

## 混色を用いた霧濃度測定システムの基礎研究

## Research on Fog Density Measurement System with Color Mixture of Veiling

○高野均<sup>1</sup>, 中村和成<sup>1</sup>, 野本宏輝<sup>2</sup>, 松村太陽<sup>3</sup>, 門馬英一郎<sup>3</sup>, 石井弘允<sup>4</sup>, 小野隆<sup>3</sup>\*Hitoshi Kono<sup>1</sup>, Kazusige Nakamura<sup>1</sup>, Hiroki Nomoto<sup>2</sup>, Taiyo Matsumura<sup>3</sup>Eiichiro Momma<sup>3</sup>, Hiromitsu Ishii<sup>4</sup>, Takashi Ono<sup>3</sup>

This study uses the fog density measuring system that combined a veiling reflection by LED source of light with an imaging device. Measurement of fog density and it is green, yellow, red, and a method of change as the visual information to those who drive as for the color of the source of light were examined by using red LED and green LED for source of light for veiling generation and transmitted light source of light in the present study.

As a result, I showed that permeability where the veiling is generated is controlled and color mixture of veiling is generated like being bright were possible.

## 1. はじめに

交通事故の原因の一つに濃霧による視覚障害がある。そのため、霧発生時に霧濃度を測定し、運転手に対して注意を促すための規制等を行うシステムが望まれている<sup>(1)(2)(3)</sup>。筆者らは、これまで光が霧の粒子で乱反射して起こる光幕現象を撮像装置で撮像し、画像処理による霧濃度測定について検討してきた。本稿では、光幕発生用光源と透過光源に、赤と緑の LED を用いて、霧濃度の測定、及び運転者に対する視覚情報として、光源色を信号灯のように通常通り走行できる霧濃度(距離 5m で霧濃度 9%未満)において緑、警報を出す霧濃度(距離 5m で霧濃度 9%以上 14 未満)において黄、通行規制をする霧濃度(距離 5m で霧濃度 14%以上)において赤と変化させる方法を検討した。

## 2. 複数光源での混色の調整方法の検討

これまでの研究<sup>(4)</sup>では、霧発生時に青の透過光源と、赤の光幕発生用光源を用いて、光幕を発生させ、光源の色を、青から青紫、赤紫、赤と徐々に変化させたことを報告した。今回は、緑色透過光源、赤色光幕発生用光源を作成して測定を行い、霧発生時の階調値の変化において、黄色に混色する範囲の確認を行った。

注意を促す黄色については CIE 表色系のグラフから黄色とされる範囲を求め、その階調値を測定して以下の式を求めた。<sup>(5)</sup>

$$0.82 < \frac{\text{Red成分}}{\text{Green成分}} < 1.22 \quad \dots (1)$$

その結果、混色状態の階調値が低く、また、混色状態の霧濃度の範囲が、警告を出したい霧濃度の範囲に対して狭いという問題点が明らかになった。Fig.1 は測定値から想定される緑、赤の階調値の変化と混色の発生する霧濃度の範囲を表したグラフである。霧濃度が増加するにつれて、赤色光幕の階調値①は山形の曲線を描き、緑

色透過光の階調値③は一様に低下する。このとき赤と緑の階調値が式(1)に当てはまる範囲  $d_1$  で混色が起きる。

明るい混色状態を得るためには、透過光、光幕光双方の輝度を強くすればよいが、赤色光幕光の階調値②と緑色透過光の階調値④の傾きがそれぞれ大きくなるため、式(1)に当てはまる霧濃度の範囲  $d_2$  が狭くなってしまふ。逆に、双方の出力を低くすれば、混色が発生する霧濃度の範囲は広がるが、混色状態の階調値は低くなってしまい明るい混色を得ることができない。

そこで、緑色透過光源による階調値の変化③と、緑色光幕発生用光源の階調値の変化⑤を足し合わせることで、ピークがより低い霧濃度となる光幕の曲線⑥が得られ、幅広い霧濃度の範囲  $d_3$  で明るい混色状態を得られると考え、緑色光幕発生用光源を作成した。

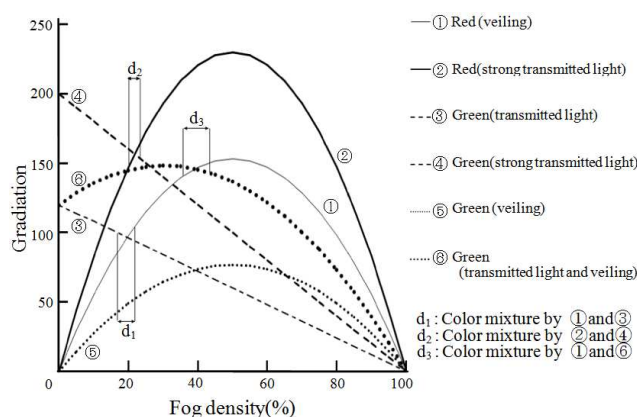


Figure 1. Principle of color mixture

## 3. 混色現象を用いた霧濃度測定実験の概要

Fig.2 は、今回作成した混色による霧濃度測定システムの概要である。透過光用の平面光源は、前面に  $0.1\text{m} \times 0.1\text{m}$  の平面光出力用の窓がある遮光した箱で、光幕光用の光源は前面と背面に、 $0.1\text{m} \times 0.1\text{m}$  の透過光を通すための窓がある箱である。この平面光源より生じる透過光と、光幕発生用光源から生じる光幕を、CCD カ

メラを用いて撮影した。測定は霧発生室(高さ 1.8m, 横幅 1.5m, 奥行 6.0m)内で霧発生装置から霧を発生させ、室内に霧が充満し、透過率が 0% となってから霧の発生を止め、霧が晴れていく過程で行った。緑色光幕光を 1 秒ごとに点灯と消灯を繰り返す様子を、CCD カメラで撮影し、緑の階調値が透過光のみの場合と、透過光に光幕光を加えた場合の画像を撮影した。その後、画像から平面光源の範囲を抽出し、緑の階調値、赤の階調値の平均値の変化を求めた。

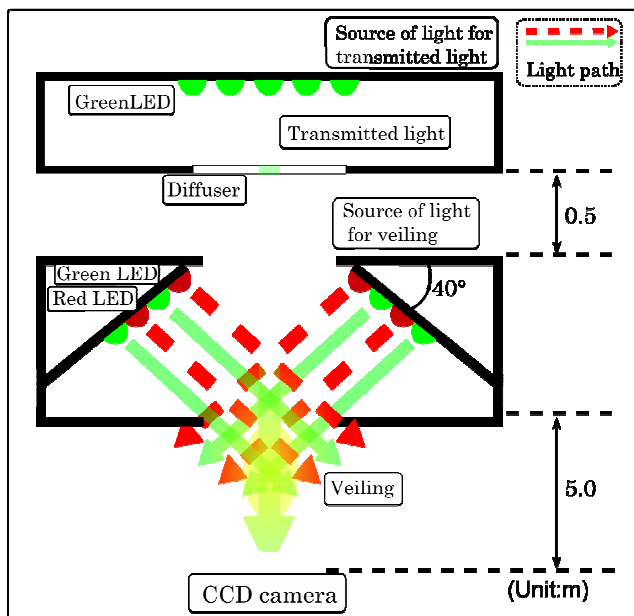


Figure2. Experiment system

#### 4. 実験結果

Fig.3 は、作成した光源の測定結果である。透過光源のみを用いた場合の緑の階調値(b)は、霧濃度に対して一様に低下する直線のグラフとなるが、透過光源に加えて光幕発生用光源を用いた場合の緑の階調値(c)は、赤の光幕の階調値(a)と比較して高い霧濃度でピークを持つ曲線となった。(a)と(b)の混色状態と(a)と(c)の混色状態を比較すると、まず赤色と緑色の階調値が交わる霧濃度は、10%から 16%に増加し、高い霧濃度で黄色に混色していることが確認できる。黄色に混色する霧濃度の範囲は、式(1)の範囲を適用すると、5~13%( $d_4$ )から 12~32%( $d_5$ )に変化し、8%から 20%に広がった。

Fig.4 に実際に撮影した、緑が透過光のみの場合と緑に透過光と光幕光を用いた場合の、赤の階調値が最大、赤の階調値=緑の階調値、透過率 95%の三つの状態の画像を示す。緑が透過光のみの場合では、色の変化が大きく、赤から緑へと直接変化しているのに対し、緑色の光幕光を発生させることで、赤から黄、緑と、三段階で色を表現することができた。混色している領域の、階調値の平均をそれぞれ求めると、透過光のみを用い

た緑の階調値は 153、透過光と光幕光を用いた緑の階調値は 187 となり、後者が赤、緑の階調値がそれぞれ高いところで混色しているため、より明るい黄色が表現できた。

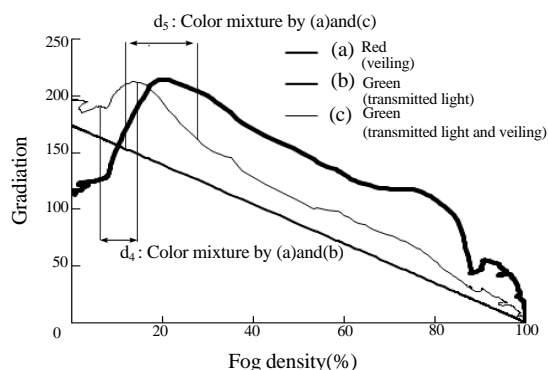


Figure3. Measurement of color mixture

	Red Max	Red-Green	Green (fog density 5%)
Red (veiling) Green (transmitted light)			
Red (veiling) Green (veiling) Green (transmitted light)			

Figure4. Actual taking a picture Red Yellow Green

#### 5. まとめ

透過光源、光幕発生用光源の出力を調整することで、交通規制をかける必要がある霧濃度において、混色現象を発生させることが可能であると確認できた。

また、透過光源と同じ色の光幕発生用光源を用いることで、霧発生時の階調値が最大となる霧濃度を変化させることができ、より高い階調値で混色を提示でき、同時に、混色が起きる霧濃度の範囲を制御できる見通しが立てられた。

#### 参考文献

- [1] 光産業技術振興協会: 光技術応用システムのフィージビリティ調査報告書 XIX 1999
- [2] 佐々木, 石井, 小野, 一柳, 穂積: 光幕画像による霧中の視程計測に関する基礎検討, 照明学会全国大会, p219, 2003
- [3] 住田, 門馬, 佐々木, 石井, 小野, 穂積: 光幕画像を用いた霧の透過率測定に関する検討, 電気学会全国大会, p259, 2008
- [4] 佐々木, 石井, 小野, 一柳, 藤波, 穂積: 混色を利用した霧濃度の測定, 照明学会全国大会, p162, 2004
- [5] 池田光男: 色彩工学の基礎, p111