こませ網漁船と一般航行船舶の離隔距離に関する こませ網漁業者意識のモデル化

酒出 昌寿*・世良 亘**・井上 欣三***・本村 紘治郎*

Modeling of Stownet Fisherman's Senses on Minimum Passing Distance between Fishing Boat and Ships

Masatoshi SAKAIDE, Wataru SERA, Kinzo INOUE and Kojiro MOTOMURA

Abstract

The bisan-seto sea area in the Inland sea of Japan is not only a marine traffic congested area but a good fishing area. Stownet fishing boats which operate fishing actively conflict with ships in the bisan-seto sea area.

It is necessary that quantitative evaluation of the ship's maneuvering difficulty and also the stownet fishing boat's fishing operation difficulty for relaxation of conflict between stownet fishing boats and ships.

On the basis of the above consideration, we made inquiries to stownet fishermen about minimum passing distance between stownet fishing boat and ship, and then found that can be closely resembled by regression lines through the regression analysis. As the result of the investigation, we proposed models of stownet fisherman's senses on passing distance between stownet fishing boat and ships which are resembled by regression lines through the regression analysis.

Keywords : *marine traffic engineering, fishery, minimum passing distance, acceptable passing distance*

キーワード: 海上交通工学, 漁業, 限界離隔距離, 十分離隔距離

1. はじめに

瀬戸内海の備讃瀬戸およびその周辺海域（以後、備讃瀬戸海域という）は関西地区と西日本地方を結ぶ海上交通の要衝で、海上交通安全法（以後、海交法という）で定められた備讃瀬戸東航路の他、複数の航路が交差、接続し、海上交通が輻輳している。

また当海域は古くから好漁場も形成され、現在に至るまで様々な漁船漁業が営まれている。その中の主要漁業の一つにこませ網漁業がある。同漁業では使用する漁網の網口を潮流に対して垂直方向に開き（網口水平幅 150～200m 程度）、その網口面積を保持する目的でこませ網漁船の船首と網口部上端を接続することから、当該漁船は網口上部に停留し、次の転流時前後に揚網、漁獲する。操業時期は漁獲対象

により異なるが、最盛期は 3～5 月である。

昭和 48 年の海交法施行後から現在に至るまでの 30 年以上もの間、当海域では、備讃瀬戸海域に設定された航路内の一部をこませ網漁船が占有してしまうこととなり、こませ網漁船と一般航行船舶との厳しい競合が生じている。この競合により、一般航行船舶は可航水域が制約されて操船の困難性が増大して航行環境が悪化し、一方、こませ網漁船も自船および設置漁網の至近を一般航行船舶が航過することで衝突や漁網損傷などの操業の困難性が増大して操業環境が悪化している。平成 8～17 年の 10 年間で一般航行船舶との接触による漁網損傷が 46 件、こませ網漁船と一般航行船舶の衝突が 5 件（内 1 件は、こませ網漁業者が負傷）発生⁽¹⁾しており、この競合

* 正会員 独立行政法人 水産大学校 海洋生産管理学科（〒759-6595 山口県下関市永田本町 2-7-1）

** 正会員 神戸大学大学院 海事科学研究科（〒658-0022 兵庫県神戸市東灘区深江南町 5-1-1）

*** 正会員 神戸大学（〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1）

により、常に両者の海難発生リスクが潜在していることが懸念される。このようなことから、今後の当海域での安全性の維持、向上には、当競合の緩和が必要不可欠である。

これまでに日本船主協会などから海上保安庁、水産庁などへ、こませ網漁業に対する陳情書⁽²⁾も提出され、当競合緩和に向けた幾つかの検討や取組み⁽¹⁾がなされているが、未だ十分な効果が得られているとは言い難い。従来のこませ網漁船と一般航行船舶の競合緩和に向けた議論や検討は、それぞれの主観的立場での困難性の報告や評価に基づいたものが多く^{例えば(3)(4)}、両者の困難性の定量評価に向けた研究や報告⁽⁵⁾はごく僅かしか見当たらない。

当競合の緩和には相互理解を深めることが第一である。そのためには法規制などの社会科学的側面からの検討^{例えば(6)}ばかりでなく、今まで殆ど検討されなかった自然科学的側面からのアプローチを考え、両者のリスクをそれぞれ定量評価できる指標を持つことが不可欠である。

制約水域における一般航行船舶の操船者意識については、既に障害物との離隔距離のモデル化が報告されている⁽⁷⁾ものの、船舶交通の輻輳海域で操業する漁業者が許容できる一般航行船舶との離隔距離については著者らの知る限り検討された例は見当たらない。競合する漁業者と操船者が相互の立場を理解、尊重し、両者の安全性と利益をできる限り損なわない競合緩和の検討、推進には、漁業者意識を客観的に評価できる指標を持つことが不可欠である。そこで本研究では、こませ網漁業者が許容できる一般航行船舶との離隔距離についてのモデル化を検討した。

2. アンケート調査

2.1 調査対象

操船者が他船の侵入を許容しない領域は、自船を中心とした楕円形で定義、モデル化されている⁽⁸⁾。著者らのヒアリング調査より、こませ網漁業者も設置漁網を中心とした一般航行船舶の侵入を許容しない領域を意識し、また、その領域の大小には一般航行船舶の全長や速力が影響していることを確認した。

そこで、こませ網漁業者に対し、設置漁網から一般航行船舶の接近を十分に許容できる距離および許容できない限界距離について、一般航行船舶の全長と航行速力を数段階に設定したアンケート調査を実施した。

当アンケート調査は、平成 21 年 1 月から 2 月にかけて、備讃瀬戸海域に面する香川県内のこませ網漁業者を対象に実施した。アンケート用紙はこませ網

漁業者が所属する香川県内の漁業協同組合を通して配布し、回答後は当該漁業協同組合からの郵送により回収した。これより、香川県内のこませ網漁業者 72 名(平成 21 年 1 月現在)中 14 名(回収率約 20%)から有効な回答を得ることができた。

2.2 離隔距離の定義

本研究において、「限界離隔距離」と「十分離隔距離」の 2 つの用語を次のような定義のもとで使用することとした。「限界離隔距離」とは、こませ網漁船が設置漁網の網口上部付近に停留しながらの操業中に一般航行船舶と出会う際、一般航行船舶にこれ以上接近されると強く不安を感じて許容できない、限界の離隔距離とした。また「十分離隔距離」とは、こませ網漁船が設置漁網の網口上部付近に停留しながらの操業中に一般航行船舶と出会う際、一般航行船舶とこれだけの離隔距離があれば安全であり、不安は感じない距離とした。

Fig.1 に「限界離隔距離」と「十分離隔距離」の概念を示す。こませ網漁業者を含めた一般的な漁業者の多くは、操業中に自船と同様に使用する漁具についても損傷を防止して安全を確保したいという考えを持つ。そこで、本研究のアンケート調査では、こませ網漁船により設置された漁網を漁船船首に対して逆三角形型に模式化し、漁船船首方向に対して、設置漁網の前方端、後方端、右舷端、左舷端の 4 点から Fig.1 の●印で示す「限界離隔距離」と「十分離隔距離」までの距離について求めることとした。

2.3 質問内容

アンケート調査において、自船となるこませ網漁船は海況平穏で視界良好な昼間、通常操業の中、船首を設置漁網の網口上部と接続して停留中の状態にある設定とした。

Fig.1 Concept of the passing distance between stownet and ship

Fig.2 The condition of questionnaire

作業中のこませ網漁船に対し、Fig.2 に示す通り一般航行船舶がこませ網漁船の正船首方向、正船尾方向から接近する場合、船首方向から右舷側または左舷側を通過する場合、船尾方向から右舷側または左舷側を通過する6通りの航行パターンを設定した。さらに、これら6パターンを航行する一般航行船舶の全長については50、100、200、300mの4船型を設定し、各船型の航行速力を対地速力6、12、18kntsの3段階に設定した。

これら一般航行船舶の航行パターン(6通り)、全長(4船型)、航行速力(3段階)を組み合わせた72通りの状況を想定したアンケート用紙を作成し、こませ網漁業者が意識する「限界離隔距離」と「十分離隔距離」について具体的な距離(m)での回答を求めた。

3. 離隔距離モデル

3.1 離隔距離の大きさ

離隔距離のモデル化に際しては、Fig.3 に示すような前方離隔距離(Df)、後方離隔距離(Da)および右舷側離隔距離(Ds)、左舷側離隔距離(Dp)を対象に解析を行った。4方向の離隔距離は、それぞれ設置された漁網の前方端、後方端、右舷端、左舷端からの離隔距離として回答を得ているため、前後離隔距離(Dfa)および左右離隔距離(Dsp)は(1)、(2)式に示すようにこませ網の前後長さ(Ls)および左右長さ(Bs)を加えた大きさとなる。

漁網の前後長さ(Ls)および左右長さ(Bs)については各こませ網漁船で若干異なるが、前後長さ(Ls)は約250m、左右長さ(Bs)は約150~200mが一般的であることから、本アンケート調査においては前後長さ(Ls)250m、左右長さ(Bs)200mと想定した。

$$Dfa = Df + Ls + Da \quad \text{----- (1)}$$

$$Dsp = Ds + Bs + Dp \quad \text{----- (2)}$$

Fig.3 Size of the passing distance

Fig.4 Minimum forward distance (Average)

Fig.4 は、正船首方向から接近してくる一般航行船舶の全長と漁網前方端から一般航行船舶までの限界離隔距離との関係について、一般航行船舶の航行速力別に表したものである。同図では、回答者の平均値を折れ線グラフ、標準偏差を棒グラフで示す。回答値にはばらつきがみられるものの、接近してくる一般航行船舶の全長が長くなるにつれて、また航行速力が増加するにつれて限界離隔距離が増加する傾向が分かる。紙面の制約から図示していないが、正船尾方向から漁網後方端、船首方向および船尾方向から漁網右舷端および左舷端に接近してくる一般航行船舶との限界離隔距離についても、それぞれFig.4と同様、一般航行船舶の全長、速力に応じて限界離隔距離が増加する傾向があった。

また、船首方向および船尾方向から漁網右舷端および左舷端に接近してくる一般航行船舶との4通りの限界離隔距離については、一般航行船舶が接近してくる方向および通過舷に関係なく、正横方向の限界離隔距離としてほぼ同一の結果が得られた。

さらに、上記の各方向別に接近してくる一般航行船舶との十分離隔距離については、限界離隔距離よりも上回る遠い距離を要求する回答値が得られ、限

界離隔距離での結果と同様、一般航行船舶の全長、航行速力に従って十分離隔距離も増加する傾向となった。

そこで、これらのこませ網漁業者の回答値と一般航行船舶の全長との関係について、単回帰分析を試みた。当回帰分析にあたっては、各設問に対する全ての回答値の内、最大値および最小値から全回答数の 15% ずつを削除して全回答数の 70% の回答値を使用して分析を行い、限界離隔距離（正船首方向、正船尾方向、正横方向）および十分離隔距離（正船首方向、正船尾方向、正横方向）の回帰式並びに決定係数(R^2)を求めた。限界離隔距離の単回帰分析結果については Fig.5~Fig.7、十分離隔距離の単回帰分析結果については Fig.8~Fig.10 に示し、一般航行船舶の航行速力ごとに限界離隔距離を目的変数、一般航行船舶の全長(L)を説明変数とした回帰式並びに決定係数(R^2)を(3)~(11)式に示す。

限界離隔距離について求めた各回帰式をみると決定係数(R^2)がそれぞれ 0.5 以上の値を示していることから、設置漁網に接近してくる一般航行船舶の各航行速力において、限界離隔距離と一般航行船舶の全長の間には概ね比例的関係が成り立っていることが分かる。また、各接近方向において、一般航行船

Fig.7 Minimum beam distance

Fig.8 Acceptable forward distance

Fig.5 Minimum forward distance

Fig.9 Acceptable afterward distance

Fig.6 Minimum afterward distance

Fig.10 Acceptable beam distance

限界離隔距離 正船首方向 (Sp'd 6 knots) :

$$Df(min.)6kn = 2.840 \cdot Lt + 322.0 \text{ ----- (3)}$$

$$R^2 = 0.6477$$

限界離隔距離 正船首方向 (Sp'd 12 knots) :

$$Df(min.)12kn = 4.022 \cdot Lt + 504.9 \text{ ----- (4)}$$

$$R^2 = 0.6291$$

限界離隔距離 正船首方向 (Sp'd 18 knots) :

$$Df(min.)18kn = 5.286 \cdot Lt + 589.2 \text{ ----- (5)}$$

$$R^2 = 0.6865$$

限界離隔距離 正船尾方向 (Sp'd 6 knots) :

$$Da(min.)6kn = 3.318 \cdot Lt + 152.5 \text{ ----- (6)}$$

$$R^2 = 0.8235$$

限界離隔距離 正船尾方向 (Sp'd 12 knots) :

$$Da(min.)12kn = 4.592 \cdot Lt + 159.4 \text{ ----- (7)}$$

$$R^2 = 0.6415$$

限界離隔距離 正船尾方向 (Sp'd 18 knots) :

$$Da(min.)18kn = 5.282 \cdot Lt + 183.3 \text{ ----- (8)}$$

$$R^2 = 0.5010$$

限界離隔距離 正横方向 (Sp'd 6 knots) :

$$Db(min.)6kn = 0.3136 \cdot Lt + 28.77 \text{ ----- (9)}$$

$$R^2 = 0.6186$$

限界離隔距離 正横方向 (Sp'd 12 knots) :

$$Db(min.)12kn = 0.3615 \cdot Lt + 33.12 \text{ ----- (10)}$$

$$R^2 = 0.5856$$

限界離隔距離 正横方向 (Sp'd 18 knots) :

$$Db(min.)18kn = 0.3860 \cdot Lt + 36.80 \text{ ----- (11)}$$

$$R^2 = 0.5483$$

船の速力が増加するとともに、求めた回帰式の傾きと縦軸切片も増加している。

Fig.8～Fig.10 で示した十分離隔距離についても回帰式および決定係数(R^2)を求めてみると、限界離隔距離と同様にそれぞれの決定係数(R^2)が 0.5 以上の値を示し、かつ各接近方向において、一般航行船舶の航行速力が増加するとともに、求めた回帰式の傾きと縦軸切片も増加する結果が得られた。

このことから、Fig.5～Fig.10 の単回帰分析結果より求めた各回帰式について、さらに、それら回帰式の傾きと縦軸切片のそれぞれの値を目的変数、一般航行船舶の航行速力($Sp'd$)を説明変数とした単回帰分析を行い、その結果を Fig.11～Fig.14 に示す。また限界離隔距離についての回帰式および決定係数(R^2)を(12)～(17)式に示す。

これら限界離隔距離の各方向における傾きと縦軸切片について求めた回帰式の決定係数(R^2)は、それ

Fig.11 Minimum passing distance (Slope)

Fig.12 Minimum passing distance (Intercept)

Fig.13 Acceptable passing distance (Slope)

Fig.14 Acceptable passing distance (Intercept)

限界離隔距離 正船首方向 (傾き):

$$Df.min.(slope) = 0.2039 \cdot St + 1.603 \text{ ----- (12)}$$

$$R^2 = 0.9996$$

限界離隔距離 正船首方向 (縦軸切片):

$$Df.min.(intercept) = 22.26 \cdot St + 204.9 \text{ ----- (13)}$$

$$R^2 = 0.9565$$

限界離隔距離 正船尾方向 (傾き):

$$Da.min.(slope) = 0.1637 \cdot St + 2.433 \text{ ----- (14)}$$

$$R^2 = 0.9715$$

限界離隔距離 正船尾方向 (縦軸切片):

$$Da.min.(intercept) = 2.568 \cdot St + 134.2 \text{ ----- (15)}$$

$$R^2 = 0.9077$$

限界離隔距離 正横方向 (傾き):

$$Db.min.(slope) = 0.0006 \cdot St + 0.2812 \text{ ----- (16)}$$

$$R^2 = 0.9665$$

限界離隔距離 正横方向 (縦軸切片):

$$Db.min.(intercept) = 0.6695 \cdot St + 24.86 \text{ ----- (17)}$$

$$R^2 = 0.9978$$

それ 0.9 以上の値を示し、(12)～(17)式で示した各方向別の限界離隔距離の傾きおよび縦軸切片は、一般航行船舶の航行速力と概ね比例的関係があるといえる。ただし、正横方向については、正船首方向および正船尾方向と比較して一般航行船舶の航行速力(St)に対する依存がごく僅かとなっている。

Fig.13 および Fig.14 で示した十分離隔距離の傾きと縦軸切片についても、限界離隔距離と同様にそれぞれの決定係数(R^2)が 0.9 以上の値を示し、各方向別の十分離隔距離の傾きおよび縦軸切片も一般航行船舶の航行速力と概ね比例的関係があるが、正横方向については一般航行船舶の航行速力(St)に対する依存がごく僅かとなっている。

以上の単回帰分析結果より、こませ網漁業者の限界離隔距離および十分離隔距離は、一般航行船舶の接近方向別に一般航行船舶の全長と比例的関係の回帰直線が得られ、かつ、それら回帰直線の傾き並びに縦軸切片が一般航行船舶の航行速力とも比例的関係が成り立っている。また、著者らのヒアリング調査において、こませ網漁業者が一般航行船舶の侵入を許容しない領域の判断には一般航行船舶の大きさを強く意識し、速力の大小は一般航行船舶の大きさに従属して考慮していることを確認した。このようなことから、こませ網漁業者の限界離隔距離 $f_{min}(Lt, St)$ および十分離隔距離 $f_{acc}(Lt, St)$ を、一般航行船舶の全長(Lt)を説明変数、航行速力(St)をパラメ

ータとして、設置漁網からの前方距離、後方距離、正横距離のそれぞれを(18)、(19)式の形でモデル化した。

$$f_{min}(Lt, St) = (a_1 \cdot St + b_1) \cdot Lt + (c_1 \cdot St + d_1) \text{ [m] ---- (18)}$$

$$f_{acc}(Lt, St) = (a_2 \cdot St + b_2) \cdot Lt + (c_2 \cdot St + d_2) \text{ [m] ---- (19)}$$

$a_1, b_1, c_1, d_1, a_2, b_2, c_2, d_2$: 定数

上記(18)、(19)式によってモデル化できたこませ網漁船および設置漁網からの前方距離、後方距離、正横距離は以下の(20)～(25)式の通りである。

前方距離 (限界離隔距離): $Df(min.)$ [m]

$$Df(min.) = (0.2039 \cdot St + 1.603) \cdot Lt + (22.26 \cdot St + 204.9) \text{ ---- (20)}$$

後方距離 (限界離隔距離): $Da(min.)$ [m]

$$Da(min.) = (0.1637 \cdot St + 2.433) \cdot Lt + (2.568 \cdot St + 134.2) \text{ ---- (21)}$$

正横距離 (限界離隔距離): $Db(min.)$ [m]

$$Db(min.) = (0.0006 \cdot St + 0.2812) \cdot Lt + (0.6695 \cdot St + 24.86) \text{ ---- (22)}$$

前方距離 (十分離隔距離): $Df(acc.)$ [m]

$$Df(acc.) = (0.2164 \cdot St + 2.799) \cdot Lt + (23.22 \cdot St + 371.7) \text{ ---- (23)}$$

後方距離 (十分離隔距離): $Da(acc.)$ [m]

$$Da(acc.) = (0.1374 \cdot St + 2.868) \cdot Lt + (5.669 \cdot St + 274.7) \text{ ---- (24)}$$

正横距離 (十分離隔距離): $Db(acc.)$ [m]

$$Db(acc.) = (0.0052 \cdot St + 0.3393) \cdot Lt + (1.576 \cdot St + 29.79) \text{ ---- (25)}$$

Lt : 一般航行船舶の全長 [m]

St : 一般航行船舶の対地速力 [knot]

3.2 各接近方向の離隔距離の比率

Table 1 に(20)～(25)式で示した離隔距離モデルによる算出結果を示す。同表より、限界離隔距離および十分離隔距離の各方向において、接近する一般航行船舶の全長が大きくなるに従って限界離隔距離および十分離隔距離が増大し、かつ、当該一般航行船舶の航行速力の増加にも伴ってこれら離隔距離が増大していることが分かる。

また当離隔距離モデルの算出結果より、こませ網漁船および設置漁網の位置からみた前後左右の離隔

距離の比率について、限界離隔距離の比率を Table 2、十分離隔距離の比率を Table 3 に示す。これらでは、限界離隔距離、十分離隔距離ともに正横距離を 1.0 とした場合の前方距離および後方距離の比率を示す。

Table 2、Table 3 に示す通り、限界離隔距離、十分離隔距離ともに、前方距離：後方距離：正横距離の比率は概ね 13：9：1 となることが分かり、こませ網漁業者が意識するこませ網漁船および設置漁網

Table 1 Calculation result of the model

Ship's sp'd ($S\theta$) [knot]	6	6	6	6	12	12	12	12	18	18	18	18
Ship's L.O.A. ($L\theta$) [m]	50	100	200	300	50	100	200	300	50	100	200	300
Forward (min.) [m]	480	621	904	1,187	675	877	1,282	1,687	869	1,133	1,660	2,188
Afterward (min.) [m]	320	491	833	1,174	385	605	1,045	1,484	449	718	1,256	1,794
Beam (min.) [m]	45	61	92	124	51	68	104	139	56	76	115	154
Forward (acc.) [m]	716	921	1,331	1,740	920	1,190	1,730	2,269	1,124	1,459	2,129	2,798
Afterward (acc.) [m]	493	678	1,047	1,417	569	794	1,246	1,698	644	911	1,445	1,979
Beam (acc.) [m]	58	76	113	150	69	89	129	169	80	101	145	188

Table 2 Ratio of the minimum passing distance

Ship's sp'd ($S\theta$) [knot]	6	6	6	6	12	12	12	12	18	18	18	18	Ave.	S.D.
Ship's L.O.A. ($L\theta$) [m]	50	100	200	300	50	100	200	300	50	100	200	300		
Beam [m]	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	—	—
Forward [m]	10.7	10.2	9.8	9.6	13.3	12.9	12.4	12.1	15.4	14.9	14.5	14.2	12.5	2.0
afterward [m]	7.2	8.1	9.0	9.5	7.6	8.9	10.1	10.7	8.0	9.5	10.9	11.7	9.3	1.3

Table 3 Ratio of the acceptable passing distance

Ship's sp'd ($S\theta$) [knot]	6	6	6	6	12	12	12	12	18	18	18	18	Ave.	S.D.
Ship's L.O.A. ($L\theta$) [m]	50	100	200	300	50	100	200	300	50	100	200	300		
Beam [m]	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	—	—
Forward [m]	12.4	12.1	11.7	11.6	13.4	13.4	13.4	13.4	14.1	14.4	14.7	14.9	13.3	1.1
Afterward [m]	8.5	8.9	9.2	9.4	8.3	8.9	9.7	10.0	8.1	9.0	10.0	10.5	9.2	0.7

Table 4 Ratio of [(acceptable passing distance) / (minimum passing distance)]

Ship's sp'd ($S\theta$) [knot]	6	6	6	6	12	12	12	12	18	18	18	18	Ave.	S.D.
Ship's L.O.A. ($L\theta$) [m]	50	100	200	300	50	100	200	300	50	100	200	300		
Forward [m]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	0.1
Afterward [m]	1.5	1.4	1.3	1.2	1.5	1.3	1.2	1.1	1.4	1.3	1.2	1.1	1.3	0.1
Beam [m]	1.3	1.3	1.2	1.2	1.4	1.3	1.2	1.2	1.4	1.3	1.3	1.2	1.3	0.1

Fig.15 Ratio of the passing distance

からの離隔距離を楕円形で示すとすれば、Fig.15の通りとなる。

また、限界離隔距離の大きさと十分離隔距離の大きさの比率を Table 4 に示す。同表より、十分離隔距離の大きさは、接近する一般航行船舶の全長、航行速力に関わらず限界離隔距離の概ね 30%~40% 増しとみることができる。

3.3 こませ網漁業者意識のばらつき

以上のこませ網漁業者意識のアンケート調査からの分析結果より、こませ網漁船および設置漁網と一般航行船舶との離隔距離をモデル化して表現できたが、実際にはこれら離隔距離に対するこませ網漁業者の意識にはばらつきがあつて当然であり、Table 1 に示したような単一の数値で十分に表現できるものではない。そこで、これらこませ網漁業者意識のばらつきについても検討を行った。

まず、一般航行船舶が航行速力 12knots で正船首方向から接近する場合のアンケート調査から得られた全長別の回答値について、モデル値を基準とした倍数[(回答値)/(モデル値)]で表し、その出現頻度を相対累積度数で表したものを Fig.16 に示す。同図より、モデル値に対し 0.5 倍以下の値を回答したこませ網漁業者は約 20%、1.5 倍以下の値を回答したこませ網漁業者は約 80% で、モデル値の 0.5~1.5 倍の範囲内に多くのこませ網漁業者の回答値が含まれることから、こませ網漁業者の意識は本研究で開発した離隔距離モデルで概ね代表されるものの、当モデル値より小さな離隔距離または大きな離隔距離を回答するこませ網漁業者も存在していることが分かる。

続いて、Fig.16 に示したように正船首方向、正船尾方方向、正横方向における一般航行船舶の全長、速力別それぞれの限界離隔距離のモデル値を基準とした倍数の相対累積度数の値を全てプロットした散布図を Fig.17 に示す。また、十分離隔距離について

Fig.16 Minimum forward distance - Sp'd 12 kn
(value of answer) / (value of model) Fig.17 Minimum passing distance
[(value of answer) / (value of model)] Fig.18 Acceptable passing distance
[(value of answer) / (value of model)]

同様にモデル値を基準とした倍数の相対累積度数の値を全てプロットした散布図を Fig.18 に示す。

Fig.17、Fig.18 で示す通り、モデル値と同値である 1.0 倍でおおよそ 40% 以上、2.0 倍でおおよそ 80% 以上の値となっている。このことから、限界離隔距離モデル(20)~(22)式および十分離隔距離モデル(23)~(25)式から得られる距離で満足するこませ網漁業者は約 40%、その 2 倍の距離を見積もると満足

するこませ網漁業者は約 80%になるといえる。

4. まとめ

備讃瀬戸海域で競合するこませ網漁業者と一般航行船舶の操船者が相互の立場を理解、尊重し、両者の安全性と利益をできる限り損なわないような競合緩和の検討、推進には、操船者意識ばかりでなく漁業者意識も客観的に評価できる指標を持つことが不可欠である。しかしながら、こませ網漁業者の意識については、これまで調査、研究が十分に行われていなかった。そこで本研究では、こませ網漁業者が許容できる一般航行船舶との離隔距離についてアンケート調査を実施し、その結果、こませ網漁業者の意識をモデル化して表すことが可能となった。

(1) 離隔距離モデル

こませ網漁業者が意識するこませ網漁船および設置漁網と一般航行船舶との「限界離隔距離」と「十分離隔距離」を定義し、これら離隔距離について、接近、航過する一般航行船舶の全長と航行速力の関数で表現した。

限界離隔距離、十分離隔距離ともに、前方距離：後方距離：正横距離の比率は概ね 13:9:1 となり、十分離隔距離の大きさは、接近する一般航行船舶の全長、航行速力に関わらず限界離隔距離の概ね 30%~40%増しとなることが分かった。

これにより、こませ網漁業者は、正横方向の離隔距離に比べて前方距離および後方距離が大幅に長いことが明らかになった。こませ網漁船は漁網を設置した後、網口上部で停留して操業することから、接近してくる一般航行船舶に対して、自ら避航動作をとることが非常に困難な状況にある。それ故に、自船および設置漁網を無難に避航、航過してくれた一般航行船舶との正横方向の離隔距離については、さほどの距離を要求しないものの、接触または衝突のおそれを強く感じる前方および後方からの接近に対する離隔距離については十分な余裕を確保して欲しいという強い意識が反映されているものと考ええる。

また、前方の離隔距離の方が後方の離隔距離より長いことについては、前方から接近する一般航行船舶は常に順潮の潮流に乗って航行し、逆潮と比較して相対的な舵力減少に伴う操縦性低下が考慮されていると考えられるが、詳細については更なる検証が必要である。

(2) こませ網漁業者意識のばらつき

こませ網漁業者意識の限界離隔距離モデルおよび

Fig.19 Concept of evaluation for stownet fishing difficulty

十分離隔距離モデルに基づき、今回のアンケート調査から得られたこませ網漁業者意識のばらつきについての検討を行った。検討の結果、こませ網漁業者意識のばらつきについて、本研究にて開発した限界離隔距離モデルおよび十分離隔距離モデルから得られる離隔距離で満足するこませ網漁業者は約 40%、その 2 倍の距離を見積もると満足するこませ網漁業者は約 80%となることが分かった。

本研究におけるこませ網漁業者の限界離隔距離モデルおよび十分離隔距離モデルは、こませ網漁業者が操業中に許容できる若しくは許容できない一般航行船舶との離隔距離を表現している。したがってこれらのモデルは、船舶交通が輻輳する水域におけるこませ網漁業者の操業中の困難度を示す指標基準として利用することが可能である。また、限界離隔距離モデル並びに十分離隔距離モデルは、Fig.19 に示すようなこませ網漁業者が接近、航過する一般航行船舶に対して「十分許容できる(Acceptable)」、「許容の限界(Marginal)」、「許容できない(Un-acceptable)」といった基本的な 3 段階評価の指標として活用することが期待できる。

今後は、これらこませ網漁業者意識のモデルと、一般航行船舶の操船者の操船困難度を表す環境ストレスモデル^⑥などを併用して、こませ網漁業者と一般航行船舶の操船者の両者が許容できる離隔距離や航路内におけるこませ網漁船の操業位置パターンなどの検討に取り組んでいきたい。

参考文献

- (1) (社)瀬戸内海海上安全協会：KOMASE Booklet 備讃瀬戸海域におけるこませ網漁業漁期の安全対策について、pp.19-28, 2006.11
- (2) 日本パイロット協会：こませ網対策陳情書提出

- の経緯, 社団法人日本パイロット協会誌 “パイロット”, 第 76 号, pp.42-47, 1990.9
- (3) 財団法人中央漁業操業安全協会: 海上交通安全法の航路上における漁業操業状況調査報告書, 財団法人中央漁業操業安全協会, 1975.1
- (4) 宮部和幸: こませ網漁業最盛期における巨大船の運航について, 日本航海学会誌, 第 123 号, pp.41-50, 1995.3
- (5) 酒出昌寿・井上欣三・世良亘・本村紘治郎: 備讃瀬戸海域における込瀬網漁船の操業環境評価および一般航行船舶の航行環境評価の基礎的研究, 日本航海学会論文集, 第 119 号, pp.51-58, 2008.9
- (6) 日本パイロット協会: 共生と強調の船舶交通ルールの確定に向けて, 社団法人日本パイロット協会誌 “パイロット”, 第 114 号, pp.33-39, 2003.5
- (7) 井上欣三・宇佐美茂・柴田登紀子: 制約水域における航過距離と離隔距離に関する操船者意識のモデル化, 日本航海学会論文集, 第 90 号, pp.297-306, 1994.3
- (8) 井上欣三・増田憲司・世良亘: 海上交通安全評価のための技術的ガイドライン策定に関する研究-I. 一環境負荷の概念に基づく操船の困難性評価一, 日本航海学会論文集, 第 98 号, pp.225-234, 1998.3.

質疑応答

古莊雅生 (神戸大学):

自然科学的なアプローチによりこませ網漁船と一般航行船舶の安全航行を確保する取り組みは、長年にわたる継続的な活動に加えられる貴重なご研究であると思います。

研究の中核をなすデータの収集数が 14 件と配布全数に対して極めて少なく、統計的な意味に疑問が残ります。データ数に関してどのようにお考えでしょうか。

酒出昌寿:

ご指摘の通り、今回のこませ網漁業者意識のモデル化にあたっては、データ数が十分ではなかったかも知れません。

しかし、これまでに海上交通に関わる漁業者意識をモデル化した報告は我々の知る限りではなく、本研究によって初めて一般航行船舶と操業漁船の離隔距離についての漁業者意識をモデル化できたことに意義があると考えております。

今後、当モデルを活用していくにあたって、モデルが示す値の妥当性についても検証を重ね、必要

性があれば改善していく考えです。

竹本孝弘 (東京海洋大学):

一般航行船舶に対する前後方向の離隔距離が、正横方向の離隔距離に対して 9~13 倍と非常に長い結果となっていますが、こませ網漁船同士の前後方向の操業配置の実態はどのようになっているのでしょうか。

酒出昌寿:

こませ網漁業は、潮流に乗ってくる魚を固定した網で待ち受けて漁獲する漁法であることから、前方至近距離に他のこませ網漁船が操業している地点では漁獲が期待できず、前後距離を大きく確保して操業しています。

本研究でのモデル式から全長 300m、航行速力 18 knots の一般航行船舶との限界離隔距離は、前後距離で約 4,000m が必要になりますが、こませ網漁船同士の前後距離は概ね 5,000m 以上を確保して操業している実態が比較的多くみられます。