漁船と大型船の衝突海難に関わる データベースの構築および分析

田村 由佳¹・篠田 岳思²

Construction of Database for Collisions between Fishing Vessels and Cargo Vessels and Database Analysis

Yuka TAMURA and Takeshi SHINODA

Abstract

Most marine accidents related to vessels are caused by human errors, such as mis-perception, mis-judgment and mis-operation in functional systems, which are contributing to collisions.

The risk assessment for the collisions between fishing vessels and cargo vessels is carried out in accordance with the guidelines for FSA (Formal Safety Assessment) approved by IMO due to their high occurrence frequency and enormous damages. The records of adjudication of marine accident inquiry are analyzed by VTA and the marine casualty database is constructed focused on human factors related to the cognition and decisionmaking process at the crossing situation. Risk Control Options (RCOs) are proposed based on the database analysis and its efficiencies have been investigated considering the impact to the condition and decisionmaking factors.

Keywords: Marine casualties, Formal Safety Assessment, Collisions, Fishing vessels, Marine casualty database

キーワード: 海難、フォーマルセーフティーアセスメント、衝突、漁船、海難データベース

1. はじめに

近年、日本近海において発生した漁船と大型船の衝突海難が報道で大きく取り上げられている。一旦、海難が発生すると弱い立場である漁船側に甚大な被害が生じ、海上輸送の信頼性への影響が危惧される重要課題である。

船舶が関わる海難事故の多くは、漁船と大型船の衝突海難でも同様に安全に関する事象への誤認や誤判断、誤操作などの人的要因が関係していることが多く、この種の事故の削減には系統的な事故分析を必要としている。

これまでの研究⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾では、IMOで承認されたFSA(Formal Safety Assessment)⁽⁴⁾のガイドラインに従って、事故に関わる人的要因をデータベースとしてコード化を行い、コード化したデータベースを用いてリスク解析、衝突海難防止のための対策とその効果の推定まで一貫したリスクアセスメントとして実施する手法について検討を行っている。

本論文では、漁船と大型船の衝突海難について海難審判所及び旧海難審判庁の海難審判裁決録を基にして、衝突海難に関わる人的要因を抽出して要因のコード化を行い、これらの要因から成る衝突海難データベースを構築し、ハザードの同定と安全対策

について検討を行った結果を示す。

なお、本研究において用語として用いる「大型船」とは、漁船と比較して大型である船舶を指し、「長さ」や「総トン数」などによる具体的な数値による分類ではなく、貨物船、セメント船、コンテナ船、自動車運搬船、砂利運搬船、タンカー、液化ガス船、旅客船、カーフェリー、曳航船、押航船を指すものとする。

2. 衝突海難データベースの構築

2.1 漁船と大型船の衝突海難の実情⁽⁵⁾

2011年中に発生し、海難審判所で立件された海難は1,145件1,523隻であった。その内訳をみると、立件された件数が最も多い船種は漁船で全体の32%を占めており、それに貨物船、プレジャーボートが続いている。海難の種類別(隻)では、衝突が最も多く、全体の42%を占め、乗揚、衝突(単)が続いている。漁船の海難を種類別にみると、衝突が235隻(49%)で最多で、乗揚、機関損傷がそれに続いている。

海難に伴う死亡・行方不明者は、漁船が最多で全体の43%を占めており、負傷者数でも漁船は全体の26%を占めている。

¹ 正会員 ABS 船体技術部 (〒221-0052 横浜市神奈川区栄町1-1 アーバンスクエア横浜4F) YTamura@eagle.org

² 正会員 九州大学大学院工学研究院 (〒819-0395 福岡市西区元岡744) shinoda@nams.kyushu-u.ac.jp

このように漁船が関わる海難は発生頻度が高く、人的損害が甚大であるのが実情である。

2.2 漁船と大型船の衝突海難のリスク解析

FSA は、「Step 1 ハザードの同定」、「Step 2 リスク解析」、「Step 3 リスク削減対策・措置（リスクコントロールオプション）の策定」、「Step 4 リスクコントロールオプションの費用対効果の評価」および「Step 5 意志決定のための勧告」の5つの過程からなる。

本研究では、これまで衝突海難データベースを基にイベントツリーとベイジアンネットワークを用いて漁船と大型船の衝突海難のリスク評価を実施し、その結果とデータベース分析で得られた知見から、漁船と大型船の衝突リスクを削減するためのリスクコントロールオプション（RCOs）を策定し、その効果を推定している。⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

2.3 衝突海難データベースの構築

衝突海難データベースは、海難審判裁決録から得られる海難に関する事実、すなわち海難発生場所や、

時間、季節、気象、海象、視界の状況や対象船舶の属性（船種、船長、総トン数、船速、針路、当直状況、見合関係における義務（避航船か保持船））、初認の状況や損害と、Table 1 に示す VTA（Variation Tree Analysis、バリエーションツリー分析法）により抽出された変動要因から構成されている。

VTA により抽出された変動要因は、見合における2船の相対関係と、認知や判断に関する項目によりコード化した。見合関係における2船の相対関係から、5つの Situation「A」から「E」を設定し、それを Table 2 に示す。また、要求される項目「知覚・動静監視」、「判断」、「操船」を、それぞれ「P」、「J」、「M」とし Situation との組み合わせでコード化する。例えば、「AP」は Situation A での知覚に関わる人的要因を示している。

2004 年から 2005 年に門司海難審判庁で裁決が行われた漁船と大型船の衝突海難 57 件に VTA を適用し、変動要因を操船過程に沿って抽出、これらを「認知判断要因」として整理し、データベース項目として設定しコード化した。更に、それ以前に裁決が行われた 43 件に VTA を適用し抽出された変動要

Table 1 List of code of cognition-decisionmaking factors

Code A Detection	AP1	Success of detection		Code C Judgment	CP3	Failure of detection		
	AP2	Success of detection by radar			CP4	Insufficient watchkeeping		
	AP3	Failure of detection			CM1	No action to avoid collision		
		AP31	Distraction by other vessels		CJ6	Expect other vessel avoidance action		
		AP32	Distraction by other works			CJ61	Role by regulations	
		AP33	Improper watch			CJ62	Take action to encourage other vessels avoidance action	
		AP34	Sleeping			CJ63	Other vessel type is small vessel	
		AP35	No watch at anchoring			CJ64	Judge from experience (Small vessel avoidance action)	
	AJ1	Shipping route				CJ65	Expect other vessel action	
	AJ2	Judge as safe situation				CJ66	Under fishing operation	
		AJ21	Judge from experiences			CJ67	Failure of judgement on other vessel condition	
		AJ22	Detect no vessels by radar					
		AJ23	Recognize no vessels			CJ7	Failure of judgement on situation	
		AJ24	Expect other vessels action					
		AJ25	Follow brother vessels			CJ71	Failure of judgement (late action)	
	AJ3	Non compliance of regulations			CJ8	Improper watch assignment		
	AJ31	Improper watch assignment			CJ81	Expect co-watchers judge		
	AJ32	No report on other vessels		CM2	Failure of avoidance action			
	AJ33	Improper watch			CJ51	Failure of judgment		
	AJ34	No attention to blind zone						
	AJ4	Fatigue			DM1	No avoidance action		
	AJ41	Feel sleepiness			DP3	Failure of detection		
	AJ42	Fatigue			DP4	Insufficient watchkeeping		
	AJ43	Posture during watch (sitting...)			DM11	Unable to take action due to fishing operation		
Code B Watch keeping	BP1	Watchkeeping				DM12	Notice at close range, but unable to take action	
	BP2	Watchkeeping by radar detection				DM13	Expect other vessel action	
	BP3	Failure of detection				DM14	Tie down	
	BP4	Insufficient watchkeeping			DM2	Improper/Insufficient avoidance action		
		BP41	Distraction by other vessels		DM3	Action at close range		
		BP42	Distraction by other works			DM31	Engine operation	
		BP43	Postponent of decision			DM32	Steering operation with signal	
	BJ1	Shipping route				DM33	Steering operation without signal	
	BJ5	Misjudge on passing innocously				DM34	Reminder signal (whistle/light)	
		BJ51	Misjudgement on situation		DM35	Warning signal		
		BJ511	Judge from cursory inspection					
		BJ512	Improper watch assignment					
		BJ52	Misjudgement on crossing situation					
		BJ53	Take the action to avoid collision					
		BJ6	Expect other vessel avoidance action					
	BJ61	Role by regulations						
	BJ62	Take action to encourage other vessels avoidance action						
	BJ63	Other vessel type is small vessel						

Table 2 Definition of situation at crossing situation

Denomination of situation	Distance between two vessels	Prescriptive Maneuvering
Situation A	Equal and more than 2 miles	Detection of opponent vessel
Situation B	Less than 2 miles	Watchkeeping
Situation C	Less than 1 mile	Judge of avoidance and formulaic maneuvering
Situation D	Less than 0.5 mile	Danger of collision and cooperative maneuvering to avoid against collision
Situation E	Close range

Fig.1 Collision by year

Fig.2 Collision by month

因は、2年分の裁決録 57 件から得られた変動要因に全て含まれていたことから、これらの認知判断要因をデータベース項目として確定した。更にデータを加え 1998 年から 2008 年までに裁決が言い渡された 217 件のデータベースを構築した。本論文では一般に公開されているデータ（ここでは裁決録）からデータベースを構築する手法と、条件ごとに抽出したデータの集計分析結果を示している。本研究では、データベース構築に Filemaker を用いた。

3. 衝突海難データベース分析結果

3.1 集計による分析結果

(1) 衝突海難の発生状況

漁船と大型船の衝突海難年別発生状況を Fig.1 に示す。多い年では、門司地方海難審判所管轄内で年間 24 件の衝突海難が発生しており、1997 年から 2007 年までに発生した件数の平均を取ると年間

Fig.3 Collision by weather condition

Fig.4 Collision by time

18.3 件の衝突海難が発生している。

Fig.2 に月別発生状況を示す。1995 年から 2009 年に発生した月平均を取ると 1 ヶ月あたり 18.1 回の衝突海難が発生している。特に、6 月、8 月、9 月、11 月に平均を上回る件数が発生している。漁船の出漁回数は、通常冬期より夏期の方が多く、月別発生件数をみても、夏期の方が衝突海難が多いことから、漁船の操業状態が衝突海難の発生件数には関連があると考えられる。

衝突海難発生当時の天候は Fig.3 に示すように、62% が晴れの時に発生しており、もやの場合が 2%、視界制限状態の場合が 6% となっている。このことから、門司海難審判所管内では悪天候や視界制限状態は主要因にはならず、操船者や当直者の見張りや動静監視の成否によるところが大きいと考えられる。ただし、天候や海象は海域によるものが大きいので、他海域でも同様のことが言えるとは限らない。

時刻別発生状況は Fig.4 に示すように、明け方の 3 時から 6 時、7 時から 9 時、13 時から 16 時、20 時から 21 時に発生ピークが現れていることが分かる。明け方の時間帯は、漁船の出漁時間帯にあたっているため漁船数が多いこと、また眠気を感じ易い時間帯であることから、発生件数が多いと推察される。13 時から 16 時のピークは、漁船の帰港時間帯にあたっていて漁船数が多いこと、また昼食後に眠気を感じ易い時期にあるためと推察できる。

Fig.5 に漁船または大型船の操船者が居眠りをし、相手船を知覚できないまま衝突に至った場合の時間帯別発生状況を示す。特に漁船においては、居眠り

Fig.5 Sleeping by time (fishing vessels and cargo vessels)

の発生の傾向が海難発生のそれと似ており、大型船においては夜間と早朝に居眠りが多くなっている。

(2) 漁船の基本情報と海難発生時の状況

データベースには、「漁船」が93%、「遊漁船」が6件、「その他」9件が入力されている。その他には、モーターボートとプレジャーボートが含まれており、それらの目的が「釣り」であり、操船者の挙動や船の動向が漁船に類似していることから本データベースに含めている。

漁船の総トン数は、5トン未満が51%、5トン以上10トン未満が13%、10トン以上20トン未満が24%で、20トン未満が88%を占めている。一方で、50トン以上の大型漁船が8%あった。

漁船の船体の材質は、89%がFRPで、木製が3%であった。これらの材質は、レーダー波の反射率が悪く大型船のレーダーでは探知されにくいことため発見が遅れる可能性がある。2010年10月1日以降に建造される小型船舶にはレーダー反射器の設置が義務づけられたが、これ以前に建造された小型船舶には設置の義務がないため、漁船にレーダー反射器を設置していないケースが多い。データベースによると、大型船のレーダーにより探知された漁船は25隻あり、それらの材質の内訳はFRPが24隻、木製が1件であった。なお、これらの漁船におけるレーダー反射器設置の有無は不明である。

海難発生時の漁船の状況についてみると、漁船が避航船の場合は38%で、漁船が回避行動をとることを義務づけられている場合の方が少なかった。なお、ここでは行会いのように漁船と大型船の両船が避航船である場合を含んでいる。海難発生当時に航行中であった漁船は80%で、そのうち出漁中が32%、帰港中であったものが45%である。停泊中が1%、漂流中が10%、錨泊中が8%で、漁労に従事中は全体の27%であった。漁労に従事中の内訳は、58%が航行中、5%が停泊中、27%が漂流中、10%が錨泊中で、217件のうち「DM11：漁労の形態上身動き取れず」回避動作ができなかったケースは1件だけであった。このように、漁労中であるという理由で衝突を避けることができなかった場合は少なく、3.3で述べる様に漁船の場合、出漁中は漁労の準備をしたり、帰港中は出荷の準備をしたりなど、航行中に他の作業に気を取られて見張りが不十分になる場合が多く、航行中は安全に航海することが最

優先である共通認識をもつ必要がある。

漁船の当直態勢は、単独乗組が55%、複数乗組で単独当直が42%、複数当直が3%と単独当直がほとんどである。そのため、見落としや居眠りをした場合に、見張りを補佐する人がいないため一つのミスが重大な結果に繋がる。また複数当直であっても、知覚や動静監視過程での失敗から衝突に至るケースが多いことから、単独当直で有効な対策の検討が必要である。

(3) 大型船の基本情報と海難発生時の状況

大型船の船種は、貨物船が67%、油送船が17%、旅客船が4%となっており、ケミカルタンカー、起重機船、引船、台船、作業船、押船が合わせて12%となっている。

大型船の総トン数は、100トン以上から6000トン未満までまんべんなく分布している。航行海域別にみると、内航船137隻のうち、最多が100トン以上300トン未満で30%、300トン以上500トン未満が20%と、500トン未満が半数を占めている。一方、外航船では80隻のうち、1000トン以上3000トン未満が最多で35%、3000トン以上6000トン未満で29%となっており、1000トン以上6000トン未満で外航船全体の64%を占めている。一般的に、総トン数や船長が大きくなれば、操縦性能が低下し、とっさの回避動作を取ることが難しくなる。そのため、大型船の場合、早い時期に相手船を発見し回避動作を取ることが必要となる。

217件中、大型船が避航船であった場合は63%で、避航義務を有していたが衝突を回避できなかった場合が多いことが分かる。3.2に述べる様に大型船の場合、避航船であっても、相手が機動力のある漁船であるという理由から、漁船の避航動作を期待するケースが多く、また衝突海難発生時、95%が航行中で、大型船では、ほとんどの場合で、避航船であっても保持船であっても衝突回避のための動作を取ることができる状態にある。漁船の衝突時の状態でも、航行中であることが多いことから、漁労に従事している時と異なり、想定外の挙動を取ることが少ないと推察されるので、相手が漁船であっても見合関係発生時の原則に従うことが衝突回避には有効であることが分かる。

海難発生時の当直状況は、単独当直が50%、複数当直であったが事故当時単独当直であった場合が7%、複数当直が41%となっており、当直が複数いても知覚や動静監視失敗が発生していることから、複数当直にすることが必ずしも有効な対策ではなく、昨今の単独当直の増加傾向を鑑みて当直人数によらない有効な対策の導入が必要である。また、外国人乗組員であった場合が25%を占めていた。

さらに、AISの搭載状況を調べると、搭載が確認された大型船が全体の4%あり、AISの搭載義務があるが裁決録に搭載の明記がなかった船舶が8%、残りの88%が搭載義務のない船舶であった。本データベースに入力された衝突海難発生日時では、AIS搭載義務を有している船舶が少なかったものの、AIS搭載が即ち衝突海難の回避に繋がらないことが分かる。AISを含む航海支援装置は適切に使用して

効力を発揮するものであるので、搭載義務のみならず使用方法や使用義務も徹底していくことが対策として必須である。

(4) 被害状況

衝突海難による漁船の損害状況をみると、少なくとも何らかの物損が生じており、圧壊・圧損や損傷・損壊が最多で46%を占め、次いで破損・破口や亀裂が40%となっている。また217件中、転覆18件(8%)、沈没12件(6%)、廃船18件(8%)といった重大な物損も発生している。人的被害についてみると、負傷が67名、行方不明が1名、死亡が13名となっており、漁船側の被害が甚大である事が分かる。

大型船の被害状況は、漁船と比較して被害項目が少なく、損害の程度も軽微であることが多い。損傷なしが7%、擦過傷が最多で66%、凹損・曲損が18%、艀装品損傷が12%となっている。一方で船体に甚大な影響を与える破口が6件、浸水・沈没が1件ある(複数回答)。人的損害についてみると、負傷と行方不明は0名であるが、死亡者3名を出した衝突海難が1件ある。これは比較的大型の漁船(総トン数296トン)が貨物船(総トン数1498トン)の左舷中央部に原速力(8ノット)のまま前方から60度の角度で衝突したもので、貨物船は左舷中央部に破口を生じ、浸水して沈没した。漁船は船首外板および球状船首に凹損を生じたがのちに修理されている。この例にあるように、大型船であっても、状況によっては漁船との衝突で沈没し甚大な損害を出すことがある。

3.2 認知判断要因分析

(1) Situation A「知覚」

Fig.6(a)に知覚段階の知覚判断要因の分布を示す。漁船では、知覚失敗が70%に達しており、その背景要因では「AP32:他の作業に気を取られる」が37%、「AP33:見張り態勢の不備」が53%と突出している。これらの背景要因は、「AJ23:一瞥・一見のみで見合関係となり得る他船を認めなかった」ことから「AJ2:安全と判断」し、見張りが疎かになっ

たことが読み取れる。居眠りは10%で、全ての場合で「AJ41:眠気を感じるも大丈夫だと思って」何も対策を取らず、居眠りに陥っている。漁船の場合、航行中は安全に留意することが義務であっても、その主たる目的が漁業であるため、出漁・帰港中に漁労の準備や漁獲物出荷の準備などをすることから、「AP32」や「AP33」が多い結果になると考えられる。

大型船の場合、知覚成功が54%、レーダー探知成功が12%(複数回答)となっており、これは大型船の主目的が海上輸送かつ安全航海であること、また航海機器が充実しているため成功件数が多いと推察される。知覚失敗は44%である。見張り失敗の要因は、「AP33:見張り態勢の不備」が最多で37%、「AP31:他船に気を取られる」が11%で続いている。居眠りは4%と少ない。

(2) Situation B「動静監視」

漁船の場合、Fig.6(b)に示すように、69%が知覚失敗継続のため、動静監視段階まで進んでいない。また「BP4:動静監視不十分」も22%と多い。

大型船の場合、「BP3:知覚失敗状態継続」が最多で44%となっており、それに「BP4:動静監視不十分」が26%で続く。「BP4」の要因をみると、「BJ51:誤判断」により「BJ5:無難に航過すると思う」が15%と多い。

(3) Situation C「判断」

漁船の場合、Fig.6(c)に示すように、69%が「CP3:知覚失敗状態継続」で突出しており、「CP4:動静監視不十分状態」が22%で続いている。

大型船の場合、「CM1:避航動作なし」が26%、「CJ6:相手の避航期待」が23%、「CJ62:自船が相手の避航を促す行為をとった」が15%で多い。これは、漁船に避航を促し、漁船の避航動作を期待して自ら動作を取らない傾向にあるといえる。特にこの傾向は保持船で顕著である。また、「CM2:避航動作失敗」は8%である。これは避航船に顕著な傾向で、避航動作を取るものの、状況の「CJ51:誤判断」等で回避動作が失敗することがあることを示している。

(4) Situation D「回避動作」

漁船の場合、Fig.6(d)に示すように、「DM1:回避

Fig.6(a) Cognition-decisionmaking factors (Situation A)

Fig.6 (b) Cognition-decisionmaking factors (Situation B)

Fig.6 (c) Cognition-decisionmaking factors (Situation C)

Fig.6 (d) Cognition-decisionmaking factors (Situation D)

動作なし」が68%と突出して多く、14%が「DM12: 至近で気付くも何も出来ず」となっている。「DM3: 至近で回避動作」が31%で、その内訳は「DM31: 機関操作」が22%、「DM33: 操船信号なしの舵操作」が12%となっている。

大型船の場合、「DM3」が60%、「DM33」が47%と突出して高く、これは避航船・保持船の避航義務によらない。大型船の場合、漁船との距離が至近に至る段階では、73%が漁船の存在を認知しており、衝突の危険に気がつき回避動作を取るも時期が遅くて衝突に至ることが多いことが分かる。回避動作も、「DM31」の割合は低く、「DM33」が47%、「DM34: 注意喚起信号（汽笛・探照灯）」が21%と多く見られる。これは、大型船の場合、機関を操作しても効果が出るまでに時間がかかること、また至近に至った場合、機動力があり小回りが利く漁船にとっさの回避をしてもらう方が衝突回避の可能性が高いためと考えられる。

以上のように、漁船と大型船では各段階における認知判断要因の傾向が異なり、漁船は知覚失敗により衝突に至る場合が多く、大型船は漁船の避航を期待して回避動作を取らなかったり、そのタイミングが遅れて衝突に至る場合が多いことが分かった。

3.3 見合状況の実態

Fig.7 (a) に漁船の初認から衝突までの時間を示す。初認なしが39%、初認から衝突までが10秒以

Fig.7 (a) Time from detection to collision (fishing vessel)

Fig.7 (b) Time from visible point to collision (fishing vessel)

下が27%とこれだけで66%を占めている。初認から衝突までの時間が10秒以下の場合、回避は不可能だと考えられるので、これらは知覚失敗により衝突したといえる。漁船の場合、機動力や操縦性から初認から衝突までの時間的余裕が1分程度あれば、とっさの動作で衝突を回避できると推察されるが、衝突までの時間が1分以上あるのは32%である。すなわち、漁船が衝突の危険に気がついて避航義務によらず時間と距離に余裕がある時に回避動作を取っていれば、これらの衝突は回避することができたと推察される。距離でみると、初認なしと、至近距離で初認が67%を占め、見合関係発生と定義される2海里以上、相手船が離れた段階で初認したのは16%であった。

Fig.7 (b) に初認可能時刻から衝突までの時間を示す。1分以上あった場合が70%あり、適切に見張りを行っていれば、少なくともとっさの操船で衝突を回避できていた場合が多いことが分かる。

Fig.7 (c) に大型船の初認から衝突までの時間を示す。初認なしが25%、10秒以下が14%で全体の39%を占める。初認時の漁船との距離を見ると、2海里以上が29%、1-2海里が15%で全体の44%を占める。大型船の場合、操縦性能に制限があるので、余裕をもって衝突を回避できる時間と距離は漁船のそれらより長くなるが、相手船が漁船の場合、1海里あれば見合関係や衝突のおそれを解消できると推察できることから、約4割は大型船側の対応で衝突が回避できたといえる。

Fig.7 (c) Time from detection to collision (cargo vessel)

Fig.7 (d) Time from visible point to collision (cargo vessel)

Fig.7 (d) に初認可能時刻を示す。初認可能時の漁船との距離をみると、1 海里以上が 57%、0.5 海里以上が 83% となり、漁船の場合と同様、知覚が成功していれば、大型船であっても余裕をもって見合関係解消や衝突回避ができたと考えられる。

このように、実際の状況は早い段階での知覚が可能であったが、初認なしや初認が遅れる場合が多く衝突に至っている。

4. 対策の策定と効果の推定

データベース分析結果から、衝突海難は知覚失敗によるものが多く、早い段階での知覚を補助する対策が重要であるとの知見を得た。そこで、次の 4 つの対策 RCO 1) 改良型レーダーリフレクタ、RCO 2) 夜間の視認性改善のための形象物、RCO 3) 衝突警報装置および RCO 4) 簡易型 AIS を提案する。これらの RCO は全て漁船に設置され、RCO 1 と RCO 2 は大型船による漁船の知覚向上のため、RCO 3 は漁船による大型船の知覚向上および動静監視補助のため、RCO 4 は漁船と大型船双方の知覚向上の効果が期待できる。

Table 3 に RCO の認知判断要因への効果を検討した結果を示す。表中「E」で示したものが効果あり、「Fair」で示したものが条件付きで効果ありと推定した。空欄の場合は、効果が期待できないものである。ここで、条件付きで効果ありとしたのは、例えば「AP32：他の作業に気を取られる」では、見張りを怠っているので、適切な見張り態勢にすることが先決である。このように知覚の成否が見張りや動静監視の態勢が適切であったかによるところが大きい場合、高性能な機器を搭載して明確に相手船を知覚できる状態であっても発見にはいたらないので、このような場合は、「見張り態勢が適切である」という前提条件付きで RCO の搭載が効果的であると考えている。

次に、早い段階で知覚が成功することにより、衝突海難削減にどの程度効果があるかを検討する。ここでは、関門海域で 1998 年から 2006 年までの 9 年間に発生した衝突海難を用いる。Table 1 の Situation C までに知覚した場合を知覚成功、それ以降を知覚失敗と定義すると、全衝突確率と知覚成功の場合の

Table 3 Efficiency of RCOs

Code	RCO 1	RCO 2	RCO 3	RCO 4
AP31	E	E	E	Fair
AJ22	E			Fair
BP41	E	E	E	Fair

E : Effective、Fair : Effective with conditions

Table 4 Estimated reduction of cases by RCO1

Seq. No.	Num of Cases	AP31	AJ22	BP41	AP31 & AJ22	Reduced Num.
S8	1	-	-	1	-	0.5
S10	2	-	-	1	-	0.5
S16	17	6	2	-	1	3.5

衝突確率は、漁船で 1 : 0.44、大型船で 1 : 0.57 で、知覚成功による衝突確率の削減率は 50% と推定できる。これを RCO の効果の検討に用いる。

Table 4 に RCO1 「改良型レーダーリフレクタ」の効果は衝突海難発生件数から推定した結果を示す。Table 3 から RCO1 は、「AP31：他船に気を取られる」、「AJ22：レーダーで見合関係となり得る他船認めず」および「BP41：他船に気を取られる」に効果があると推定される。1998 年から 2006 年までに関門海域で発生した衝突海難のうち、AP31、AJ22 および BP41 のいずれかが要因である衝突が 20 件ある。例えば、イベントツリーのシーケンスナンバー S8 を見ると BP41 を要因にもつ衝突が 1 件あり、RCO1 により BP41 を起因とする衝突が 50% 削減できるとすると、0.5 件の衝突が削減されると推定する。このように、他の場合についても検討を行うと合計 4.5 件削減となる。

全ての RCO の効果をこのように検討した結果、衝突海難発生件数の削減率は、RCO3 が最大で 40%、RCO4 が 31%、RCO 3 と RCO4 を同時に適用した場合が 42% となった。このように、データベース分析と認知判断要因を用いて RCO の効果の検討が可能となる。

5. 結論

バリエーションツリー分析法を用いて、衝突海難における人的要因を抽出し、それらを 2 船の見合関係の進展状況に着目して認知判断要因としてコード化し、衝突海難データベースを構築した。データベース分析から得られた知見と認知判断要因に着目した衝突海難の傾向をもとに、衝突海難削減のための対策を提案した。さらに、認知判断要因を用いて対策の効果を検討した。

このように、認知判断要因を用いて、FSA における Step1 ハザードの同定、Step 2 リスク解析および Step 3 RCOs の策定と効果の推定を一貫して行うことができることを、漁船と大型船の衝突海難を例にとり、提案する手法の有効性を示すことができた。

参考文献

- (1) Yuka Tamura and Takeshi Shionda: Safety Assessment with Marine Casualty Data on Collision Accidents between Fishing Vessels and Cargo Vessels, Proceedings of the International Society of Offshore and Polar Engineers, pp.641-648, 2009.
- (2) 篠田岳思・田村由佳：人的要因を考慮した衝突海難のリスク解析に関する研究－漁船と大型船の衝突事故への適用－、日本航海学会論文集、No.124, pp.11-19, 2011.
- (3) 篠田岳思・下川和宏・田村由佳：ベイジアンネットワークを適用した漁船と大型船の衝突海難のリスク解析に関する研究、日本航海学会論文集、No.127, pp.165-174, 2012.
- (4) IMO: IMO MSC83/INF2, MSC/Circ.1023 & MEPC/Circ. 392.
- (5) 国土交通省海難審判所：平成 24 年度版レポート海難審判，平成 24 年 12 月 20 日発刊。