. = 0.05)을 충족하는 변수만이 최종적으로 설정되어 예측식에 포함되었다.

회귀분석에 의한 예측식은 Table 4~Table 6에 나타나 있으며, 예측식은 신뢰도 수준(significance level) 0.01에서 모두 유효한 것으로 나타났다. 각 예측 모델식에 대한 결정계수(r^2)는 0.5156~0.7171의 범위에서 변화되었다. 이는 종속변수로 가정된 재

Table 4 Relationship between spatial elements and overall ambience of space(B1)

| Variable | Unstandardized Coefficient | | t | Sig. |
|------------|---|------------|------|------|
| | B | Std. Error | | |
| (Constant) | 0.209 | 0.092 | 2.26 | 0.03 |
| A3 | 0.320 | 0.105 | 3.06 | 0.00 |
| A2 | 0.233 | 0.112 | 2.07 | 0.04 |
| B5 | 0.158 | 0.078 | 2.03 | 0.05 |
| C2 | 0.153 | 0.067 | 2.27 | 0.03 |
| A1 | 0.189 | 0.091 | 2.08 | 0.04 |
| ANOVA | $r^2 = 0.7171, F(5, 63) = 31.94, Sig. = 0.00$ | | | |

Table 5 Relationship between spatial elements and psychological comfort for space (B2)

| Variable | Unstandardized Coefficient | | t | Sig. |
|------------|---|------------|-------|------|
| | B | Std. Error | | |
| (Constant) | 0.031 | 0.104 | 0.30 | 0.77 |
| A2 | 0.590 | 0.083 | 7.10 | 0.00 |
| B5 | 0.352 | 0.086 | 4.09 | 0.00 |
| C5 | -0.232 | 0.076 | -3.06 | 0.00 |
| ANOVA | $r^2 = 0.6024, F(3, 65) = 32.83, Sig. = 0.00$ | | | |

Table 6 Relationship between spatial elements and spatial satisfaction for space(B5)

| Variable | Unstandardized Coefficient | | t | Sig. |
|------------|---|------------|-------|------|
| | B | Std. Error | | |
| (Constant) | 0.067 | 0.110 | 0.61 | 0.55 |
| B4 | 0.467 | 0.084 | 5.57 | 0.00 |
| B2 | 0.366 | 0.112 | 3.27 | 0.00 |
| A2 | -0.398 | 0.127 | -3.13 | 0.00 |
| B1 | 0.255 | 0.124 | 2.05 | 0.04 |
| ANOVA | $r^2 = 0.5156, F(4, 64) = 17.03, Sig. = 0.00$ | | | |

실자가 감지하는 조명조건의 전반적 분위기, 공간에 대한 만족도 및 심리적 편안감을 예측하는 경우 각 예측식에 대한 변화량(error variation)은 최소 51.56%에서 최대 71.71% 감소되는 것을 의미한다.

공간에서 감지된 전반적인 분위기(B1)는 시각적인 편안감(A3), 조명의 색온도에 대한 만족도(A2), 공간감에 대한 만족도(B5) 및 빛의 밝기 정도(A1)에 의하여 영향을 받는 것으로 분석되었다. 공간에서 조명의 전반적인 분위기에 가장 중요한 영향을

주는 인자는 시각적인 편안감 및 램프에서 발생되는 스펙트럼으로 인하여 형성되는 조명환경의 색온도 조건으로 나타났다. 또한, 공간에서 채실자들이 감지하는 심리적인 편안감(B2)은 조명조건의 색온도(A2), 공간감에 대한 만족도(B5) 및 실내 표면에서 반사되는 빛으로 인한 자극(C5)으로 예측되었다. 고려된 변수 중, 조명환경에서 조성되는 색온도 조건이 심리적인 만족도에 가장 중요한 영향인자로 분석되었다.

한편, 공간감에 대한 만족도(B5)는 공간의 넓음(B4), 심리적 편안감(B2), 조명의 색온도(A2) 및 조명의 전반적 분위기(B1)에 의하여 변화되는 것으로 나타났다. 예측식에서 가장 중요한 영향 인자는 공간의 크기로 나타났다. 그러나 본 연구에서 선정된 3개의 휴게공간의 면적차이는 11.68 m² 이내로 나타나 공간의 크기 보다는 심리적인 편안감 및 조명의 색온도 조건에 더욱 영향을 받는 것으로 해석된다.

이러한 분석의 결과는 설계된 휴게공간에서 공간감에 대한 만족도 및 심리적 편안감을 향상하기 위하여 낮은 색온도의 램프가 적용되어 채실자의 심리적인 만족도가 먼저 충족되어야 함을 의미한다. 따라서 휴게공간에 적용되는 조명조건에서 중요한 인자는 램프의 스펙트럼에서 발생되어 조성되는 색온도 조건인 것으로 분석된다.

4. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 대학교 교내 3개의 휴게공간을 대상으로 현장실험 및 설문조사가 실시되어 조명조건의 변화에 따른 시각적인 반응 및 공간감지에 대한 분석이 실시되었다. 연구의 결론을 요약하면 다음과 같다.

(1) 조명조건에 따라 조성되는 공간의 전반적인 분위기에 대한 만족도는 3,000 K 정도의 낮은 색온도로 전반적인 조명환경이 조성되고, 실내벽면을 강조하는 방식의 조명기기가 설치되어 벽면이 비대칭적으로 강조된 공간조건에서 효과적인 것으로 분석되었다.

(2) 높은 색온도를 나타내는 6,500 K의 T8 형광 램프가 적용된 면광원이 균일한 간격으로 설치되어 실내에 균등한 조도가 조성되는 조건에서 공간 만족도는 저하되는 것으로 평가되어, 높은 색온도를 나타내는 램프가 적용되어 균등한 조도가 유지되는 실내조명 환경조건은 휴게공간에 적합하지 않는 것으로 분석되었다.

(3) 휴게공간에서 공간감 및 일시적인 무드에 대한 긍정적인 조건을 효율적으로 형성하기 위하여, 낮은 색온도를 나타내는 램프가 적용되어 공간 전체에 대하여 균등하지 않은 조도조건이 형성되도록 조명환경이 유지되어야 한다. 이러한 경우, 벽면에 설치되는 코브조명(cove lighting) 또는 강조조명(accent lighting)을 활용하는 조명설계 기법이 적용되면 효과적일 것으로 판단된다. 높은 색온도를 발생하는 형광램프가 적용된 면광원이 직접조명 방식으로 배치되는 조명조건은 재실자의 무드에 부정적인 영향을 주는 것으로 분석되어 균일한 조도를 유지하는 조건은 휴게공간에 적용되지 않아야 할 것으로 판단된다.

(4) 공간에서 감지된 전반적인 분위기는 시각적인 편안감, 조명의 색온도에 대한 만족도, 공간감에 대한 만족도 및 빛의 밝기 정도에 의하여 영향을 받는 것으로 분석되었다. 공간에서 재실자들이 감지하는 심리적인 편안감은 조명조건의 색온도, 공간감에 대한 만족 및 반사되는 빛으로 인한 자극에 의하여 영향을 받는 것으로 분석되었다. 또한, 공간에서 공간감에 대한 만족도는 심리적인 편안감, 조명의 색온도 조건 및 조명의 전반적인 분위기에 중요한 영향을 받는 것으로 분석되었다. 이는 휴게공간에서 공간감에 대한 만족도 및 심리적 편안감을 향상하기 위하여 색온도가 낮은 램프가 적용되어 적정 조도가 유지됨과 동시에 재실자의 심리적인 만족도가 우선적으로 충족되어야 함을 의미한다.

본 연구에서는 대학교 교내에서 제한된 휴게공간을 대상으로 조명환경 조건변화에 따른 시각적인 감지, 공간에 대한 만족도 및 선호도가 분석되었다. 조명조건 이외에 공간의 배치, 가구 및 마감재료등이 재실자의 시각적인 인지 및 공간만족도에 영향을 줄 수 있으므로, 공간에 활용될 수 있는 실내환경 디자인 요소의 변화에 따른 다양한 조건에서 추가

적인 연구가 진행되면 효율적일 것으로 예상된다. 동일하지 않은 공간 조건에서 발생될 수 있는 실험 오차를 최소화하기 위하여 디자인 요소가 제어되는 실험실 조건에서 추가적인 연구도 효과적일 것으로 판단된다. 또한, 설문 참가인원이 대학 재학생 23명으로 제한되어 있어 본 연구에서 분석된 결과는 한정적인 범위에서 적용되는 한계점이 있다. 향후 연구에서는 설문 대상자를 확대하여 다양한 조건에서 추가적인 분석이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Vine, E., Lee, E., and Clear, R., 1998, Office worker responses to an automated venetian blind and electric lighting system : a pilot study, *Energy and Buildings*, Vol. 28, pp. 205-218.
2. Begemann, S., van den Bled, G., and Tenner, A., 1997, Daylight, artificial light and people in an office environment : overview of visual and biological responses, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 20, pp. 231-239.
3. Houser, K., Tiller, D., Bernecker, C., and Mistrick, R., 2002, The subjective responses to linear fluorescent direct/indirect lighting system, *Lighting Research and Technology*, Vol. 34, pp. 243-264.
4. Kim, S. and Kim, J., 2007, Influence of light fluctuation on occupant visual perception, *Building and Environment*, Vol. 42, pp. 2888-2899.
5. Konica Minolta, 2008, Illuminance and Luminous meter operation manual.
6. Rea, M., 2002, IESNA Handbook 9th editions, The Illuminating Engineering Society of North America, USA.