発見し易い漁船塗装色について

天下井 清*・木村 暢夫*
甫喜本 司*・岩森 利弘*

On the Visibility for the Painted Colors of the Fishing Boats

Kiyoshi AMAGAI, Nobuo KIMURA,
Tsukasa HOKIMOTO and Toshihiro IWAMORI

Abstract

The collision of the fishing boat is occurred at high ratio. The fishing boat can not be seen from ship operator on the sea because it is small. Furthermore, it disturbs quick finding in search of fishing boat.

From a point of view the authors investigated the color of the fishing boat and carried out questionnaire investigation regarding easiness of finding.

As a result, it became clear that the longest distance between two colors of fishing boat and sea surface on the hue-lightness axis decided easiness of finding.

1. はじめに

誰の目にも一目瞭然としてその存在が認識される大型船舶に対して、我が国の動力漁船約25万5千隻の99.9%は長さ5mないし6mから20m未満で20ton以下である。漁船の減少とともに漁船の海難数も減少しているが、なお船舶海難全数の約20%を占めている(1994年)。特に衝突では879件(32.0%)、沈没・転覆では51件(37.8%)にも達している^{(1),(2)}。これらの事は、漁船が小型であり、海上における発見し難さが衝突海難の遠因になっていないか、また海難発生時の搜索活動において早期発見の妨げになってはいないかという観点から、漁船の塗装色の実態を調べ、発見し易い色について検討し、漁船の塗装色について知見を得たので報告する。

2. 漁船の塗装色の実態

北海道南西部の各漁港において5ton未満船4隻、10ton前後の漁船35隻の合計39隻について、漁船の各部分の塗装色を日本塗料工業会の塗料用標準色見本帳によって確認した。漁船の種類は定置網漁船、スケトウタラ刺網漁船、ホタテ養殖漁船、イカ釣漁船の4種類である。測定結果を表1で示した。

調査塗装色を船底部分、甲板部分、縁部分に分けて表2に示す。表中の表示記号は日本塗料工業会塗料用標準色見本帳に記載されている発行年記号、色相区分、明度区分、彩度区分を表わすものである。船底色は赤色系が70%を占めるが青色系が25%と意外に多い。甲板色は赤色系がやはり70%を占めるが、赤というよりも茶系である。その他25%が青色系で白色が5%である。縁部分は圧倒的に緑色系が80%と多く、他は白色であった。

*北海道大学水産学部 (〒041-8611 函館市港町3-1-1)

表1 実態調査対象漁船一覧

番号	場所	種類	船名	全長(m)	幅(m)	船底色	甲板色	緑部色
1	森	定置	第五 やまさん丸	21.4	4.6	B-PB39 T69-50T	GY28 T35-80H	N1 TN-90
2	森	定置	もり丸	21.4	4.6	B-PB39 T69-50T	GY28 T35-80H	N1 TN-90
3	森	定置	第八 豊富丸	19.7	4.6	PB40 T72-40T	G-BG33 T49-40P	G-BG33 T49-40P
4	白尻	定置	第十八 千鳥丸	18.2	4.0	PB40 T72-40T	GY-G30 T42-40H	GY28 T35-70V
5	森	スケトウ	第三十七 海洋丸	18.8	4.5	PB40 T72-40T	R-YR8 T09-40L	B38 T65-60P
6	鹿部	スケトウ	第十 幸盛丸	21.8	5.0	R5 T05-30T	YR14 T17-50F	BG35 T55-30L
7	白尻	スケトウ	第十七 ゆき丸	15.4	3.7	R5 T05-40X	YR11 T15-70D	GY29 T37-80L
8	白尻	スケトウ	幸喜丸	17.8	4.6	R5 T05-30T	YR11 T15-70D	GY29 T37-80L
9	白尻	スケトウ	第二十八 勝己丸	15.5	4.0	R5 T05-40X	YR11 T15-70D	BG35 T55-50P
10	白尻	スケトウ	龍宝丸	18.2	4.2	R5 T05-30T	YR14 T17-50F	BG34 T55-85B
11	白尻	スケトウ	第八 宝進丸	19.0	4.7	B-PB39 T69-30P	YR14 T17-50F	BG34 T55-85B
12	森	ホタテ	第三十五 常宝丸	17.6	3.8	PB40 T72-40T	YR14 T17-50F	GY29 T37-80L
13	森	ホタテ	美矢丸	14.0	3.3	R-YR8 T09-30P	YR12 T17-80D	G31 T45-60H
14	森	ホタテ	きみ丸	16.3	3.7	R5 T05-30T	G32 T49-60P	N1 TN-90
15	鹿部	ホタテ	第三十三 日幸丸	17.3	4.0	R5 T05-40X	YR14 T17-50F	BG34 T55-80H
16	鹿部	ホタテ	宝来丸	17.3	4.0	R5 T05-40X	YR14 T17-50F	BG35 T55-50P
17	鹿部	ホタテ	第二十五 さかい丸	17.3	3.8	PB40 T72-40T	B38 T65-70L	N1 TN-90
18	鹿部	ホタテ	丸東丸	17.5	4.0	B38 T65-40P	B-PB39 T69-60L	N1 TN-90
19	森	イカ	第三十一 清運丸	17.0	4.2	PB40 T72-40T	YR14 T17-50F	GY29 T37-80L
20	白尻	イカ	幸漁丸	17.5	3.9	R5 T05-30T	YR14 T17-50F	B-PB39 T69-60L
21	白尻	イカ	七福丸	17.6	4.0	R4 T05-70L R5 T05-40X	YR14 T17-50F	GY29 T37-80L
22	白尻	イカ	漁盛丸	22.0	5.0	R5 T05-40X	YR14 T17-50F	B38 T65-60P
23	住吉	イカ	第五十六 昭福丸	19.8	4.6	R5 T05-40X	R-YR8 T09-30D	B-PB39 T69-60L
24	住吉	イカ	栄福丸	11.0	2.5	R5 T05-30T	N1 TN-90	N1 TN-90
25	弁天	イカ	第二十八 千代丸	18.6	4.5	R5 T05-30T	YR14 T17-50F	G-BG33 T49-40P G31 T45-80D
26	弁天	イカ	正武丸	17.1	3.7	R5 T05-30T	YR-Y17 T19-40D	B-PB39 T69-60L
27	弁天	イカ	龍勝丸	19.0	4.5	R5 T05-30T	YR14 T17-50F	GY-G30 T39-60L
28	弁天	イカ	第三十八 北春丸	19.4	4.8	R6 T07-60T	YR-Y17 T19-40D	GY29 T37-50L
29	弁天	イカ	千代丸	18.3	4.3	R5 T05-30T	YR14 T17-50F	GY28 T35-80H
30	弁天	イカ	第十八 真正丸	13.5	3.1	R5 T05-40X	YR14 T17-50F	N1 TN-90
31	弁天	イカ	幸盛丸	17.1	3.8	R5 T05-30T	YR-Y17 T19-40D	BG34 T55-80H
32	弁天	イカ	第八 七福丸	18.3	4.0	R5 T05-40X	B-PB39 T69-60L	GY28 T35-80H
33	弁天	イカ	北光丸	17.6	4.2	N2 TN-10	YR12 T15-30F	B38 T65-60P
34	弁天	イカ	第八 慶勝丸	17.5	3.9	N2 TN-10	YR-Y17 T19-40D	BG34 T55-80H
35	弁天	イカ	森保丸	18.3	4.0	R5 T05-40X	YR11 T15-70D	BG35 T55-50P
36	西埠頭	イカ	第五 金泰丸	18.2	4.4	GY-G30 T42-40H	YR14 T17-50F	GY29 T37-50L
37	西埠頭	イカ	第十八 福栄丸	20.8	4.2	R5 T05-30T	YR14 T17-50F	G31 T45-80D
38	上磯	イカ	第七 北竜丸	15.6	3.4	R5 T05-40X	B38 T65-70L	B38 T65-70L
39	上磯	イカ	第三十三 豊光丸	15.0	3.4	R5 T05-40X	N1 TN-85	N1 TN-85

表2 実態調査対象漁船の塗装色一覧

船底色部分				甲板色部分				緑部色部分			
船底色	基本色	漁船数(隻)		甲板色	基本色	漁船数(隻)		緑部色	基本色	漁船数(隻)	
R5 T05-30T	赤	12		YR14 T17-50F	赤	16		GY29 T37-80L	緑(黄緑)	5	
R5 T05-40X	赤	12		YR11 T15-70D	赤	4		BG34 T55-80H	緑(青緑)	3	
R4 T05-70L	赤	1		YR17 T19-40D	赤	4		BG35 T55-50P	緑(青緑)	3	
R6 T07-60L	赤	1		R-YR8 T09-30D	赤(赤-黄赤)	1		GY28 T35-80H	緑(黄緑)	2	
R-YR8 T09-30P	赤(赤-黄赤)	1		R-YR8 T09-40L	赤(赤-黄赤)	1		GY29 T37-50L	緑(黄緑)	2	
				YR12 T15-30F	赤	1		G31 T45-80D	緑	2	
PB40 T72-40T	青(青紫)	6		YR12 T17-80D	赤	1		G-BG33 T49-40P	緑(緑-青緑)	2	
B-PB39 T69-50T	青(青-青紫)	2						BG34 T55-85B	緑(青緑)	2	
B-PB39 T69-30P	青(青-青紫)	1		GY28 T35-80H	緑(黄緑)	2		GY28 T35-70V	緑(黄緑)	1	
B38 T65-40P	青	1		G-BG33 T49-40P	緑(緑-青緑)	1		GY-G30 T39-60L	緑(黄緑-緑)	1	
				G32 T49-60P	緑	1		G31 T45-60H	緑	1	
N2 TN-10	黒	2		GY-G30 T42-40H	緑(黄緑-緑)	1		BG35 T55-30L	緑(青緑)	1	
GY-G30 T42-40H	緑(黄緑-緑)	1									
				B38 T65-70L	青	2		N1 TN-90	白	7	
				B-PB39 T69-60L	青(青-青緑)	2		N1 TN-85	白	1	
				N1 TN-85	白	1		B-PB39 T69-60L	青(青-青紫)	3	
				N1 TN-90	白	1		B38 T65-60P	青	3	
								B38 T65-70L	青	1	

3. 視認実験

実態調査で得られた漁船の色彩情報の中から特に配色の異なる船体を7隻抽出し、それらを視認実験対象漁船とした。

海面色は表3に示すようにフォーレル水色標準液

表3 視認実験対象の海色度数指標

	色相 (# 2)	彩度 (# 3)	明度 (# 4)
海面A	130	170	60
海面B	150	170	45
海面C	130	170	125
海面D	130	170	190

図 1 A-1

図 1 A-2

図 1 A-3

図 1 A-4

図 1 A-5

図 1 A-6

図 1 A-7

図 1 視認実験目標物一覧

より4番と2番の2種類の色を選択し、それぞれ海面A(4番)、海面B(2番)とし、さらに海面Aと同じ色相(色合い)、彩度(鮮やかさ)で明度(明るさ)の異なる海色を2種類選び海面Cと海面Dとした。7隻の視認実験対象漁船を真上から見た状態で同一寸法にして、A～D4種類の海色画面上に各々の船体を描き浮かべた仮想海上画面を合計28種類作製した。海面Aの場合を図1に示す。実験は本学漁業学科4年生男子15名を被実験者として、室内の壁面目の高さ位置に図1に示したような仮想海面上に描いた7隻の図(それぞれA4サイズ)をランダムに並べて壁面より1m～4mの範囲の被実験者が見易い距離で視認度(視認し易さの程度の意味として使う)の順序を1位から7位まで記録させた。実験は同一日時で行われなかったために室内照度は異なった。また被実験者に色覚異常者はいなかったため、視力は異なっていると思われたが特別に検査は行わなかった。視認度順位の決定は1位6点、7位0点とする各順位点×人数によって点数化し、その得点数の多い順

とした。その順位結果を図2に示す。縦軸は見え易さの順位、横軸は明度の異なる海面A, C, Dを、図中の番号は対象漁船を表している。

4. 見え易い色の推定

人間は光によって眼の網膜が刺激されると、明るさと同時に色の感覚を生じ、色を認識することができる。日常生活で違った色として見ることのできる色の数は約50万といわれており、このようにたくさん色を整理、分類する手掛かりとして、色の属性が一般的に用いられる。

色には赤、青、黄など色環に現れる色の種別、色彩を区別するために必要な色合いを示す色相、色彩の明暗の状況、色彩の明るさを示す明度、色彩の飽和状況、色彩の強弱を示す彩度という色の3属性があり、全ての色はこの三要素によって表すことができる。従ってこの三要素を用いて漁船塗装色を表すことにした。具体的に漁船の全体図を描くときに使用したMicrosoft Word5.0の中にあるMicrosoft Drawに表示されている色相、明度、彩度の各数値(0~240)を使用する。

海面A, Bの視認実験の結果、図3に示した漁船の全体の面積を100としたときの白色割合(色番号がN1のもの)が92%と大きい漁船3の視認度順位がともに1位であり、白色割合が8%と最も小さい漁船2の順位が最下位であった。しかし、海面色が光の反射により白っぽく見えることは知られており、このことを考えて、漁船と海面の色の明度と色相の関係を横軸に色相(Hue)、縦軸に明度(Lightness)をとり、それぞれ示すと図4になる。この色彩分布図上にプロットされた海色と船体色との距離の大きさが色彩格差に当たると考え、その順位変化を図5に示した。

図2の視認度順位変化と図5の色彩格差順位変化を比較すると、明らかに類似しており、特に漁船番号2, 3, 5, 7については一致することが分かる。従って図4の色彩分布図において、海面色A~D及び漁船色1~7の座標を(色相, 明度)で表した時、海面色と漁船色の距離 $=\{(\text{漁船色の色相}-\text{海面色の色相})^2+(\text{漁船色の明度}-\text{海面色の明度})^2\}^{1/2}$ が最も大きくなる位置に存在している船体塗装色が高い視認度をもつ色ということが言える。即ち漁船色と海面色の明度差、色相度合が見え易さを決定している。

海色を色彩分布図上(図4)でいえば、表3にも示したように色相は100から150の範囲にある。その範囲から色彩格差の最も大きな色は色相0(赤色)、明

図2 視認度順位変化

図3 視認実験目標物の白色割合

図4 色彩分布図

図5 色彩格差順位変化

度が0から240(黒色から白色)の部分であると推定できる。

従って昼間における視認度の高い色は赤色(色相0, 明度120), 黒色(明度0), 白色(明度240)の3色を基本色として配色することが, 発見し易さからは効果的となる。

5. 結 論

(1) 漁船の塗装色は, 側面, 前面は白色が多いが, 船底色は赤色系, 青色系が多い。甲板色は茶系, 青色系が多く, 縁部分は圧倒的に緑色系が多い。これらは海色とのコントラストがよくない。

(2) 漁船の塗装色の発見し易さはMicrosoft Drawに表示されている色相, 明度の各数値を使用した色相-明度座標系上の2色の距離 $=\{(2\text{色の色相差})^2+(2\text{色の明度差})^2\}^{1/2}$ が大きい程視認し易い結果となった。一例を図6に示した。

今後は彩度の影響, 反射による海色変化, 好ましい色, 彩色と疲労, 能率等を考慮した発見し易い色を追求する必要があるだろう。

図6 発見し易い漁船塗装色の一例

参 考 文 献

- (1) 平成8年度漁業白書：農林統計協会, 1997.
- (2) 平成9年版海難審判の現況：海難審判庁, 1997.
- (3) 上田武人 編：色彩調節, 技報堂, 1953.
- (4) 海難防止の調査研究事業報告書(漁船における海中転落事故防止に関する調査研究)：日本海難防止協会, 1979.
- (5) 三浦寛三：色彩学概論, 創文社, 1974.
- (6) 松島寛治他：海中転落者に関する実験について, 日本航海学会論文集, 64, 195-201, 1981.

質 疑 応 答

古荘雅生(神戸商船大学)：広い背景視野の中に存在する小視野の色彩部分を視認する際には, 人間の目の生理的特性のひとつとして小視野第三色覚異常(スモールフィールドトリタノピア)を生ずるとされています。また, 赤色と黒色の塗装色の有効性を述べられましたが, 薄明視の生理現象として特筆されるプルキンエ現象に対する点も含めて今後の検討事項として付け加えていただきたいと思います。

天下井清：プルキンエ現象については既に薄明時における海中転落者発見のための着衣の色の実験において試みましたが^{(4),(6)}, 確かに視感度曲線が明順応の状態から暗順応の状態に移行すると短波長側にずれ, 赤色は見え難くなり, 青色黒色の視認が相対的に良くなりましたが, 赤色黒色は他の橙, 黄色に比較しますと視認順位は上位でした。今回の色彩視認実験は人間よりも大きな小型漁船ということで海面に対して見え易い色の特性について調べた基礎的な知見にとどまりましたが, 今後は御指摘の眼の生理的特性と色覚を含む視程等について検討していきたいと考えています。

鈴木三郎(神戸商船大学)：単一色の海面画面(4種類)で行われていますが, 実海域はそれら画面の複合であると考えますが, 画面組み合わせものの効果は如何でしょうか。視認には視覚面積, 視角が大きく影響されますが, 今回の実験では視角が何度に相当するのでしょうか。視角の大きさによる相違はあるのでしょうか。

天下井清：一般に海面は平面ではなく風の影響で生じる海面傾斜反射特性を風速との関係で考えなくては

ならないと思っています。今回は第一段階として単純モデルを設定して発見し易い色の特性について調べました。視認実験は眼の高さの壁面に、同じ大きさに調整した対象船を海面色上に並べて行いました。従って視野中心部で視認してもらいました。御指摘の通り色覚は視力と同様に網膜錐体の機能であるので視野中心部が最も良好で角度がついた周辺部は不良となると言われております。