韓國産業應用學會論文集, 제15권, 제3호, 87-94, 2012.08
J. Korean Society of Industrial Application, Vol.15, No.3, 87-94, Aug, 2012

실내공간의 복합 환경 조건이 인체의 생리 및 심리반응에 미치는 영향
The Combined Environmental Factors on the Human Physiological and Psychological Responses in Indoor Space

윤인[1]
In, Yoon[1]

<Abstract>

Kruithof demonstrated the preferred combination of illuminance levels and color temperatures. However, as Benett pointed out, difference of themal variables in such preference may be expected. The purpose of this study is to clarify the combined effects of lighting conditions(illuminance, color temperature), operative temperature on the human physiological and psychological responses. In order to observe operative temperature change in preference of color temperatures for three illumination levels, three subjects were exposed to two different conditions of color temperatures of 2,850K, 4,200K and 6,850K combined with operative temperatures(OT)of 25~31℃ at 100~1000lx. Thermal sensation vote and comfortable sensation vote, brightness perception vote were reported in each experiment conditions. The following results were obtained : 1) When illuminace level was at 100lx in operative temperatures of OT20℃, 25℃, 30℃, Color temperature affect not themal sensation but Warm-cool sensation. 2) Operative temperatures affect not brightness perception vote but visual comfort sensation vote, satisfactive sensation vote, warm-cool sensation vote and themal sensation vote.

Keywords : Color temperature, Illuminance,Operativetemperature, Skin temperature Thermal sensation, Comfortable sensation, Brightness perception

1. 서 론

실내공간의 쾌적성을 추구하는 문제에 있어서 다양한 물리적 환경을 복합적으로 고려하여 인간에게 바람직한 공간을 제공하는 것은 매우 복잡하면서도 궁극적으로는 해결해야 할 문제이다.

빛환경과 온열환경의 복합적 영향을 다룬 기존의 연구들[1),2)]은 색광 또는 색채가 온냉감에 미치는 영향이나 Kruithof의 연구[3)]및 Hue-heat가설[4)]을 입증하기 위한 내용들이 대부분이다.

中野[5)]나 CIE Guide[6)] 등의 실험결과는 Kruithof 의 연구와 같은 결과를 보고하고 있다. Kruithof 쾌적곡선은 광원에 있어서 높은 색온도의 빛은 높은 조도에서, 낮은 색온도의 빛은 낮은 조도에서 쾌적하다고 보고한 것이며, Hue-Heat가설은 인간에게 난색계의 색상은 따뜻하게 느껴지며, 한색계의 색상은 차갑게 느껴진다는 것이다

[1]정회원, 계명문화대학 교수, 工博
E-mail : 5star106@hanmail.net

[1]Professor, Dept. of Architecture, Keimyung College
Ph. D.

그러나, 이러한 실험결과들은 다양한 실험환경에 의한 연구가 아직 충분히 축척되지 않았기 때문이며, 乾[7]이 지적한 바와 같이 각기 다른 기후특성에 따른 피실험자들의 생리, 심리특성을 고려하여 수정, 보완할 필요가 있으며 많은 국내의 피실험자를 대상으로 한 생리.심리데이터는 매우 부족한 실정이다.

또한, 현재 많은 관심을 받고 있는 LED램프에 대한 연구[8]는 심리적, 에너지 절약차원에서는 많이 이루어지고 있으나, 생리 및 복합적 차원에서의 연구는 아직 미비한 실정이다.

Table 2. Measurement items and equipment

건•습구 온도	Assmann통풍건습계, 0.3mm T형 열전대(바닥위 70cm)
기류속도	열식 풍속계 (바닥 위 70cm)
표면온도	0.3mm T형 열전대(바닥 위 70cm)
수평면조도	실리콘 포토셀 디지털 조도계 (바닥 위 85cm)
피부온	0.2mm T형 열전대(Hardy-DuBois 12점 측정)
구강온	0.2mm T형 열전대
심리반응	직선평정척도(온냉감, 쾌적감)

본 연구는 빛환경뿐 아니라 열환경을 포함한 실내환경전체에 대한 심리평가의 중요성을 인식하고, 작용온도의 변화에 따른 색온도, 조도레벨의 조합이 심리반응에 미치는 영향을 고찰한다. 이를 통하여 Kruithof 및 hue-heat가설에 대한 다양한 접근 및 타당성 검토가 가능하며, 복잡한 실내공간의 복합환경에 대한 생리, 심리 데이터를 많은 환경조건을 통하여 구축함으로서 보다 인간의 체험환경에 근접한 기초적 자료를 제공할 것이다.

2. 실험계획

2.1 실험실 개요

실험은 Y대학 환경실험실내에서 이루어졌다. 실험실의 개요는 Fig.1과 같다. 앵글로 만든 실험부스는 2,300×2,300×2,100㎜ 크기로 제작되었으며, 2실을 만들어 각각 실험실, 前室로 사용하였다. 기온과 각 구성면과의 온도차가 크게 나지 않게 하기 위하여 회색(N5.0)커튼으로 주위를 마감하였다. 온.습도는 실험실, 전실 모두 패키지형 에어컨으로 제어하였다. 조도레벨은 형광램프의 경우, 램프의 갯수와 조광기를 설치하여 제어하였다. 백열전구의 경우는 조도레벨은 60W 백열램프 12등을 전압 조정기를 사용하여 제어하였다. LED램프의 조도레벨은 램프의 개수를 조정하여 제어하였다.

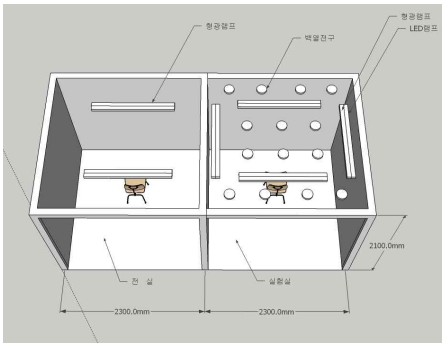


Fig. 1. Outline of the experiment.

Table 1. The experimental conditions

F : 형광램프(6500 K) I : 백열램프(2850K) L : LED램프(6850K)			
조 도			
작용온도	100lx	500lx	1000lx
25℃	25 D	25 N	25 B
28℃	28 D	28 N	28 B
31℃	31 D	31 N	31 B

Table 2. Measurement items and equipment

건•습구 온도	Assmann통풍건습계, 0.3mm T형 열전대(바닥위 70cm)
기류속도	열식 풍속계 (바닥 위 70cm)
표면온도	0.3mm T형 열전대(바닥 위 70cm)
수평면조도	실리콘 포토셀 디지털 조도계 (바닥 위 85cm)
피부온	0.2mm T형 열전대(Hardy-DuBois 12점 측정)
구강온	0.2mm T형 열전대
심리반응	직선평정척도(온냉감, 쾌적감)

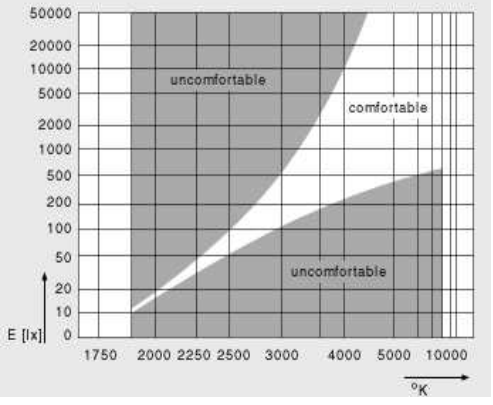


Fig. 2. Kruithof comfort curve.

2.2 실험조건

실험조건은 Table 1과 같다. 실험실의 작용온도는 실험조건에 따라 20, 25, 30℃로 설정하였다. 실험실에 있어서 작용온도의 평균과 표준편차는 세 조건으로 각각 20.5℃(±0.7℃), 25.1℃(±0.5℃), 30.4℃(±0.6℃)였다. 실험실의 상대습도 및 기류속도의 평균과 표준편차는 각각 55.5%(±7.5%), 0.15㎧(±0.05㎧)였다.

광원은 색온도가 각기 다른 LED램프(색온도 6,850K), 백색 형광램프(색온도 4,200K) 그리고 백열램프(색온도 2,850K)를 사용하였다. 조도레벨은 Fig.2의 Kruithof 쾌적곡선에서 나타난 바와 같이 색온도 26,850K, 4,200K 그리고 6,850K에서 쾌적하거나 불쾌하게 느끼는 조도 및 그 접경범위에 있는 조도인 100, 500, 1,000 lx를 설정하였다.

전실의 환경조건은 작용온도25℃, 조도500 lx로 하였으며, 광원, 상대습도, 기류속도는 실험실과 동일조건으로 하였다.

2.3. 측정항목 및 방법

측정항목은 Table 2와 같다. 건.습구온도는 아스만 통풍건습계와 0.3㎜φT형 열전대를 사용하여 30초 간격으로 측정하였다. 기류속도는 열선풍속계를 사용하여 1분 간격으로 측정하였다. 각 벽체의 표면온도는 0.3㎜φT형 열전대를 사용하여 30초 간격으로 측정하였다. 평균복사온도는 堀越[1]의 직방체 인체모델을 이용하여 각 형태계수를 산출하여 산정하였다. 조도는 디지털 조도계를 사용하였으며, 조건조도는 책상면 중심의 수평면 조도값으로 하였으며, 오차범위는 5% 이내가 되도록 하였으며, 책상면의 균제도는 0.6 이상으로 하였다.

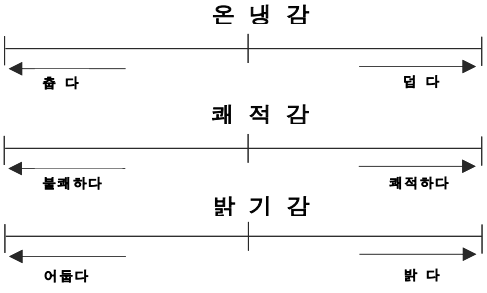


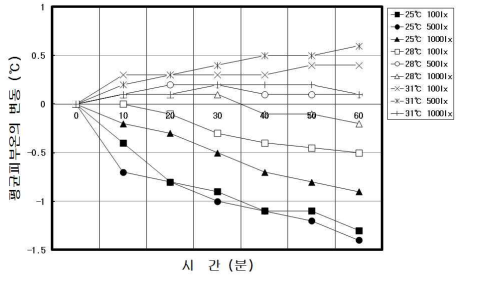
Fig. 3. Psychological liner scales.

평균피부온은 Hardy Dubois[9]의 7점으로 산출하였다. 각 부위 피부 및 혀의 온도는 0.2㎜φT형 열전대를 사용하여 30초 간격으로 측정하였다. 심리반응측정은 Fig.3의 직선평정척도를 이용하였으며, 10분 간격으로 피실험자가 직접 기입하도록 하였다.

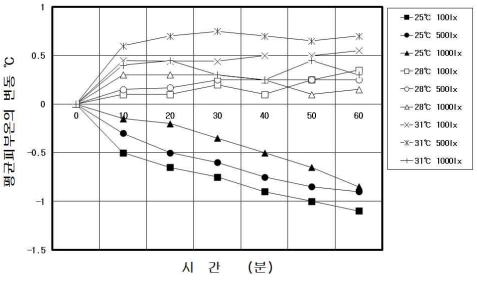
3. 생리반응의 평가

3.1 평균피부온의 시간적 변동

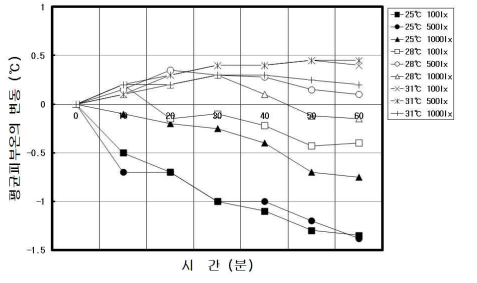
Fig.4에 평균피부온의 시간적 변동을 실험실 입실시를 기준으로 한 온도차로서 나타내었다. 작용온도 25℃에서는 모든 조명조건에서 평균피부온도가 낮아지는 경향을 보였다.



(a) Fluorescent lamps



(b) Incandescent lamps



(c) LED lamps

Fig. 4. Time change of mean skin temperature. (Examples of subjects M)

작용온도 28℃ 조건에 있어서는 형광램프 100, 1,000lx 그리고 LED의 모든 조도조건에서 평균피부온은 다소 낮아지는 경향을 보였으며, 그 외의 조도조건에서는 비교적 안정된 경향을 보였다. 작용온도 31℃의 조건에서는 모든 조명조건에서 평균피부온이 높아지다가 실험 개시 10분을 지나면서 어느 정도 일정한 피부온도를 유지하는 경향을 보였다.

3.2 작용온도와 평균피부온의 관계

Fig.5에 피실험자 8명의 평균값을 이용하여 작용온도와 평균피부온의 관계를 나타내었다. 작용온도가 높을수록 평균피부온은 높은 상관관계를 보였으며, 유의차도 인정되었다.($r=0.88$, $p<0.01$)

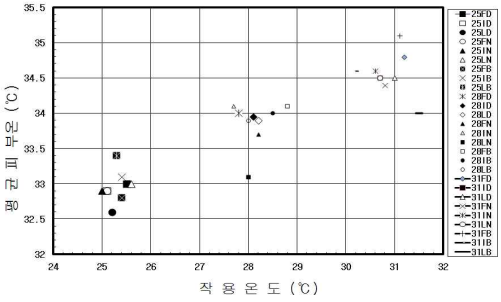


Fig. 5. The relationship between OT and Mean skin temperature.

3.3 조도레벨과 평균피부온와의 관계

Fig.5에 나타난 바와 같이 25℃의 조건에서는 각 광원 모두 500lx, 1,000lx조건에 비해 100lx조건의 평균피부온은 0.4~0.6℃정도 낮았다. 28℃조건에서는 형광램프의 경우, 500, 1000lx조건에 비하여 100lx조건의 평균피부온은 0.5℃정도 높았으나, 백열램프의 경우에는 모든 조도레벨에서 비슷한 값을 보였다. 31℃ 조건에 있어서는 각 광원 모두 평균피부온 34.5℃ 부근의 비슷한 값을 보였다.

조도레벨간의 분산분석을 행한 결과, 모든 조도조건 사이에서 평균피부온에 대한 有意差는 인정되지 않았다. 조도레벨의 변화에 의한 인체생리반응 중 평균 심박수에 대한 조도레벨의 영향은 .杉本[9]에 의해 확인되었지만, 평균피부온에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 판단된다.

3.4 색온도와 평균피부온와의 관계

Fig. 5에 나타난 바와 같이 25℃조건에서는 각 조도레벨에서 형광램프(4.200K)에 비해 백열전구(2,850K)의 평균피부온이 높은 경향을 나타내었다. 28℃조건의 500lx, 1000lx조건에서는 형광램프가 백열전구에 비해 평균피부온이 0.3℃정도의 조금 높은 경향을 보였으며, 100lx조건에는 형광램프에 비해 백열램프의 경우가 0.5℃정도 낮은 경향을 나타내었다.

31℃의 경우에는 모든 조건에서 평균피부온은 거의 비슷한 경향을 나타냈다.

각 광원 사이에서 분산분석을 행한 결과, 모든 광원간의 평균피부온의 유의차는 인정되지 않았다. 이상의 결과에서 보면, 인체생리반응으로서의 평균피부온은 작용온도의 영향은 받지만, 조도레벨, 색온도의 차이에 의한 영향은 거의 나타나지 않았다.

4. 심리반응의 평가

직선평정척도법에 의한 평정은 전체 길이를 임의척도 100으로 하여 좌단을 0, 중간을 50, 우단을 100으로 수치환산하여 처리하였으며, 이하 이 수치를 직선척도값으로 이용하였다.

4.1 조도레벨.색온도와 온냉감과의 관계

Fig.6은 작용온도 25℃ 조건에 있어서 시간경과에 따른 조도레벨과 색온도의 변화가 온냉감에 미치는 영향을 피실험자 7명의 평균값으로 나타낸 것이다.

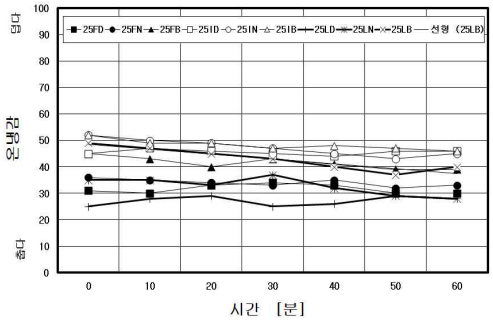


Fig. 6. Time change of thermal sensation. (OT of 25℃)

조도레벨의 조건에 있어서 낮은 단계의 조도레벨와 중간단계의 조도레벨에서는 LED램프가 상대적으로 다른 램프에 비교해서 춥다라는 경향을 나타내고 있으나, 높은 조도레벨에서는 램프의 종류에 의한 차이는 나타나지 않았다.

형광램프의 경우 온냉감은 조도조건이 높을수록 "덥다 " 방향으로의 반응하고 있으나, 유의차는 인정되지 않았다. 그러나, 온냉감이 조도레벨의 영향을 전혀 받지 않는다고는 생각하기 어려우며 앞으로 연구 검토할 여지는 있다고 할 수 있다. 백열램프의 경우에는 조도레벨의 변화에 따른 온냉감 반응의 차이는 나타나지 않았다. LED램프의 경우에는 조도레벨에 따라서 상대적 차이를 보였으며, 낮은 조도레벨에서 다소 춥다라는 반응이 나타내었다. 100lx의 조도레벨에서는 실험개시후 20분경과까지는 색온도에 따른 온냉감의 차이에 유의차가 인정되었다. 500lx의 조도레벨에서는 실험개시 직후부터20분까지는 색온도에 따른 온냉감의 차이에 유의차가 인정되었으며, 1000lx의 조도레벨에서는 실험중반부터 종료때까지 색온도에 따른 온냉감의 차이에 유의차가 인정되지 않았다.

Fig.7은 작용온도 28℃조건에 있어서 시간경과에 따른 조도레벨과 색온도의 변화가 온냉감에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 모든 조도레벨에서 색온도 차이에 의한 온냉감의 변화는 크게 나타나지 않았다. 형광램프의 경우 100lx의 조도레벨에서는 실험개시후, 온냉감은 열적중립보다 약간 "춥다" 라는 반응을 보였다.

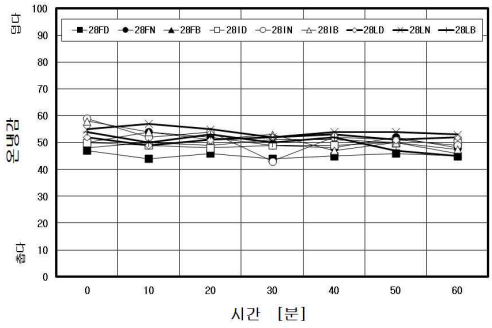


Fig. 7. Time change of thermal sensation (OT of 28℃)

500lx 및 1000lx의 조도레벨에서는 조도조건에 의한 有意差는 인정되지 않았다. 백열전구의 경우, 500lx, 1000lx 조건은 실험개시후 온냉감은 "춥다" 방향으로 이동하고, 실험개시 10분 경과후부터는 열적중립상태를 유지하였다. 색온도별로 비교하면 실험개시 10분 경과때까지는 형광램프에 비해 백열전구의 온냉감은 각 조도조건 모두 대개 "덥다" 방향으로의 반응이 나타났으나, 그 이후부터는 각 광원 모두 열적 중립상태의 반응이 나타났다.

작용온도 31℃조건의 경우에는 온냉감에 조도레벨 및 색온도에 의한 유의차는 나타나지 않았다. 이상의 결과를 토대로 조도조건 및 광원의 색온도의 차이가 온냉감에 미치는 복합적 영향을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 기존연구[1)]에서와 같이 25℃, 28℃의 조건 및 색온도가 낮은 환경에서 조도레벨이 온냉감에 미치는 영향은 인체가 주위온도에 순응된 정상상태에서는 나타나지 않았지만, 실험개시시의 과도기적 상태에는 조도레벨에 따른 유의차가 인정되었다. 이것은 작용온도가 열적 중립온도 이하를 유지할 경우, 색온도가 변화하는 과도기적 상태에 있어서 피실험자는 백열전구의 낮은 색온도를 심리적으로 복사열원으로서 받아들여, 조도레벨이 높을수록 광원의 방사온도가 높다고 지각하고, 그 결과 조도레벨이 높을수록 보다 덥게 느껴졌다고 판단할 수 있다.

둘째, 색온도가 온냉감에 미치는 영향은 작용온도 25℃, 28℃에서 그 유의차가 인정되었다. LED램프나 형광램프에 비해 백열램프를 상대적으로 덥다라고 느낀것은 광색의 차이를 피실험자가 인식한 것으로 판단된다. 이것은 광원의 광색을 실험부스에 반사된 일종의 표면색이라 보았을 때 hue-heat가설과 같은 결과라고 생각되어진다.

4.2 조도레벨.색온도와 쾌적감과의 관계

Fig.8은 작용온도25℃조건에 있어서 시간경과에 따른 조도레벨과 색온도의 변화가 쾌적감에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 낮은 조도레벨에서는 색온도 차이에 의한 쾌적감의 변

화는 나타나지 않았으나, 높은 레벨의 조도에서는 형광램프가 다른 램프에 상대적으로 쾌적감을 주는 것으로 나타났다. 높은 조도레벨의 모든 램프에서 시간이 경과함에 따라서 쾌적함이 감소되는 경향을 나타내었다.

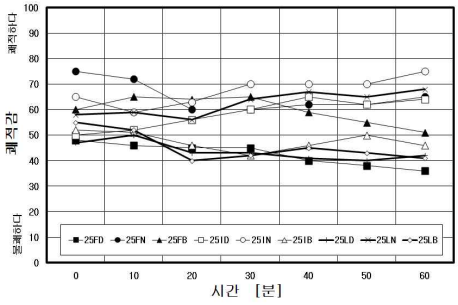


Fig. 8. Time change of thermal Comfort sensation. (OT of 25℃)

형광램프의 경우, 낮은 단계의 조도조건에서 피실험자들의 쾌적감은 “불쾌하다” 방향으로 반응하였으며 실험 후 40분경과 후와 실험완료시의 쾌적감에 조도레벨에 의한 유의차가 인정되었다. 백열램프의 경우, 각 조도조건 모두 쾌적감은 “쾌적하다”방향으로 이동하였으나, 높은 조도에서는 다소 불쾌하다의 경향을 나타내었다. 쾌적감에 조도조건에 의한 有意差는 인정되지 않았다.

1000lx 조도레벨의 경우, 실험 중반까지는 백열전구에 비해, 형광램프의 쾌적감은 쾌적하다는 반응이었으나, 그 이후에는 비슷한 반응을 나타내었으나, LED램프의 경우에는 시간이 경과함에 따라 쾌적감이 낮아지는 경향을 나타내었다. 이런 결과는 6,000K이상의 색온도를 가진 램프는 높은 조도에서는 쾌적하게 느껴진다는 Kruithof의 쾌적곡선의 결과와 다르게 나타난 것으로 LED램프가 상대적으로 불쾌글래어 발생에 취약하기 때문이라 판단된다.

Fig.9는 작용온도 28℃조건에 있어서 시간경과에 따른 조도레벨과 색온도의 변화가 쾌적감에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 낮은 조도레벨에서는 백열램프가 다른 램프에 비교해서 쾌적감이 높았으며, 중간 조도레벨에서는 비슷한 쾌적감을 나타내었다. 높은 조도레벨에서는 형광램프에 대한 쾌적감이 높았으며 백열램프와 LED램프는 상대적으로 낮은 쾌적감을 나타내고 있었다.

100lx 조도레벨의 경우, 형광램프에 비해 백열램프의 쾌적감은 전반적으로 쾌적하다는 반응이었다. 1000lx 조도레벨의 실험개시 20분, 50분 경과 후 및 실험완료 시의 쾌적감에 색온도의 종류에 의한 유의차가 인정되었다. 작용온도 31℃조건의 경우에는 온열감과 마찬가지로 쾌적감에도 조도레벨 및 색온도에 의한 유의차는 나타나지 않았다.

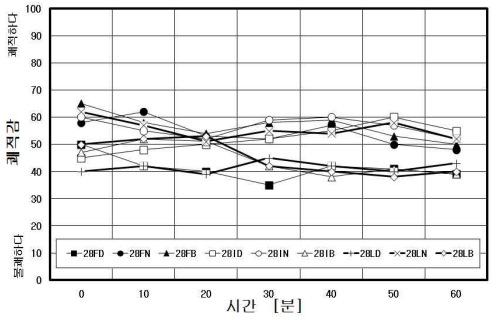


Fig. 9. Time change of thermal comfort sensation. (OT of 28℃)

이상의 결과를 토대로 조도조건 및 광원의 종류가 쾌적감에 미치는 영향을 정리해 보면 다음과 같다.

첫째, 조도레벨의 변화가 쾌적감에 미치는 영향은 형광램프의 경우, 작용온도25℃, 28℃의 실험개시부터 모든 시간대에서 나타났으나, 백열램프는 거의 나타나지 않았다.

둘째, 형광램프 28℃의 경우에는 조도레벨이 높을수록 쾌적하다는 반응이었으며, 형광램프 25℃의 경우에는 500lx, 1,000lx에서 쾌적하다는 반응을 보였다.

또한, LED램프의 경우에는 실내온도에 관계없이 높은 조도레벨이 될수록 쾌적감이 저하되는 경향을 나타냈다. 형광램프의 경우는 Kruithof의 쾌적곡선에 나타나는 형광램프(4,200K)의 조도레벨이 낮은 100 lx 에서는 불쾌감을, 500~1000 lx 에서는 쾌적함을 느낀다

는 보고와 일치하고 있다. 그러나, LED램프의 경우는 Kruithof 쾌적곡선의 결과와 다르게 나타나고 있다.

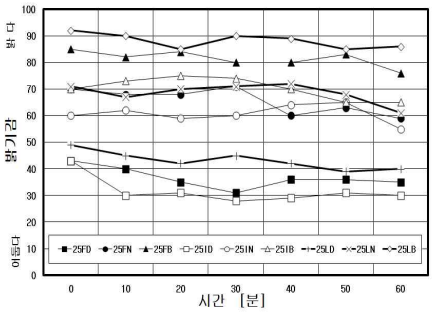


Fig. 10. Time change of Brightness sensation.
(OT of 25℃)

이를 정해해 보면, 본 실험 결과와 CIE가이드에 의한 광원별 적정레벨값(형광램프 1,000~2,000lx, 백열램프 500 lx 이하)는 어느 정도 일치한다고 판단된다.

4.3 조도레벨.색온도와 밝기감과의 관계

Fig.10은 작용온도 25℃조건에 있어서 시간경과에 따른 조도레벨과 색온도의 변화가 밝기감에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 100lx, 500lx 조도레벨에서는 색온도 차이에 의한 밝기감의 차이는 미미하였다. 1,000lx의 조도레벨에서는 LED램프, 형광램프, 백열램프의 순으로 밝게 느낀다고 나타났다. 이것은 색온도가 높은 광원이 낮은 광원보다 밝기감에서 유리하다는 보고[10]와 유사한 결과라고 생각할 수 있다.

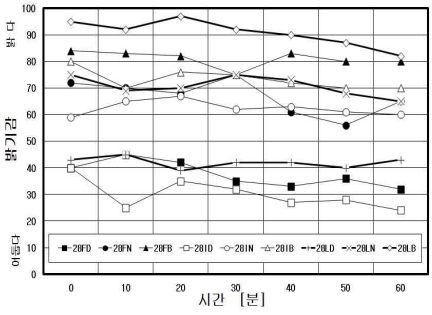


Fig. 11 Time change of Brightness sensation
(OT of 28℃)

Fig. 11은 작용온도 28℃조건에 있어서 시간경과에 따른 조도레벨과 색온도의 변화가 밝기감에 미치는 영향을 나타낸 것이다.
25℃조건일 때와 유사한 결과가 나타났으며, 작용온도차에 의한 밝기감의 변화는 나타나지 않았다.

5. 결 론

본 연구는 색온도 2조건(2,850K, 4,200K, 6,850K), 작용온도 3조건(25℃, 28℃, 31℃), 조도레벨 3조건(100 lx, 500lx, 1000 lx)을 실험조건으로 하여 각기 다른 조건의 복합환경이 인체의 생리(평균피부온).심리반응(온냉감, 쾌적감, 밝기감에 미치는 영향을 피실험자 7명을 대상으로 검토하였다. 그 결과는 다음과 같다.

(1) 인체생리반응으로서의 평균피부온은 작용온도의 영향은 받지만, 조도레벨, 색온도의 차이에 의한 영향은 거의 나타나지 않는다고 할 수 있다.

(2) 작용온도 25℃, 28℃의 조건 및 색온도가 낮은 환경에서 조도레벨이 온냉감에 미치는 영향은 인체가 주위온도에 순응된 정상상태에서는 나타나지 않았지만, 실험개시시의 과도기적 상태에는 조도레벨에 따른 유의차가 인정되었는데, 조도레벨이 높을수록 보다 덥게 느껴지는 경향을 나타냈다.

(3) 색온도가 온냉감에 미치는 영향은 작용온도 25℃, 28℃에서 그 유의차가 인정되어 형광램프(4.200K), LED램프(6,850K)에 비해 백열전구(2,850K)가 보다 덥게 느껴지는 경향을 나타내었다. 이것은 광원의 광색을 색상이라 가정하면 hue-heat가설과 거의 일치하는 결과라 할 수 있다.

(4) 조도레벨의 변화가 쾌적감에 미치는 영향은 형광램프의 경우는 어느 정도 일치하는 결과가 도출되었으나, 백열전구와 LED램프의 높은 조도레벨에서는 Kruithof 및 CIE가이드의 결과와 다른 경향을 나타내었다.

(5) 낮은 조도레벨에서는 백열램프가 다른 램프에 비교해서 쾌적감이 높았으며, 중간 조도레벨에서는 비슷한 쾌적감을 나타내었다. 높은

조도레벨에서는 형광램프에 대한 쾌적감이 높았으며 백열램프와 LED램프는 상대적으로 낮은 쾌적감을 나타내고 있었다.

(6) 광원의 색온도 및 조도레벨차이가 밝기감에 미치는 영향은 100lx, 500lx 조도레벨에서는 색온도 차이에 의한 밝기감의 차이는 미미하게 나타났으며, 1,000lx의 조도레벨에서는 LED램프, 형광램프, 백열램프의 순으로 밝게 느낀다고 나타나서 색온도가 높은 광원이 낮은 광원보다 밝기감에서 유리하다는 기존 보고와 일치하는 결과가 나왔다.

참 고 문 헌

1) Fanger, P.O., Breum, N.O. and Jerking, E. *Ergonomics,* 20, 1, 11, (1977)
2) 石井仁, 堀越哲美, 尹仁 : 光.熱環境要因が人體生理心理反應に及ぼす複合影響その2, 日本建築學會大會學術講演概要集, pp.763-764, (1997)
3) A.A. Kruithof, *Philips Techinical Review* 6, 65, (1941)
4) 大山 正 : 色彩學 入門, 中公新書, (1994)
5) 中野美香, 堀越哲美 : 色溫度と室溫の複合條件評價に關する實驗的 研究 `日本建築學會大會學術講演梗概集, pp.765-766, (1997)
6) CIE Publication No.29, Guide on Interior Lighting, (1975)
7) 乾正雄 : 건축설계강좌 조명과 시환경, 이공도서, 1978
8) 이진숙 외, *대한건축학회,* 263, (2009)
9) Hardy, J.D. and DuBois, E.F. *Journal of Nutrition,* 15, 5, 461, (1938)
10) 尹 仁 外 : 光源ランプの異なる色温度が明るさ知覚に及ぼす影響 ` 日本建築学会計画系論文集, No.489, (1996)

(접수:2012.06.20, 수정:2012.07.18, 게재확정:2012.08.24)