

IV-151

在港船舶隻数の推定手法に関する一考察

神戸商船大学輸送科学科 正 員 小谷 通泰
 神戸商船大学大学院 学生員 岡山 正人
 セ ン コ ー 糸井 大介

1. はじめに

台風などの荒天時における船舶の避泊地の確保や適切な誘導のためには、港湾に滞在している船舶の隻数を把握しておくことが必要であるが、今日のような大規模な港湾では常時こうした在港隻数を捉えることは非常に困難である。そこで本研究は、大阪湾とその周辺海域の6つの特定港に提出された入出港届のデータを用いて、船舶の港湾での滞在状況を解析し、これにもとづいて1日の総入港隻数から任意の時間帯における在港隻数を推定する手法を提案しようとするものである。

2. 使用データの概要

昭和59年10月1日より31日までの1カ月間に、6つの特定港（姫路港、東播磨港、神戸港、大阪港（大阪区、堺泉北区）、阪南港、和歌山下津港）に提出された入出港届のデータを用いた。入出港届とは、特定港において入港または出港しようとする際に、港則法により当該港の港長への提出が義務づけられている届け入れである。ただし、平水区域を航行区域とする船舶または総トン数20トン未満の小型船については届け出は不要である。分析対象としたのは、内航船舶のうちの主要船種である貨物船と油槽船の合計8447隻であり、その内訳は、表-1に示すとおりである。これによると、貨物船と油槽船それぞれ全体の85.6%、75.5%が500トン未満の船舶であった。

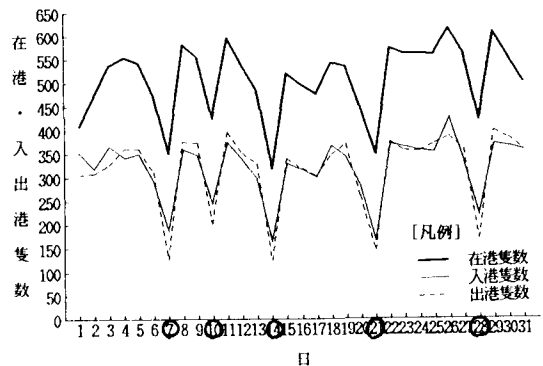
3. 入出港隻数と在港隻数

図-1は、入出港隻数と在港隻数の日変動を1カ月間について図示したものである。ここで一日あたりの在港隻数とは、その日に在港した船舶の延べ隻数である。これによれば、日曜日や休日には荷役が行なわれないため入港隻数、出港隻数ともにほぼ半減しているが、週内の曜日による変動は必ずしも一定していない。また在港隻数も入出港隻数と同様の傾向を示している。なお調査期間の最初の3日間程度、在港隻数が少なくなっているのは、調査開始以前に入港した船舶の在港隻数が含まれていないためである。

図-2は、1日の平均的な入出港隻数と在港隻数の時刻変動を図示したものである。これによると、入港隻数は午前8時台に集中しそのピーク率は14.2%である。また出港隻数は10時台から18時台まで比較的分散しており、13時台に谷が見られるのが特徴である。一方、在港隻数は、入港隻数がピークに達した後の午前10時台を頂点として、昼間時に比較的なだらかな曲線

表-1 使用データの内訳 (単位:隻)

船種	総トン数	500以上	3000以上	1万以上	合 計
貨物船	3692	495	104	24	4315
油槽船	3118	1002	9	3	4132
合 計	6810	1497	113	27	8447



注) ○印の付してある日は、日曜日もしくは休日にあたる。

図-1 在港隻数と入出港隻数の日変動

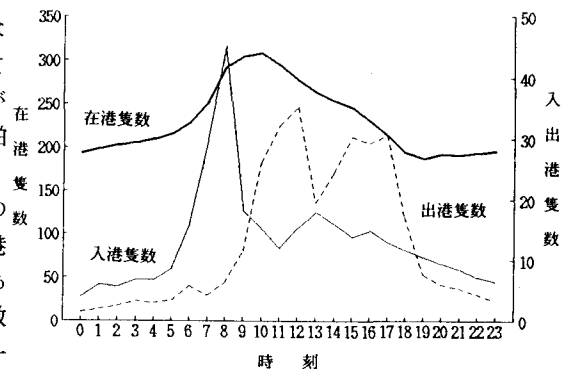


図-2 在港隻数と入出港隻数の時刻変動

を描き、入出港隻数の少ない夜間はほぼ一定している。

4. 船舶の入港時刻別残留確率

図-3a)b)は、船舶の平均的な残留確率および入港時刻別の残留確率を求めたものである。ここで、残留確率とは、ある時刻に入港した船舶が一定時間経過後になおその港に残留している確率を示している。これによると、まず平均的な残留確率は滞在時間の増加にともなって指数関数的に減少しており、12時間後には在港隻数は半減し、72時間以内にほとんどの船舶が出港していることがわかる。また、入港時刻別の残留確率は、荷役の関係で数グループに分類できる。朝に入港した船舶はほぼその日に荷役を終え出港しているが、昼間時に入港した船舶や夕方近くに入港した船舶は、一部もしくは大半の荷役が翌日に持ち越されていることがわかる。

5. 在港隻数推定のための一手法

ある時刻 t_n において、港に滞在している船舶は同時刻に入港した船舶ばかりではなく、それ以前の時刻に入港し滞り続けている船舶も含まれる。たとえば、時刻 t_n より k 時間前、つまり時刻 t_{n-k} に入港した船舶のうち時刻 t_n でなお在港している隻数は、時刻 t_{n-k} に入港した隻数に、その時刻に入港した船舶の内 k 時間後も残留する確率を掛け合わせた値となる。したがって、最長の滞在時間を $k_{\max}$ としたとき、時刻 t_n での在港隻数は時刻 $t_{n-k_{\max}}$ までさかのぼって、時刻 t_n においてなお滞り続けている隻数の累積和として求めることができる。そこで一日当りの入港隻数を与件としたとき、先の3.や4.で示した入港隻数の時刻変動と入港時刻別残留確率を用いれば、任意の時刻 t_n における在港隻数 $S(t_n)$ は、次式によって得られる。

$$S(t_n) = \sum_{i=0}^{k_{\max}} N(t_{n-i}) \times P_{t_{n-i}}(i)$$

ただし、 $h = i - 24 \times [i/24]$ として

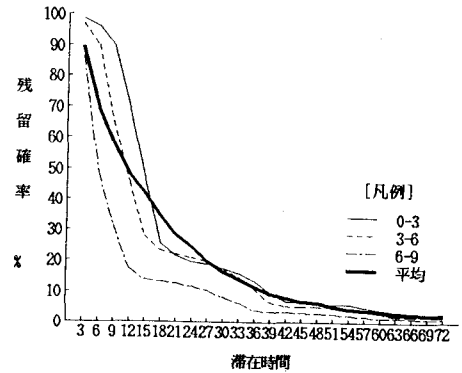
$$t_{n-i} = \begin{cases} t_n \geq h \text{ のとき、} & t_n - h \\ t_n < h \text{ のとき、} & 24 + t_n - h \end{cases}$$

$$N(t_{n-i}) = \begin{cases} t_n \geq i \text{ のとき、} & M(0) \times Q(t_{n-i}) \\ t_n < i \text{ のとき、} & M([(i - t_n)/24] + 1) \times Q(t_{n-i}) \end{cases}$$

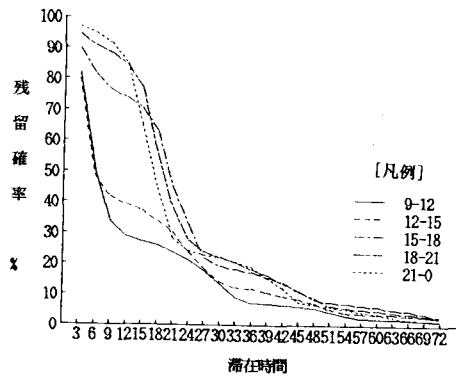
内航船舶の場合、 $k_{\max}$ を72時間とすれば、推定日を含めて最大4日分の入港隻数のデータが必要である。上述の推定式を入港隻数の実績値に適用し、推定結果と在港隻数の実績値を比較し再現性を検討したがこの結果については、講演時発表する。

6. おわりに

入港時刻分布や入港時刻別の残留確率は、休日と平日によって、また船種・船型によって差がみられる。今後は、これらの要因についても考慮して行きたい。なお入出港届のデータは、神戸海難防止研究会(大阪湾海上交通状況調査委員会)より提供を受けた。また、本研究を進めるにあたっては、神戸商船大学原 潔教授より有益なご助言を賜った。感謝の意を表する次第である。



a) その1



b) その2

注) 入港時刻を3時間単位にまとめ、計8つの時間帯ごとに残留確率を求めた。

図-3 残留確率 (入港時刻別・全平均)

t_{n-i} : 時刻 t_n より i 時間前の時刻, $0 \leq t_{n-i} < 24$

$Q(t)$: 一日の内で時刻 t に入港する確率

$N(t)$: 時刻 t に入港した隻数

$P_{t_j}(m)$: 時刻 t_j に入港した船舶が m 時間以上残留する確率

$M(d)$: d 日前の1日あたりの入港隻数。ただし $M(0)$ は当該日の入港隻数。

$k_{\max}$: 最長の滞在時間

$[a/b]$: a/b の整数部分