Color Science Association of Japan

海上における安全色の視認性

Visibility of safety color at sea

河本　健一郎	Ken-ichiro Kawamoto	川崎医療福祉大学	Kawasaki University of Medical Welfare
坂本　和也	Kazuya Sakamoto	神戸大学	Kobe University
広野　康平	Kohei Hirono	神戸大学	Kobe University
古荘　雅生	Masao Furusho	神戸大学	Kobe University
渕　真輝	Masaki Fuchi	神戸大学	Kobe University
藤本　昌志	Shoji Fujimoto	神戸大学	Kobe University
矢野　吉治	Yoshiji Yano	神戸大学	Kobe University
小渕　信幸	Nobuyuki Kobuchi	山本光学株式会社	Yamamoto Kogaku Co.,Ltd.
加尻　慎也	Shin-ya Kajiri	山本光学株式会社	Yamamoto Kogaku Co.,Ltd.
石原　嗣生	Tsuguo Ishihara	兵庫県立工業技術センター	Hyogo Prefectural Institute of Technology

キーワード：視認性，安全色，海上，色知覚

Keywords: visibility, safety color, maritime, color perception

1. はじめに

色による情報伝達では，信号機の様にその物体面や光色を色名で分類し，その色分類と概念を結びつけることにより情報を伝達する場合がある．このような情報伝達は様々な場面で用いられているが，観察状況に応じた表示の視認性については議論の余地があり，事例を重ねる必要があると考えられる．今回は，海上における安全色ブイ（海上浮標）の視認性について調査を行ったので報告する．

2. 方法

2.1. 刺激（海上浮標・ブイ）

色を識別する刺激は，海上に設置した浮標（ブイ）とした．ブイは浮体と鉄製の錘りからなり（図 1），浮体である直径 59cm，高さ 29cm の円筒形強化発泡スチロールに，JIS Z9103:2005 安全色－一般的事項に定められた安全色及び対比色でエナメル塗装を施した．白－黒－黄－赤紫－赤－緑－黄赤－青の順に，2m 間隔に延縄で結び，2 艇のボートにより保持することにより海上に設置した（図 2）．

2.2. 手順

1000m の距離から 100m ずつ近づき，被験者が当該ブイの色を正しく回答した割合（視認率）を，距離別に求めた．解析においては，ブイの存在を認識し，かつそのブイの位置と色名が一致した回答のみを正答とした．

2.3. 被験者

神戸大学海事科学部学生 20 名（20 代前半）が実験に参加した．裸眼または矯正にて日常生活及び海技実習を充分にこなす視力を有した．1 名が軽度の色覚異常の特性を有する他は，色覚正常であった．

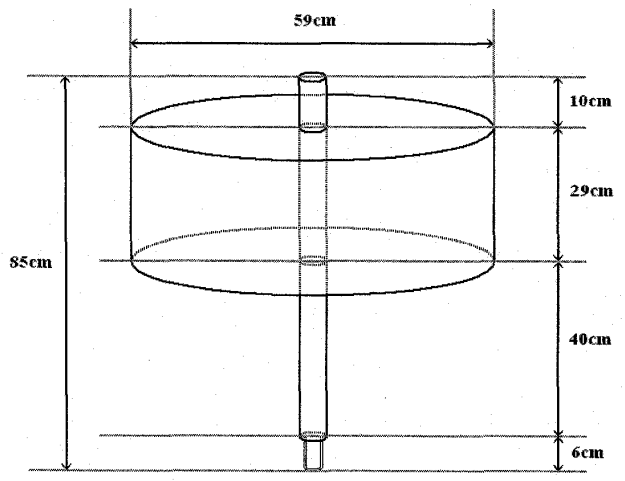

図 1. ブイ概略図

図 2. ブイ設置状況

NII-Electronic Library Service

Color Science Association of Japan

2.4. 実験時の気象及び視環境

一般的に視認がしにくい逆光下の条件にて実験を行った．実験当日の気象はほぼ全天が雲に覆われる曇りであり（雲量 8-9），海面輝度は 1200 ～ 4200cd/m^2，天空輝度（水平面より視角 2 度上方）は 10600 ～ 70000cd/m^2 であった．

3. 結果

図 3 に観察距離と被験者群全体の視認率の関係を示す．相対的に黄，白，赤，黄赤がより長い距離から観察した場合でも，識別可能であり，視認性が高かった．例えば 80% の視認率を得た距離は，黄，白，赤，黄赤が 500 ～ 600m であるのに対し，緑，青，黒は 300 ～ 350m であった．また，赤紫は，桃（ピンク）に誤認する割合が高く，最短の観察距離 100m でも視認率は 65% であった．

4. 検討

4.1. 明度差・彩度差・色差と視認率

ブイと海面の明度差及び彩度差，色差は，視認性に影響すると考えられる．今回の実験では，技術的な問題から実験中にブイの色度，輝度を正確に測定できなかったため，JIS Z9103 に定められた基準色の色度座標及び輝度率と，実際に測定した海面の色度，輝度，環境での照度より，これらの値を計算し比較する．表 1 に計算した各ブイと海面の明度差（ΔL），彩度差（ΔC_{ab^*}，L^* を除いた ab^* のみの色差），色差（ΔE_{ab^*}）を示す．長い視認距離を有した視認性が高い赤，黄赤，黄の場合，ΔC_{ab^*}，ΔE_{ab^*} の値はそれぞれ 90 以上であり相対的に高い．また同じく視認性が高かった白は，ΔC_{ab^*} は視認性が低い緑，青より低いが，最も大きい正方向の明度差がある．海面との充分な彩度差，または海面よりも高い明度が確保されているほど視認性が高いことが示唆される．

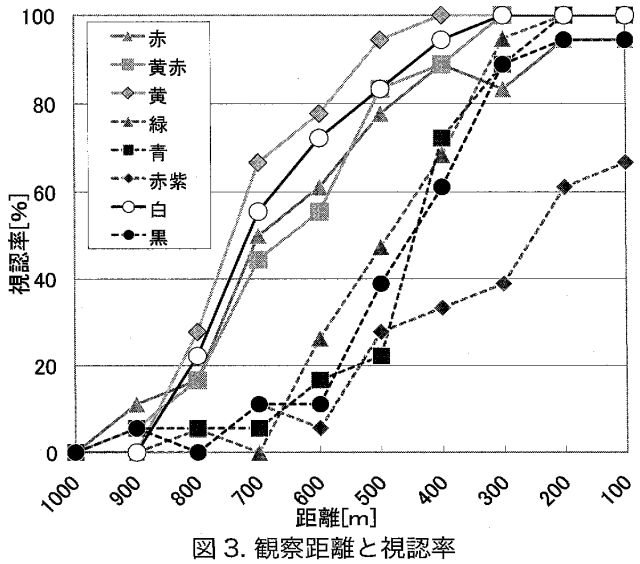

図 3. 観察距離と視認率

4.2. ブイの視角と視認率

観察距離ごとのブイの視角は，100m で約 20 分，200m で約 10 分，最長距離の 1000m では約 2 分となるため，青みを含むブイの視認性の結果には，小視野において 3 型色覚の症状を呈する小視野トリタノピアの影響も考えられる．

5. まとめ

本実験での安全色の使用は，本来の使用方法とは異なるものだが，本結果は広い範囲からきわめて小さい視認対象物を色の分類で表示する場合の使用色について一つの傾向を示すとともに，概念としては危険度が低いとされ国際的には安全色から除外された黄赤について，視認性が高いことから，この様な用途での有効性を示すものとも考えられる．

補遺

本実験の施行においては，平成 20 年度兵庫県 COE プログラム推進事業の援助を受けた．また解析に当たっては科研費（基盤研究 (B)）課題番号 21300211 の援助を受けた．ここにその事実を記し謝意を表す．

厳寒の中実験に協力頂いた，神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船深江丸乗組員の皆様，神戸大学カッター部の皆様に御礼申し上げます．

表 1. 海面と各部ブイとの明度差，彩度差，色差

	ΔL^*	ΔCab^*	ΔEab^*
赤	-28.3	90.6	94.9
黄赤	-8.7	94.3	94.7
黄	10.7	106.1	106.6
緑	-28.3	47.9	55.6
青	-33.5	30.2	45.1
赤紫	-28.3	59.6	65.9
白	25.7	14.7	29.6
黒	-60.5	14.6	62.2

NII-Electronic Library Service