

運輸省 港湾技研 正 奥山 育英  
正 早藤 能伸

### 1. まえがき.

海上交通を陸上交通と比較してみると、その特徴として①大中小さまざまな大きさの船舶が同一海域を混在して航行しており、またその各々の船舶の性能が著しく異っていること、②陸上の道路における車線のように一般的には一次元的な通行が存在せず、平面的な広がりをもつ水域を航行すること、③立体交差が許されないこと、があげられ、これらのことが海上交通を非常に複雑にし、陸上の道路交通工学のように明確な形にはなかなかまとめられにくくしている。<sup>\*1</sup>藤井<sup>\*</sup>は、閉塞領域という概念を設け海上交通を説明づけようとした。この閉塞領域は「後続船の相対位置の密度極大の点をつなぐる曲線」で定義され、昭和39、40年藤井らが実施した京浜運河、浦賀水道の観測結果から、同航船の場合には、自船を中心にして前方6.4L、後方1.6L、側方1.6Lという結果を出している。しかし、交通量の増加、船型の変化、性能の点からこの17年前に得られた結果は、見直しの必要にせまられているといえる。この間、<sup>\*2</sup>観測技術が非常に発達して、わが国の狭水道、沿岸、港湾内等で数多くの観測結果が得られるにいたり、今回、それらのデータを用いて、閉塞領域の解析を実施した。

### 2. 解析方法.

#### (1) 解析に使用したデータ

昭和50年8月、伊勢湾口部伊良湖水道における船舶航行実態観測データ<sup>\*3</sup>及び昭和50年10月、東京湾口部浦賀水道付近の船舶航行実態観測データ<sup>\*4</sup>を使用した。これらは、レーダー及び目視による同時並行する観測によって得られたものであり、それぞれ約1000隻、700隻を1分間隔及び2分間隔ごとの船位でとらえた船の大きさのわかる航跡データであり、このようにして得られたデータの中では精度がよく、かつ比較的交通密度の大きい場所のデータである。

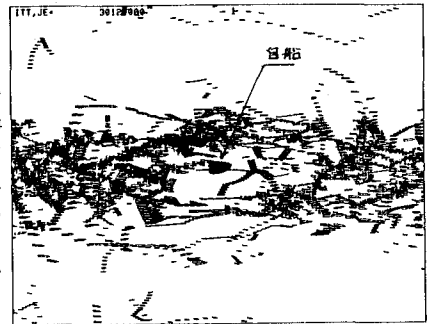


図-1 同航船の相対位置頻度分布図

巨船である自船が中央に位置し、針路を右方にとっているとき、同航する他船の相対位置の船影を四化したもの。

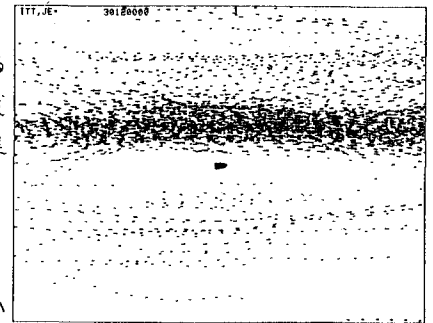


図-2 反航船の相対位置頻度分布図

針路を右方にとった中央に位置する巨大船を避けて反対方向に進む船の相対位置の船影を30秒毎にサンプリングして重ね書きしたもの。

#### (2) 解析の方法

まず、航跡として記録されている座データを、閉塞領域の解析に適するよう、時間断面データに直ぐ替えた。さらに解析には充分細かい時間間隔での船の位置、針路等が必要となるので、任意時刻でこれらを内挿により求められるように工夫した。

閉塞領域の定義として「船のまわりにおいて大部分の船がその中に入るのを避ける領域<sup>\*5</sup>をとっているの」、先ず、船の相対位置の密度分布を求めることにした。これらの算出にあたっては、時間間隔を10～30秒程度のサンプルで行い、また、<sup>\*6</sup>避航の対象となる船の大きさについてランク別に解析のケースを分け、さらに避航する船が、同航、反航、横切りとなるような相対針路となるケースに分けて行った。図-1、図-2はこのようにして作成した相対位置頻度分布図である。これらの図から、自船を通る任意方向の一断面についての分布図を作成すると、図-3が得られ、さらに図-3の中の例えばモード<sup>\*6</sup>の値を全ての方向にわたってプロットし、これを滑らかな曲線で結んだものを、一つの閉塞領域として考えることができる。

### 3. 解析結果

伊良湖水道では、横切り船の場合があまり生じないので、同航、反航横切りが一とおり解析できた浦賀水道の結果のみを以下に記す。

#### (1) 同航船の閉塞領域

同航の場合は、所々に密度の高い値がで、滑らかな密度分布は出来にくい点があった。これは、後続船が先行船に追従する場合が多いという理由だけでなく、もともと相対速度が小さいために起きるものと考えられる。巨大船が他船に対して有する閉塞領域として、相対位置密度断面図のモードをプロットしてこれを楕円で近似したものが図-4である。その大きさは、自船の全長(250×14m)をLとすると、前方5.1L、後方3.7L、側方1.5Lであった。

#### (2) 反航船の閉塞領域

浦賀水道は、北航・南航別に航行分離されているが、一応、反航船の相対位置密度分布からその領域を調べてみると、非常に細長い楕円の形をしている。その大きさは、自船が巨大船の場合、前後方向約13L、左側方2.9L、右側方5.1Lであった。ただし、この場合、側方はモードを採用し、前後方向はモードらしきものが得られないので、存在する最接近船舶距離を示す。

#### (3) 横切り船の閉塞領域

この場合には、相対航跡として50隻程度しか現われず、しーがって密度分布から最頻値を捜すことはできなかった。ただし、定性的には、相対速度方向に長軸とする楕円もしくは卵型の空白領域がみられ、長軸方向の前方22L、同後方19L、短径8~10L、の大きさを示す例がいくつかみられた。なお、大型船の場合には、斜路方向に9L程度の空白がみられるものがあった。

### 4. あとがき

今回の分析をとおして、閉塞領域の解析を行うためには、船舶の実態観測データはある程度交通量が多い海域で充分長期間にわたって観測されたデータが必要とされることが分かった。また、今回の解析では、単に相対位置と相対斜路のみに着目した頻度分布の算出だけであったが、今後は、一船ごとの航跡から、どの船をどういう理由で避航しているかある程度説明可能にした上での閉塞領域の推定が必要であると思われる。

#### 参考文献

- (1) 藤井他4名: 船舶の閉塞領域について, 日本航海学会誌: 35, P. 71~76 (1966)
- (2) 奥山他: 海上航行船舶挙動に関する研究(第1~3報), 港湾技術研究所報告 15巻1号~17巻1号 (1976~1978)
- (3) 運輸省第五港湾建設局: 伊勢湾航路体系調査報告書, (1981)
- (4) 日本海難防止協会: 東京湾船舶交通実態調査報告書, 運輸省第二港湾建設局, (1976)
- (5) 藤井弥平, 巻島 勉, 原 潔: 海上交通工学, 海文堂, (1981)
- (6) 藤井弥平: 避航領域の定義について, 日本航海学会誌第 65号 P. 17~22, (1980)

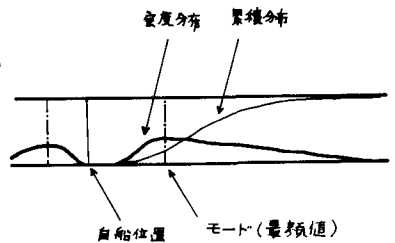


図-3 相対位置密度の断面図

この図は、図-1、図-2のある方向の断面について密度分布を作成したものである。

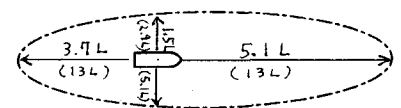


図-4 同航、反航船の閉塞領域

巨大船である自船と同航(反航)する大中小型船が自船のまわりにつくる閉塞領域

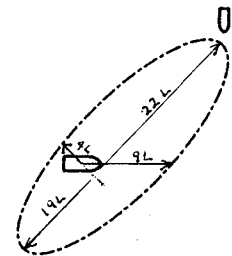


図-5 横切り船の閉塞領域

他航が自船を左方より右方に直角に横切りするとき、自船のまわりにつくる閉塞領域