



## 暗所視環境下における交通信号灯の色相

中嶋 芳雄

聖マリアンナ医科大学物理学教室 〒213 川崎市宮前区菅生 2-16-1

(1986年11月14日受理)

### Apparent Hue of the Traffic Light Signals in the Scotopic Visual Environment

Yoshio NAKASHIMA

Department of Physics, School of Medicine, ST. Marianna University,  
2-16-1, Sugao, Miyamae-ku, Kawasaki 213

Apparent hue of the traffic light signals in the photopic and scotopic visual environments, and its hue shift in the scotopic were investigated employing the color-naming method. Five observers with normal color vision and visual acuity participated in the experiment. The results showed that blue and white components of the blue light signals increased by about 50 and 15%, respectively in the scotopic visual environment. Disadvantage for the blue light signals in Japan was pointed out considering the characteristic of our color vision.

#### 1. ま え が き

近年、交通量の増加に伴い、交通信号灯は交通機関を制御する手段の一つとして、その役目も日々重要性を増してきている。ところが、わが国の交通信号灯に関しては最近さまざまな問題が生じている。たとえば街路樹、広告板、建築物などの陰となる信号灯機の取付け位置の問題、朝日、夕日が信号灯に直接反射するために、視認性が大幅に低下するという問題、さらには信号灯の輝度値のバラツキもある<sup>1,2)</sup>。また、色相のバラツキも問題となる。とくに、わが国の青色信号灯は「青」色と称されているにもかかわらず、実際には青緑から黄緑領域にわたって広く分布しており、色相の統一がなされていないのが現状である<sup>3-5)</sup>。

ところが、わが国の青色信号灯が主に分布している青緑から黄緑にかけての領域は、視覚系の波長識別特性からいっても、色相が大きく変化する領域である<sup>6-9)</sup>。したがって、色度図上の勧告領域から少しでも逸脱して分布している信号灯は、その見え方も大きく異なってくることになる。

また、信号灯は昼間と夜間、晴天と雨天、さらに夏季

と降雪時の冬季とではその見え方が大きく異なってくる<sup>2)</sup>。この傾向は、青色信号灯ではとくに顕著に現れる。観測条件の相違による、この信号灯の見え方の違いあるいは色相変化が、交通事故発生にも微妙に関係していることも十分に考えられる。そこで本研究では、カラーネーミング法を用いて<sup>10-15)</sup>、とくに「夜間」における青色信号灯の色の色相変化について注目し、検討を加えた。

#### 2. 実験手法

本実験では、夜間における青色信号灯の見え方をカラーネーミング法を用いて測定したが、この手法についての詳しい説明は他ですで行なっているので<sup>14,15)</sup>、ここでは簡単な説明にとどめておく。

さて、カラーネーミング法ではすべての色を、R (赤)、Y (黄)、G (緑) および B (青) のなかから選択した二色 (または一色) の適当な比率の組合せにより表現する。ここでは 10 段階評価のカラーネーミング法を採用したので、持点 10 を選択した二色 (または一色) に割り振ることになる。さらに、本実験では色相評価の他に、信号灯に含まれている白色成分量についても測定を行なった。評価方法は色相評価の場合と同様に 10 段階

評価であり、純白が10に相当した。観測者はこれらの白色評価を色相評価の後に付加して応答した。したがって、たとえば40%の白色成分を含んでいる黄緑色の信号灯に対しては7G3Y4Wという応答となる。また、50%の白色を含むユニーク緑では10G5Wとなる。

実験に参加した観測者は色覚正常者5名(YN, NN, NA, TM, SN)である。観測者はまず、各自があらかじめ無作為に選択した50基の信号灯に対して番号を付ける。各観測者はこの番号順にしたがい、個々の信号灯の

見え方をカラーネーミング法を用いて測定した。この50基の信号灯の観測を1セッションとし、各観測者は、明所視および暗所視環境下においてそれぞれ3セッションずつの観測を行なった。ただし、前者の観測条件としては、太陽がほぼ中天に止まっている10~14時の時間帯とし、後者の条件としては、20時以降と限定した。観測距離は交差点の車両用停止線位置と信号灯間の平均距離とし、20mに設定した。また、1日の観測量は観測者の疲労等を考慮して1セッションに限定した。

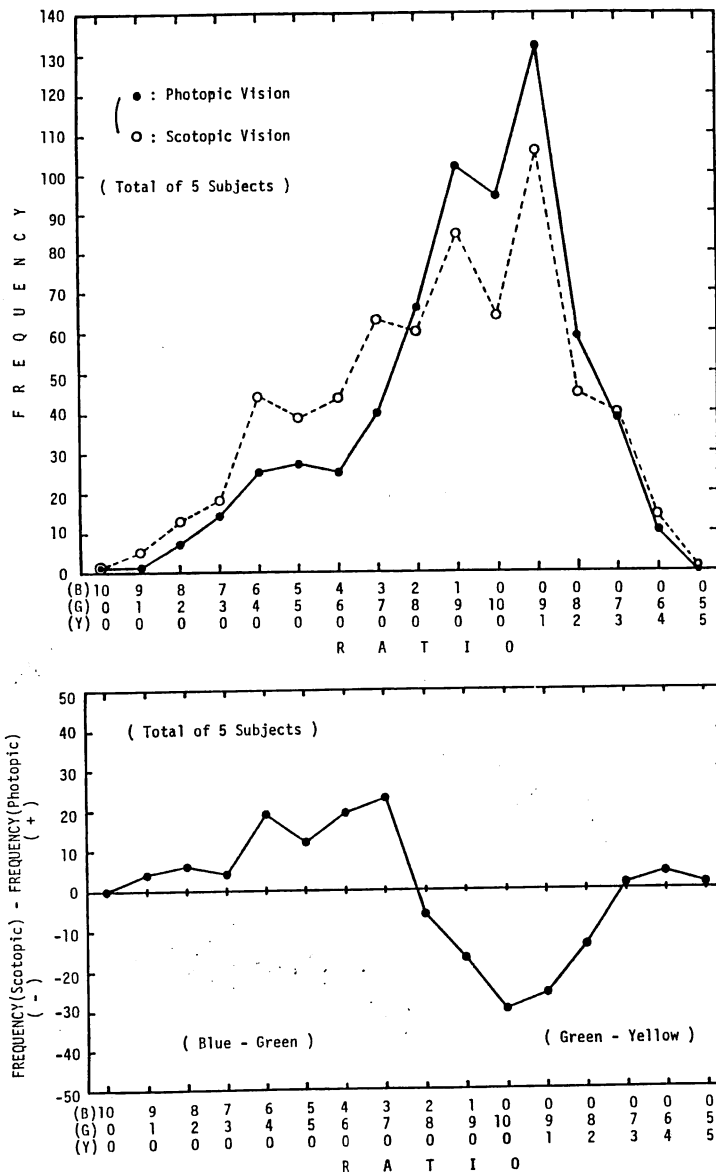


Fig. 1 Relation between hue component ratio and frequency (up), or difference of frequency between scotopic and photopic (down).

### 3. 実験結果

明所視および暗所視環境下においてそれぞれ観測された150個(50基×3セッション)の青色信号灯の観測結果をもとに、両条件下における見え方の推移を検討したものがFig. 1の上図である。横軸に色成分比、縦軸に出現頻度をとっている。黒丸実線が明所視環境下、白丸破線が暗所視環境下の分布を示している。いずれも観測者5名の結果を集計したものである。両分布特性を比較した場合、暗所視環境下では青味の強い信号灯の出現頻度が高く、明暗視環境下では逆に緑味の強い信号灯の出現頻度が高いという特徴を示している。そこで、各条件下における出現頻度の差を各色成分比ごとに図示したものがFig. 1の下図である。30%以上の青色成分を含む青色信号灯は、暗所視環境下においてその出現頻度が高く、80%以上の緑色成分を含む青色信号灯は反対に、明所視環境下においてその出現頻度が高いことが示されている。このことは、青色交通信号灯は暗所視環境下においては、青味が相当量増加して見えるということの意味している。

次に、暗所視環境下における青色成分の増加率を検討するために、横軸に明るさレベル、縦軸に青色成分ポイントの集計を図示したものがFig. 2の左図である。ただし各観測者の特性は、明所視環境下におけるポイント

が100となるように正規化されている。NNを除くすべての観測者で、暗所視環境下における青色成分の増加が見られる。ちなみに、増加率を高い順に列挙すれば、TMが199.2、SNが54.8、NAが12.9、さらにYNが6.0%となっている。一方、NNは9.0%の減少を示している。全体的には、暗所視環境下における青色成分の増加傾向が示されているといえる。同様に、明るさレベルの変化による白色成分の増加率を示したものがFig. 2の右図である。特性は左図と同様に、明所視環境下におけるポイントが100となるように正規化されている。すべての観測者において、暗所視環境下における白色成分の増加が示されており、全体的には青色成分と類似した傾向を示している。増加率はYNが一番高く38.9、次いでTMが12.0、NAは11.8、NNは8.8、さらにSNは2.6%となっている。

次に、明るさレベルの変化による青色と白色成分の増加率を比較するために、5名の観測者の平均値をあわせてプロットしたものがFig. 3である。黒丸実線が青色成分、白丸破線が白色成分の特性を示している。両成分とも、暗所視環境下における増加傾向を示している。青色および白色成分の増加率はそれぞれ52.8%と14.8%であり、標準偏差は76.2%と12.5%である。このことは、青色信号灯は夜間では青味が約5割、白味は約1.5割増加して見えるということの意味しており、暗所

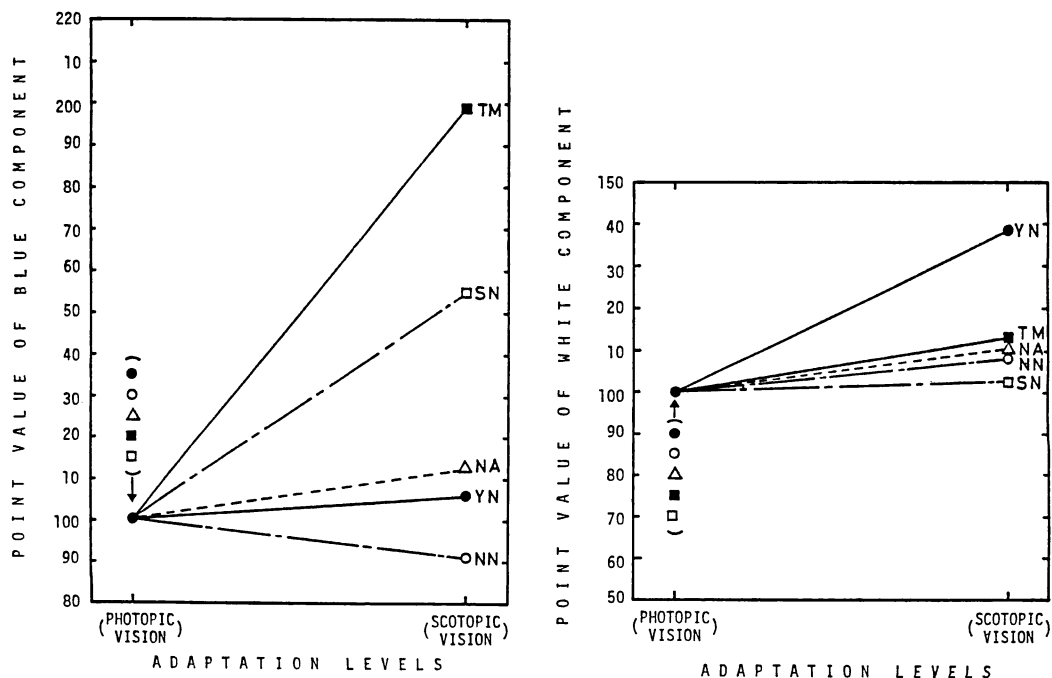


Fig. 2 Relation between adaptation levels and point value of blue (left) or white (right) component.

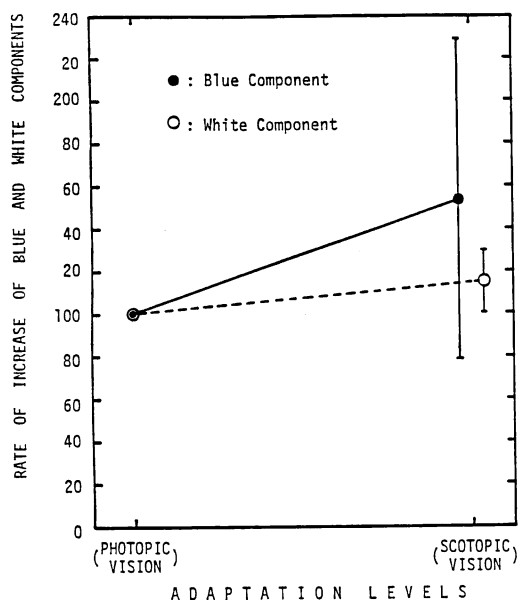


Fig. 3 Relation between adaptation levels and the rate of increase of blue and white components.

視環境下においては相当量の色相変化が生じることを示唆している。

#### 4. 考 察

近年、わが国の交通事故による年間の死亡者数は9,000人を突破しているといわれており、交通事故数の激増は、今日のわが国の緊急問題の一つとなっている。したがって、交通事故防止対策には今後なおいっそうの努力を注ぐ必要がある。ところで、本研究では暗所視環境下における交通信号灯の色相変化現象を指摘したが、この交通信号灯の見え方の変化が交通事故誘発の一因となっていることも十分に考えられる。したがって、交通量の制御という重要な役目をもつ信号灯の識別特性を改善することは、交通事故防止に対しても大いに役立つものと思われる。

そこで最後に、本研究結果を踏まえて、将来の識別特性のよい交通信号灯に関して言及しておく。結論から先に述べるとすれば、青緑から黄緑領域にわたって広く分布しているわが国の「青」色信号灯は、名実ともに「緑」色信号灯に移行させたほうがよいと思われる<sup>14-16)</sup>。なぜならば、緑色では、視環境の明るさあるいは視角の違いにより生じる色相変化を減少させることができ、輝度値も大幅に上昇させることができる。これは省エネルギー

対策とも一致することである。また、色覚異常者にとっては赤色信号灯との識別が改善される。そのうえ、わが国の信号灯が国際規格にも合致したものとなる。さらには、色と名称とが一致する、など数々の長所を挙げることができる。

ところで、本論文では詳細には述べなかったが、わが国の信号灯は色相のみならず輝度値についてもバラツキの問題を含んでいる。輝度値の高低差は大きいものでは40倍近くにも達しており、一見してその輝度値の不足がわかる信号灯も少なくない。今後、信号灯に付随したこれらの諸問題が速やかに改善されるとともに、本研究結果が交通事故防止のための基礎的データのの一つとなることを期待してむすびとする。

#### 文 献

- 1) 中嶋芳雄, 中嶋夏子, 高橋滯子: “青色交通信号灯の見え方とその色度範囲”, 第33回応用物理関係連合講演会予稿集 (1986) p. 68.
- 2) 中嶋芳雄, 望月卓視, 中嶋夏子: “青色交通信号灯のカラーネーミング法による解析—プルキンエ・シフト”, 第2回色彩工学コンファレンス論文集 (1985) pp. 57-60.
- 3) Publication CIE No. 2.2 (TC-1.6), “Colours of light signals” (Bureau Central de la CIE, 1975).
- 4) 正木 光: 色彩科学ハンドブック (東京大学出版会, 東京, 1981) pp. 795-821.
- 5) J. G. Holmes: “Coloured light signals of the 1930s and 1980s,” *Golden Jubilee of Colour in the CIE* (H. Charlesworth & Co., Great Britain, 1981) pp. 79-97.
- 6) R. E. Bedford and G. W. Wyszecki: “Wavelength discrimination for point sources,” *J. Opt. Soc. Am.*, **48** (1958) 129-135.
- 7) W. D. Wright and F. H. G. Pitt: “Hue-discrimination in normal colour-vision,” *Proc. Phys. Soc.*, **46** (1934) 459-473.
- 8) 中嶋芳雄, 池田光男: “色の両眼融合限界”, *光学*, **9** (1980) 12-18.
- 9) K. L. Kelly: “Color designations for lights,” *J. Opt. Soc. Am.*, **33** (1943) 627-632.
- 10) 池田光男: 色彩光学の基礎 (朝倉書店, 東京, 1980) pp. 160-186.
- 11) R. M. Boynton and M. E. Neun: “Hue-wavelength relation measured by colour-naming method for three retinal locations,” *Science*, **146** (1965) 666-668.
- 12) R. M. Boynton and J. Gordon: “Bezold-Brücke hue shift measured by color-naming technique,” *J. Opt. Soc. Am.*, **55** (1965) 78-86.
- 13) R. T. Kintz, J. A. Parker and R. M. Boynton: “Information transmission in spectral color-naming,” *Percept. Psychophys.*, **5** (1969) 241-245.
- 14) 中嶋芳雄, 中嶋夏子: “交通信号灯の見え方と薄明視環境下における色相変化”, *光学*, **15** (1986) 484-488.
- 15) 中嶋芳雄: “薄明視下における交通信号灯の見え方とプルキンエ・シフト”, *交通科学誌*, **16** (1986) 7-14.
- 16) 阿山みよし, 高橋滯子, 片寄隆正, 高須陽介: “交通信号灯の色度範囲の色の見え方”, *照学誌*, **66** (1982) 445-449.