

沿海海域における衝突海難と海上交通流の分析

正会員 伊藤 博子*
正会員 工藤 潤一*

正会員 石村 恵以子*
森 有司**

Analysis of collision casualty and of ship traffic flow in coastal area

by Hiroko Itoh, Member
Junichi Kudou, Member

Eiko Ishimura, Member
Yuji Mori

Key Words: Ship collision risk, collision casualty analysis, traffic flow analysis, spatial distribution

1. 緒言

自然再生エネルギー需要の高まりから、海洋空間を利用した発電施設が各地で検討され、設置場所として陸岸から数十海里程度の位置が選定されている。一方、国内を航行する船舶の多くは、沿海区域と呼ばれる船舶安全法に定められる水域のひとつを航行するが、これは海岸から 20 海里以内と定められている。このため、両者は同じ海洋空間に共存することとなり、海上交通の安全面から十分な配慮が求められる。

航行中の船舶の衝突リスクおよび海洋利用による周辺船舶への影響を推定するためには、この海域における事故と通航の実態を把握する必要がある。本論文では、船舶の衝突頻度を推定するために必要な情報として、発生しうる衝突の分類型をこの海域の衝突海難のデータから特定し、これと併せて航跡データから通航方向および通航量について分析する。

2. 対象海域と過去の衝突海難

2.1 対象海域と船種

陸岸から約 20 海里の範囲のうち、主要港湾周辺を除く部分を沿海海域と呼び、ここを輸送のために往来する船舶（以下、商船という）を分析対象とする。ここでは、対象海域として福島県沖周辺の沿海海域、北緯 36.5 度~38.0 度、東経 140.5 度~141.5 度の範囲を考える。

2.2 平成 2 年から 20 年の衝突海難

平成 20 年までに国内で、または日本籍船により発生した海難のうち、当時の海難審判庁が裁決を行ったものについては、海難審判庁裁決録として記録されている。著者らはこのうち平成 2 年以降の裁決をデータベース化し、発生場所や記述から推定される事故前の航跡を抽出した。衝突海難は、当該船舶が商船であるか漁船であるかによって態様が大きく異なる¹⁾ことから、ここでは両者が商船であったものについて考えることとし、対象海域における衝突海難のうち両者が商船であったケースを裁決録データベースから取得した。その発生場所を Fig. 1 に示す。図では、番号の付いた丸印が衝突地点を表し、推定された事故前の航跡を線で表した。

上の条件で得られた衝突海難は全部で 15 件あった。態様でみると、南航船と北航船が一隻ずつの組合せである件が最も多く、#13 を除く 14 件が該当した。また、霧による狭視界下での発生が最も多く、#13 と #15 を除く 13 件が該当した。このうち、#15 は、夜間における初認時の見誤りによる監視離れが原因として指摘されていた。#13 は港内での圧流によるものであった。

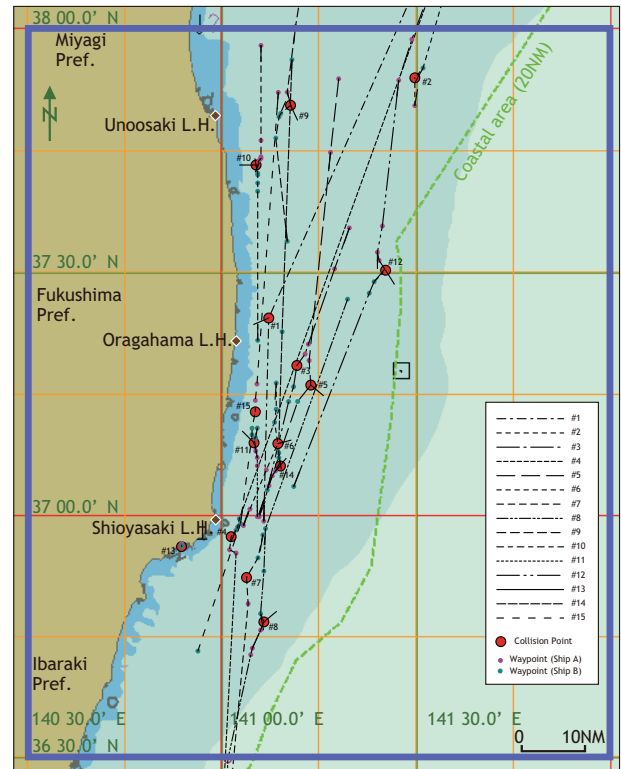


Fig. 1 Collision points and tracks in which both of the involved ships were merchant. (Accidents between 1990 and 2008 from reports of Marine Accidents Inquiry Agency)

2.3 平成 20 年以降の衝突海難

平成 20 年以降の船舶事故については、運輸安全委員会が主要なものについて船舶事故調査を行い、ホームページを通じて報告書を公開している。これを確認したところ、当該エリア内において平成 20 年以降に発生した衝突事故はいずれも商船と漁船、或いは漁船同士によるもので、商船同士による衝突海難がないことが分かった。

* 独立行政法人 海上技術安全研究所

** 一般社団法人 日本船用工業会

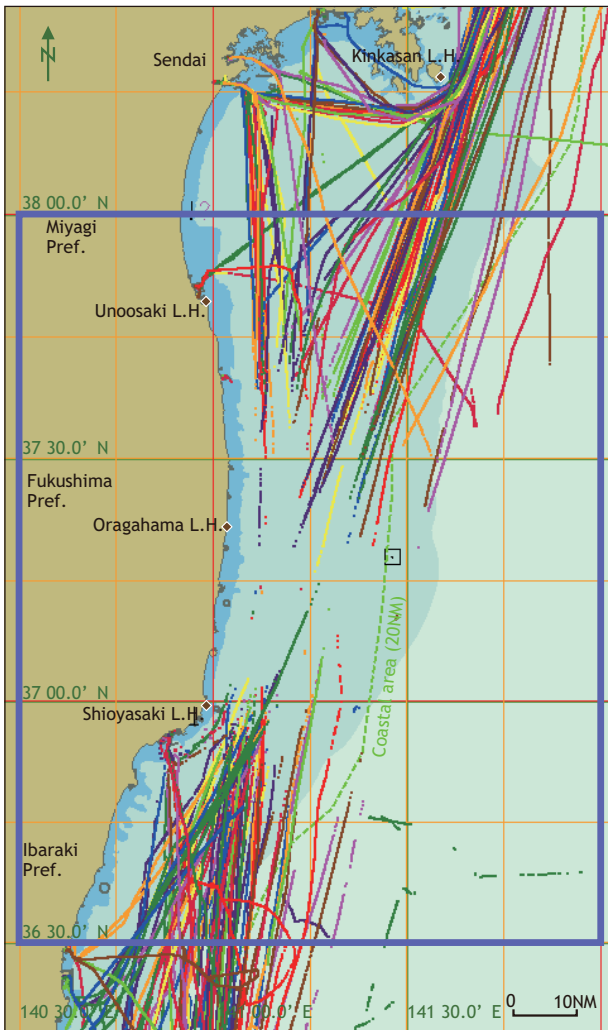


Fig. 2 AIS ship trails in and around the target area. (Oct 31, 2013)

3. 対象海域の交通流

3.1 航跡の概観

対象海域の AIS 航跡データによる通航船舶一日分の航跡を Fig. 2 に示す。一部観測できていない箇所が存在するものの、前後の航過点から内挿すれば概ねその前後との連続性が保たれ、船舶の動きとみなせることが分かった。図より、この付近の交通は基本的に南北を向いており、鶴ノ尾埼灯台の北に位置する相馬港と塩屋埼灯台の南に位置する小名浜港への出入の他は航過していくものと分かる。対象エリアの北側は東の金華山灯台沖を航過する船群と西の仙台方面に出入する船群に分かれる。南側は、一部が鹿島港に出入する他は銚子沖を航過する。また、東西方向の分布では、20 海里の沿海区域内を航行する船舶が多いことが分かる。

著者らは、福島県沖の海域にて実際に通航が一時的に制限されていたエリアの周辺を観察し、制限エリア近くに多くの船舶が集中すること、船舶の交通がエリアの北側において金華山沖と仙台方面の 2 方向に分かれることを報告した²⁾。そこで、本研究ではあらかじめこの 2 方向への往来船群を分離して、各群における避航行動を分析する。

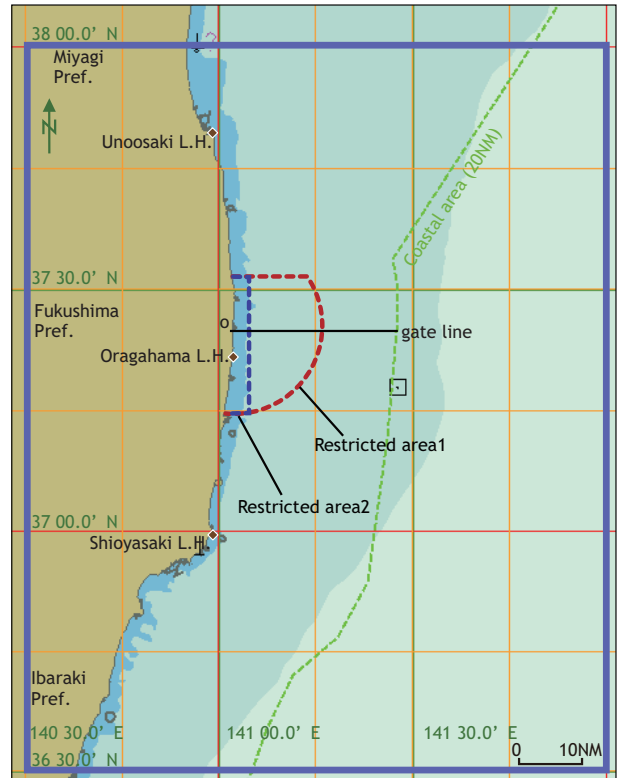


Fig. 3 Restricted areas before and after area modification on August 2012.

3.2 対象海域の交通量

この海域には 2012 年 8 月を境に立入制限区域が変更となった箇所がある。Fig. 3 に変更前後の制限区域を示す。制限区域 1 は変更前の状態を表し、円弧の部分は半径 20 キロメートルであった。制限区域 2 は陸岸から約 5 キロメートルとされた。制限区域 1 が適用されていた期間のうち 2012 年 7 月 1 日から同 31 日までの 31 日間 (以下、制限区域 1 の期間という) と、制限区域 2 に変更となった後の 2012 年 12 月 1 日から同 31 日までの 31 日間 (以下、制限区域 2 の期間という) について、各船舶の航跡から金華山灯台沖方面と仙台方面に分け、さらに北航と南航に分けた。Fig. 3 に示すように仮想的なゲートライン (以下ゲートと呼ぶ) を設け、ゲートを横切った航跡の数を通航量として取得し、Table 1 にまとめた。

Table 1 Observed ship number at virtual gate line by status of restricted area, route, and direction.

Status of restricted area (Observation period)	Route	Direction	Observed ship number
Restricted area 1 (June 1-31, 2012)	Kinkasan	N/B	270
	Kinkasan	S/B	276
	Sendai	N/B	134
	Sendai	S/B	159
	Other	—	20
Total			859
Restricted area 2 (Dec. 1-31, 2012)	Kinkasan	N/B	150
	Kinkasan	S/B	176
	Sendai	N/B	123
	Sendai	S/B	163
	Other	—	15
Total			627

ここで商船を抽出するため、AIS 静的データの Ship type が 60 (passenger), 70 (cargoes), 80 (tankers) 番台のものを使用し、他の船種のもの、金華山と仙台のいずれにも向かわなかったものについてはその他に分類した。

4. 航行制限による船舶交通への影響

4.1 制限区域が航路に大きく影響している場合

変更となった制限区域に対し、それぞれの時期で船舶がどのように避航しているかを考察する。ゲート上、陸岸側に原点をとり、沖側が正となるよう x 軸を設定する。沿海区域境界線との交差点座標は、 $x = 38065(\text{m})$ 、制限区域 1 との交差点座標は、 $x = 20757(\text{m})$ 、制限区域 2 との交差点座標は $x = 5757(\text{m})$ であった。

Fig. 4 に制限区域 1 の期間における金華山沖を航過した北航船群のゲート通航位置の x 座標の分布を示す。観測値は、AIS 航跡データとゲートの交差点座標を表し、ガンマ分布は観測データから位置、形状、尺度の母数を推定して得られた 3 母数ガンマ分布による理論値を表す。ヒストグラムの階級は 2000 メートルとした。母数の推定には陸岸から沿海区域境界線までの交差点座標を使用した。

図より、分布は制限区域内にはほとんど見られず、境界線付近から始まり、急速にその数が上昇して $x = 28000 \sim 30000$ に最頻値を持つことが分かる。沿海区域の境界線との可航幅は 17 キロメートル余りであるが、最頻値はその中央に位置し、沖側にはやや裾の長い分布となっていた。同期間、同方面の南航船群も同様の傾向を持っていた。

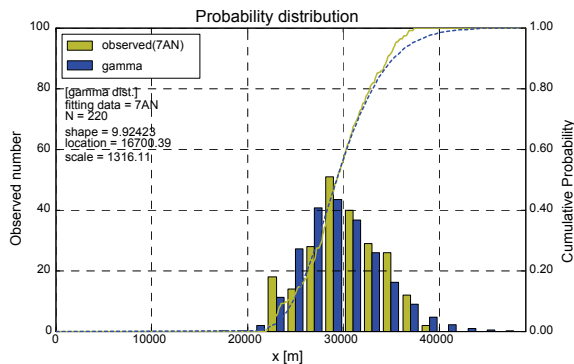


Fig. 4 Spatial distribution of crossing point at gate line (Restriction area 1; Northbound traffic to Kinkasan; 31 days period).

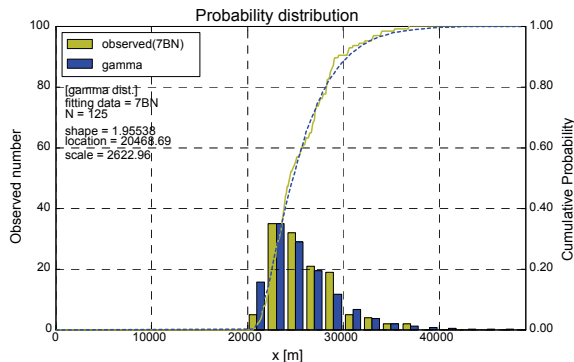


Fig. 5 Spatial distribution of crossing point at gate line (Restriction area 1; Northbound traffic to Sendai; 31 days period).

Fig. 5 は、同じ期間に仙台方面に向かう北航船群のゲート通航位置の分布を表す。最頻値の階級が $x = 22000 \sim 24000$ となっており、左前方に位置する仙台方向への航行距離を最小化するように、制限区域直近を航過する船舶が多いことが分かる。累積分布における急な勾配は最頻値付近への集中が強いことを表現している。

4.2 制限区域が航路に影響しない場合

Fig. 3 より、制限区域 2 の場合、制限される区域が陸岸付近の浅所のみであるため船舶の航行への影響は無視できると考えられ、これを影響のない場合として分析する。

Fig. 6 に制限区域 2 の期間における金華山沖を航過した北航船群のゲート通航位置分布を示す。分布形状は Fig. 4 と類似しているが、最頻値が 22000~24000 の階級にあり、分布の位置が左に寄っていることが分かる。また、裾が左側にも長く、陸岸近くを航行する船舶が一定数あることを表している。他の海域では、陸岸近くを小型の船舶が航行しているとの分析結果も報告した³⁾が、本研究の対象海域についても今後詳しく調べる必要がある。

Fig. 7 は、同じ期間に仙台方面に向かう北航船群のゲート通航位置分布を表す。Fig. 5 と比較して、分布の開始位置が大きく左に移動しており、全体の形状は左右に引き伸ばしたようになっていた。

同じ方面毎に制限区域 1, 2 の期間を比較すると、分布の場所と広がり異なるが、形状は類似していることが分かる。ガンマ分布の母数からも形状母数は近く、尺度母数は範囲を狭めた場合に小さくなり、位置母数は分布の開始位置に応じた大きさとなっていることが分かる。

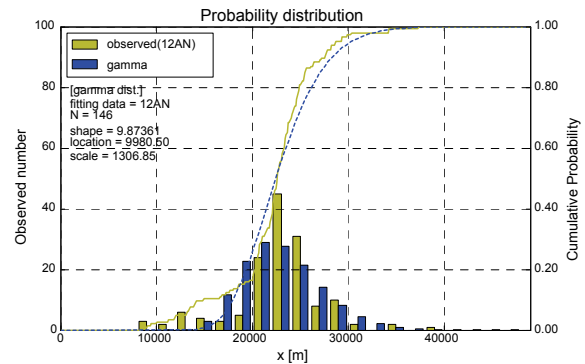


Fig. 6 Spatial distribution of crossing point at gate line (Restriction area 2; Northbound traffic to Kinkasan; 31 days period).

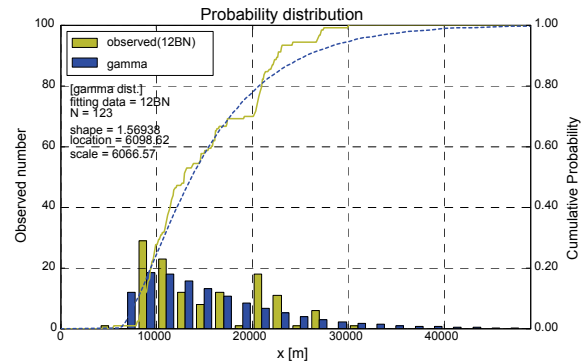


Fig. 7 Spatial distribution of crossing point at gate line (Restriction area 2; Northbound traffic to Sendai; 31 days period).

以上のように確率分布関数を用いて分布を表すことができ、分布の形状と母数の関係が分かったので、今後はこれらを用いて航行制限による船舶交通への影響をさらに調査していきたい。

5. 結 言

本研究では、沿海海域における海洋利用を行った場合の船舶交通への影響を推定するために、沿海海域に多い衝突海難の種類を特定した。また、海域内に航行制限が発生した場合の船舶の避航の実態について AIS 航跡データを用いて分析を行った。船舶の通航位置の空間分布を確率分布関数によって表現することができ、その特徴と母数の関係を整理することができたので、今後は海洋利用等による航行制限の影響を予測できるようにしたい。

謝 辞

本研究の一部は、東京大学からの委託業務「浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業に係る航行安全性の評価」によった。

参 考 文 献

- 1) Hiroko Itoh *et.al.* : Cognitive Model of Maritime Navigation and Its Use for Collision Accident Analysis, Proc. of 2012 Fifth International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology, 2012, pp.93-99.
- 2) 工藤潤一, 伊藤博子, 森有司, 西崎ちひろ: AIS を用いた航行制限の影響の調査, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 17 号, 2013, pp.187-190.
- 3) 伊藤博子, 石村恵以子, 工藤潤一, 森有司: AIS 情報を用いた沿海海域における船舶の遭遇頻度の推定, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 16 号, 2013, pp.309-312.