衝突事故再発防止のための事故発生地点情報の活用について

南 真紀子¹・庄司 るり²

Effective Use of Accident Point Information to Prevent Collisions

Makiko MINAMI and Ruri SHOJI

Abstract

In recent years, marine accidents hardly decrease. There are about 1000 marine accidents per year in Japan. From investigation data of Japan Transport Safety Board, we found out that marine accidents, especially collisions occurred at similar place and from similar cause. Therefore we made a Hazard map of marine accidents. It displays accident point on the map. Thus, a sea area in which many collisions frequently occurs can be known at a glance.

In this study, we analysis an occurrence trend of collisions in Tokyo Bay and consider the utilization method of collision occurrence point information when making a navigation plan.

Keywords : collision avoidance, Hazard map, Kernel density estimation

キーワード: 衝突回避、船舶事故ハザードマップ、カーネル密度分布

1. はじめに

運輸安全委員会では、船舶事故ハザードマップを作成し、インターネット上で公開した⁽¹⁾。本ハザードマップは、利用者に予め対象海域の危険性を認識してもらうものである。それをさらに充実させ、使いやすいものにするため、情報を効率的に提供する方法を検討している。

本研究では、まず東京湾の商船が関係する衝突事故発生状況について、見合い関係や事故発生時刻等に注目して分析した。そして、事故発生地点情報から得られる事故発生密度を用いて、航海計画作成時に予定航路の危険度を推定し、注意喚起を促す時間帯や場所を示すことを試みた。

2.1 見合い関係別及び天候別による発生状況

船舶事故ハザードマップによると 1998 年から 2013 年に東京湾で発生した商船が関係した衝突事故は、215 件であった⁽¹⁾。見合い関係別の事故発生割合を図 1 に示す。最も多いのは、漂流中や漁労中など少なくとも一方が停泊または停留している場合であるが横切りもほぼ同数発生している。そして、この 2 状態で全体の 7 割以上を占めている。

図 1 見合い関係別衝突事故発生割合

2. 東京湾の衝突事故発生状況

¹ 正会員 海上技術安全研究所（研究時、運輸安全委員会）

² 正会員 東京海洋大学

図2 天候別衝突事故発生件数

図3 衝突事故発生地点

次に、天候別の発生件数を図2に示す。晴れが最も多く、雨と霧はほぼ同数となっている。しかし、横浜気象台の平年値（統計期間 1981～2010）⁽²⁾によれば、1mm以上の降水があった日数は、年間 105.3日 (28.9%) であるのに対し、霧日数は年間 8日 (2.2%) であり、霧の時の発生頻度が大きいことが分かる。

図4 見合い関係で色分けした時刻別事故発生件数

図5 船種別に色分けした時刻別事故発生件数

図6 船長別に色分けした時刻別事故発生件数

また、晴や曇では、図1の全数で見た見合い関係別発生割合と同様に横切りや停泊・停留時の衝突がほぼ同数発生し、その2状態で全体の7割を占めている。雨の時は、圧流や走錨により停泊・停留時の発生件数の割合が大きく、霧の時は、横切りや行き合い時の発生件数の割合が大きいことが分かる。

そして、図3は、衝突事故発生地点を地図上に示したものである。なお、シンボルの形状で発生時の見合い関係を示し、色で発生時の天候を示している。行き合いでは、晴れや曇では、港内など比較的地方で事故は発生しているが、雨や霧の時は、湾の中央や航路内でも事故が発生する傾向がみられる。横切りでは、天候にかかわらず横浜、川崎及び羽田

図7 衝突事故発生密度

沖の針路が交差する海域で多発している。追い越しでは、発生件数は少ないが、そのほとんどが航路内で発生している。停泊・停留では、湾の中央で漁労中の漁船との衝突がみられるが、多くは岸壁や錨地で発生している。そして、雨の時は、錨地付近で衝突の発生が多く見られ、霧では、陸から離れた場所で多く発生しており、出入港時より航行中に発生していることがわかる。

特に、横浜港付近では、東京港に向かう船舶や東京湾を横断する船舶等、行先が様々な船舶の針路が交差するため、横切り、行き合いでの衝突が多発している。また、発生場所は、陸から10kmほど離れた付近まで分布しており、出港後あるいは入港前に注意を必要とする海域が続くことを示している。

2.2 発生時刻別の発生状況

図4～図6は、発生時刻別に衝突事故の件数を示したものである。なお、図4は見合い関係により、図5は船舶の種類により、そして図6は関わった船舶のうち最も大きい船長により色分けしている。事故の発生件数は、5:00～8:00(朝方)、16:00～19:00(夕方)の時間帯で多くなっている。図4より、

朝方は、行き合いが他の時間帯に比べて多くなっており、夕方は、停泊・停留している船舶への衝突は少なく、航行中、特に横切りでの衝突が多い。図5より、朝方は、作業船などその他の船舶との衝突が他の時間帯に比べて多くなっており、夕方は、商船同士の衝突が多くなっている。また、漁船との衝突は、朝方から日中にかけて発生しているが、夕方から夜間にかけては発生件数が少なくなっている。図6より、朝方は、200m以上の巨大船や50m未満の船舶による衝突の割合が多いが、夕方は50m以上200m未満の、商船を対象と考えたとき、一般的な大きさの船舶による衝突が多くなっている。

次に、時間帯別に発生状況の地理的な分布をみるため、先行研究⁽³⁾で提案したカーネル密度関数による発生密度を用いた。図7に15:00～17:00及び17:00～19:00の状況を示している。なお、本研究では、発生密度を10段階のクラスに分けて表示した。15:00～17:00では、川崎港付近で発生密度が高くなっているが、17:00～19:00では、横浜港沖で発生密度が高くなっているなど、時間帯により分布が変化していることがわかる。

図8 AISによる交通量と予定航路

3. 予定航路上の事故発生密度の推定

3.1 推定条件

前章で、ある海域での衝突事故の発生傾向をみる場合、時間帯も考慮する必要があることが示された。一方、航海計画を立てる時、航路、出港時刻、船速等を決めることから、航行位置とその地点を航行する時刻が定まる。そこで、予定航路と出港時刻を決め、遭遇する事故発生密度の違いを求めた。

まず、対象船舶を499GT型貨物船とし船長を70.0mとした。また、予定航路は、図8に示したAISによる交通量⁽⁴⁾⁽⁵⁾から、交通量の多いところを代表的な航路とみなし、東京港を出港し浦賀水道を経て、東京湾を出る図中に赤で示したラインとした。

そして、出港時刻を15:30、16:00、16:30、17:00とした。2.2節で示したように、夕方のピークでは、航行中の船舶による事故割合が大きいこと、商船同士の事故割合が大きいこと、船長が50m～200mの船舶による事故割合が大きいことから、対象船舶にとってより注意が必要だと考えられるこの時間帯に東

京湾を航行するように出港時刻を決定した。また、速力は東京湾内であることから、12ktとした。

3.2 推定結果

図9～図12に航路に沿った衝突事故発生密度を密度が高いほど赤→緑→青となる等位線で示す。発生密度は、対象船舶が海域を通過する時刻に合わせて1時間毎に計算したものを使用しており、正時で切り替えているため連続性はない。対象船舶が正時に通過する緯度を図中に青色の破線で示す。図12において、18:00～19:00に航行する横浜沖で、事故発生密度が高くなっている。この海域では、18:00～19:00の時間帯で、1998年～2013年の15年間に商船が関わった衝突事故が、8件の発生している⁽¹⁾。それらの事故における関係した船舶の種類は、貨物船同士が5件、貨物船と押船・引船が2件、貨物船と非自航船が1件であり、漁船との衝突はなかった。見合い関係は、横切りが4件、停泊・停留が2件、追いつきと行き合いが1件ずつであった。横浜港へ出入港する船舶との針路の交差により横切りの発生が、多くなっている。また、天候は、晴れが4件、曇が3件、雨が1件であった。

図13に、出港後の衝突事故発生密度の時系列変化を示す。縦軸は、衝突事故発生密度を10段階で示したクラスであり、横軸は、出港後の経過時間である。15:30及び16:00に出港した場合、最大値は4.06であったが、16:30に出港した場合、最大値は6.27、17:00に出港した場合、最大値は9.73となった。また、17:00に出港した場合に発生密度のクラスが5を超えるのは、横浜港沖を航過している18:19から18:33の間となった。

出港時刻により、遭遇する発生密度が大きく異なることが示されたが、出港時刻を変更できない場合でも、発生密度が高くなる場所や時刻が示されるため、操船者がそれを認識して操船することにより、衝突事故の防止効果が得られると考えている。

4. まとめ

東京湾の商船が関係する衝突事故の発生状況について分析した。見合い関係別では、停泊・停留中や横切りによる衝突が多く、この2種類で全体の7割以上を占めていた。天候を考慮すると、雨では、停泊・停留時の衝突が、霧では、横切りや行き合い時の衝突の割合が多くなっていた。発生場所の分布から衝突への注意が必要な海域は、合流や分岐地点

図9 航路上の事故発生密度(15:30 出港)

図10 航路上の事故発生密度(16:00 出港)

図11 航路上の事故発生密度(16:30 出港)

図12 航路上の事故発生密度(17:00 出港)

図13 衝突事故発生密度の時系列変化

など針路の交差する場所であり、そのようなところではAISによる交通量が少なくても事故は発生している。そのため、東京湾の航行経験の少ない操船者等に対し注意を促すための情報提供について検討する必要がある。また、時刻別では、朝方と夕方に発生件数のピークがあり、朝方では、作業船等との衝突が比較的多く、夕方では、商船同士の衝突の割合が多くなっていた。

衝突事故発生密度を、位置及び時刻をパラメータとして、予定航路に沿って推定し、出港時刻により遭遇する事故発生密度に大きな違いが出ることを示した。さらに、事故発生密度が高い海域を航行する時間帯を示すことができた。

予め危険を認識して航行することは、事故の再発防止に有効であると考えているので、今後、事故発生時の季節や関係した船舶の大きさ、交通量等の航行環境を加えて推定法の高度化を図ることを検討している。

謝辞

船舶事故ハザードマップの作成にあたり、海上技術安全研究所、海上保安庁、気象庁、港湾局、水産庁から情報を提供いただいた。また、海事、水産、教育、レジャー等の関係者からご意見をいただいた。関係各位に謝意を表する。

参考文献

- (1) 運輸安全委員会：船舶事故ハザードマップ，
<http://jtsb.mlit.go.jp/hazardmap/>，2015. 1.
- (2) 気象庁：過去の気象データ検索
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>，2015. 1.
- (3) 南 真紀子・菊池俊方・伊藤博子：海難事故減少に果たす船舶事故ハザードマップの役割，日本航海学会論文集，Vol. 131，pp. 100-105，2014. 12.
- (4) 伊藤 博子・石村 恵似子・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，pp. 309-312，2013. 5.
- (5) 伊藤 博子・矢加部 文：沿海海域における船舶交通流のモデル化について，日本船舶海洋工学会論文集，第 19 号，pp. 235-244，2014. 6.