121. 光源の異なる分光特性が明るさ知覚に及ぼす影響

尹 仁 堀越哲美
(名古屋工業大学)

【はじめに】 光源の種類が違いによって実際感じられる明るさ知覚が異なることは多数研究され、その原因として光源の色温度、演色性などの分光特性の影響^{1) 2) 3) 4)} や明所視における桿状体の影響^{5) 6)} などが報告されている。しかし、それらと明るさ知覚の関係を統一的に検討した研究はまだ十分ではないと考えられる。本研究は、光の分光分布が異なる4種の蛍光灯を用い、開口色見え方による明るさ知覚の評価を行い、色温度と演色性などの光の分光特性だけではなく、暗所視輝度^{注)}の影響を考慮し、それらが輝度レベルの変化によって明るさ知覚にどのように影響するかを考察することを目的とする。

【実験計画】 図1に示すように、大きさの等しいA室とB室の2つの実験ブースに覗き窓を設け、室内を波長420～780nmのはほぼフラットな反射特性を持つ、つや消し白色ペイントで仕上げた。照明器具は被験者の観察面となる2つの実験ブースの覗き窓に対向する壁面を照らすように設置し、観察面での反射光を覗き窓を介して被験者に提示した。実験の光源を表1に示す。ここで、S/P比は観察面の輝度に対する暗所視輝度の比を表す。調整器により、実験ブースA室とB室の観察面の輝度レベルを被験者が調整できるようにしている。実験の条件を表2に示す。光源条件1から光源条件14と輝度条件100cd/m²、200cd/m²、300cd/m²の3段階のレベルとの組み合わせで行った。表2中の*印は基準とする側の光源（これを基準側と呼ぶ）を示し、無印は調整する側の光源（これを調整側と呼ぶ）を示している。観察面を見る視角は30°以上の広い視野になるようにした。被験者は色覚異常のない学生・大学教員で20から39歳までの男女計22名とした。実験の手順として、まず、被験者を椅子に座らせ、前面にカーテンをひき、

Fig 1. Plan of experimental room

Table 1. Characteristics of fluorescent lamps

Lamp type	Colour Temperature (K)	Colour Rendering (Ra)	Chromaticity x	Chromaticity y	S/P ratio
Daylight (DL)	6500	74	0.308	0.326	2.00
Warm White (WW)	3500	60	0.406	0.383	1.13
3band type (Pa)	5000	88	0.334	0.342	1.81
3band type daylight (Pd)	6700	88	0.302	0.315	2.14

Table 2. Experimental conditions

Exp. No.	Lighting source in chamber A	Lighting source in chamber B
1	Daylight	* Warm White
2	Daylight	Warm White *
3	Warm White	* Daylight
4	Warm White	Daylight *
5	Daylight	* 3band type
6	Daylight	3band type *
7	3band type	* Daylight
8	3band type	Daylight *
9	Daylight	* 3band type daylight
10	Daylight	3band type daylight *
11	3band type daylight	* Daylight
12	3band type daylight	Daylight *
Luminance level		100cd/m ² 200cd/m ² 300cd/m ²

*は参照側を示す

Fig 2. Ratio of luminances of the compared lamp to the daylight lamp for the equal brightness perception
Effect of different spectral characteristics of fluorescent lamps on brightness perception YOON In, Tetsumi HORIKOSHI

Fig. 3. Relationship between colour temperature and ratio of luminance for the equal brightness perception

Fig. 4. Relationship between colour rendering and ratio of luminance for equal brightness perception

Fig. 5. Relationship between S/P ratio and ratio of luminance for the equal brightness perception

0.03cd/m²以下の輝度レベルで実験前あるいは前条件の残像をなくすために2分間の暗順応をさせる。その後、カーテンを開けて実験条件の環境を提示する。1分30秒の間、被験者は与えられた条件のA室とB室の明るさを比較する。その時、どちらが明るく感じるかを質問する。明るさに差があると感じれば、調光器で基準側と等しい明るさになるように調整側の輝度を調整する。

【結果・考察】 実際に明るさが等しく感じるように調整した後の昼光色蛍光ランプ側の観察面の輝度に対する比較蛍光ランプ側の観察面の輝度の比 R （以後等価的輝度比と呼ぶ）を算出し、以後の考察に用いる。各実験条件における等価的輝度比の平均値を条件毎に図2に示す。輝度レベルの間で等価的輝度比に差が見られ、各光源毎の明るさ知覚の違いは、輝度レベルが低くなると大きくなり、輝度レベルが高くなると小さくなる傾向がある。さらに高い輝度レベルになると、明るさ知覚の差は無くなると推察される。3波長域昼光色蛍光ランプの場合は各輝度レベルで、等価的輝度比にはほとんど差が見られなかった。図3に色温度と等価的輝度比との関係を示す。色温度の上昇によって等価的な輝度比が減少している。Berman⁷⁾は色温度が高い光源がS/P比も高くなることを指摘し、色温度が高い光源が低い光源より明るく感じられると述べた。本実験でも、色温度の高い光源を被験者は明るく感じている傾向が見られたと考えられる。図4に光源の平均演色性評価数と等価的輝度比との関係を示す。昼光色蛍光ランプと温白色蛍光ランプの普通形蛍光ランプの間では演色評価数の増加によって明るさ知覚の増加の関係が見られたが、3波長域昼白色蛍光ランプ、3波長域昼光色蛍光ランプとの関係を見ると、光源の演色評価数の増加によって明るく知覚されるとは言えないと考えられる。視対象物の表面色や形状などによる影響を無くした、開口色見え方による明るさ知覚の評価では、光源の演色評価数の増加による明るさ知覚の増加は期待できない

と考えられる。光源のS/P比と等価的輝度比との関係を図5に示す。蛍光ランプのS/P比の増加によって等価的輝度比は小さくなっている傾向が見られた。昼光色蛍光ランプと比較蛍光ランプとの明るさ知覚の差は各光源のS/P比の差が大きいほどはっきり現れたと考えられる。従って、広視野で、ある輝度レベル以下であると、錐状体だけではなく、桿状体の働きも考慮する必要があると推察される。

【まとめ】 以上をまとめると次のようである。

- ① 等しい測光量下でも、被験者が感じる明るさ知覚は光源の違いによって異なった。輝度レベルが低いとその等価的輝度比は大きく、輝度レベルが高くなるにつれ、2つの比較した光源間の差は小さくなった。
- ② 開口色見え方による明るさ知覚の評価においては、色温度が高くなるにつれ、等価的輝度比が減少している傾向が見られたが、光源の演色評価数と明るさの知覚の関係では、明るさ知覚に及ぼす光源の演色性の効果は予測できないものと考えられる。
- ③ S/P比が高い蛍光ランプを明るく感じる傾向が見られた。室内空間での明るさ知覚は、広視野で行われているので、錐状体の働きに対応する通常の輝度だけではなく、桿状体の働きに対応する暗所視輝度の影響も考慮する必要があると考えられる。

注) 暗所視輝度⁵⁾ (scotopic luminance) は、暗所視光束すなわち、光の分光放射光束に、暗所視における視感度関数の重みをつけて波長で積分したものから求めた輝度である。

【引用文献】

- 1) Aston, S.M., Bellchambers, H.E.: Illumination, colour rendering and visual clarity, Lighting Res. Technol. Vol.1 No.4 pp. 259-261, 1969
- 2) 中村洋, 比嘉後太郎, 沖允人, 稲垣卓造: 蛍光灯の光の色と明るさ感に関する研究, 日本色彩学会誌 Vol.4 No.3 pp. 30-31, 1980
- 3) 納谷嘉信, 橋本健次郎: 高演色性蛍光灯ランプの照明下での明るさ感, 日本照明学会誌 Vol.67 No.6 pp. 260-265, 1983
- 4) 湯尻照: 照度, 色温度, 演色評価数が視環境評価に及ぼす影響, 日本照明学会誌 Vol.70 No.2 pp.80-83, 1986
- 5) Berman, S.M., Jewett, D.L., Feint, G., Saika, G.: Photopic luminances does not always predict perceived brightness, Lighting Res. Technol. Vol. 22 No.1 pp.37-41, 1990
- 6) 堀越哲美, Tiller, D.K.: 明るさ知覚に及ぼす光源の波長分布と暗順応輝度の影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1163-1164, 1993
- 7) Berman, S.M.: Energy efficiency consequences of scotopic sensitivity, J.Illum.Engng.Soc. Vol.21 No.1 pp.3-14, 1992