内航船舶の航行実態調査 —航海計器の装備・運用を中心に—

和氣 博嗣*・藤井 英信**・林 祐司*

An Actual Condition Survey of Domestic Shipping —Survey for Navigation Equipments and Their Employment—

Hirotsugu WAKE, Hidenobu FUJII and Yuji HAYASHI

Abstract

The domestic shipping in Japan plays the leading part of the domestic physical distribution making good use of their voluminous and low cost transportation with long distance. On the other hand, it is said that the number of crews and ships of advance age is increasing in Japanese domestic shipping.

We operated the questionnaire survey of the domestic shipping for making clear such situations of the crews and ships, and finding out the improvement points for the future.

1,500 copies of survey sheets were sent by mail to 154 shipping companies including ferry ones, and the survey replied from 392 persons (RCVY 26.1 percent) were obtained in this time. The analysis for this survey was carried out, and the effective results became clear.

1. はじめに

四周を海に囲まれ、エネルギーや工業用原材料、食糧等多くの資源や材料を海外からの輸入に依存している我が国にとって、外航海運の直接的な重要性はもちろんのこと、内航海運は国内輸送における不可欠の大動脈としての役割を果たしてきている。

ただ、近年景気低迷が長引いていることによって、1998年度時点までにおける推移は、輸送量および輸送活動量（トンキロ）ともに年々の減少傾向が見られる。⁽¹⁾

しかし、自動車、鉄道等、他の国内輸送機関との比較で見れば、輸送トンキロベースでは自動車による輸送が全体の約54%を占めるのに次いで、内航海運が41.7%の貨物を受け持っており、まさしく国内物流の大動脈としての働きをしているといえる。中でも、石油、鉄鋼、セメント等の産業基幹物資に係る分野においては、内航海運が低コストで長距離、大量輸送の利点を生かして、その大部分の輸送を受け持ち、大きな役割を果たしている。⁽²⁾

一方において、内航海運は全体的に船体の老朽化が進み、次代を担う若者にとって魅力に欠けるとともに乗組員の高齢化も進んでいると言われている。⁽³⁾

こうした情勢の中で、内航船舶の運航実態がどのような状態にあるのかを、問題点の有無や将来の展望も含めて把握すべく各船の乗組員に対してアンケート調査を実施した。本論ではこれらの結果について、航海計器の運用と航海の実態を中心に分析を試み、一応の結果が得られたので報告をする。

2. 調査の概要

資料⁽⁴⁾によれば、平成11年3月末現在の内航海運事業者数は5,624（兼業を除く）にのぼり、隻数では7,925隻に達する。

様々な要件を総合的に検討した結果、今回の調査は1,500部（全内航隻数の18.9%）の調査票を154事業者（全事業者数の2.7%）に対して、平成12年6月9日に発送し、同年7月末の締め切りで依頼をした。ただし、今回の調査対象にフェリー等旅客船が含ま

* 正会員 神戸商船大学（〒658-0022 神戸市東灘区深江南町5-1-1）

** 正会員 大島商船高等専門学校（〒742-2193 山口県大島郡大島町小松1091-1）

れている。

回答状況は、8月4日現在で392件の回答を得ており、その回収率は26.1%である。

2.1 調査の内容

今回のアンケートによる調査票は、主として航海学的な見地から、内航各船がどのような条件、どのような態勢で、装備された航海計器等を如何に利用しているのかなどの設問を通じて、航海の実態を把握しようとしたものである。

したがって、調査票の内容はかなり広範な設問となり、A4版紙に大項目で10問、10ページにわたるものである。アンケートの設問内容は概略以下のとおりである。

- (1) 総トン数、速力、航路等
- (2) 乗組員の構成
- (3) 航海当直の体制
- (4) 航海計器等の装備状況と使用状況
- (5) 航海中の船位確認状況
- (6) 避航操船と海難の経験
- (7) 海図の整備と利用状況
- (8) 電子海図の有無と利用状況
- (9) 回答者に関する項目（職種、年齢、経験等）
- (10) 全般に対する自由意見

3. 調査の結果

全体のアンケートの設問内容は上述のとおりであるが、調査結果の整理法としては、先ず全体の回答結果を設問ごとに集計整理した上で、特に回答者の属性別（年齢、職種、海技免状等）、船型別（総トン数別）、船齢別等によってレーダをはじめとする航海計器の使用状況や海図の扱いなどに対する航海の実施に、何らかの差異が見出せるかどうかを中心に結果をまとめていくことにする。

3.1 回答者に関する項目

今回の調査では、370隻の内航船舶から392人の回答を得ているが、それらの回答者の属性を表す第一

図1 回答者の年齢

図2 回答者の職種

の要素として、回答者の年齢に関してまとめたものが図1である。また同時に回答者の職種についてまとめたものを図2に示す。

全体的に見て、年齢的には50歳台が最も多く、50歳以上の回答者が全体の44.5%を占め、残りの55.5%が40歳台以下となっている。一方、図2に示すように回答者の職種においては、今回の調査の回答者の約3/4（73.9%）が船長からの回答であり、船長自らの回答が非常に多いのが今回の特徴である。

なお、今回の調査内容の性格上、甲板部に属する人からの回答が多いのは当然のことといえ、全体の97.4%が船長を含む航海士からの回答であった。

また、回答者が保有している海技免状の種類については図3に示すとおりであり、三級（45.3%）および四級（19.9%）の海技免状保有者が大半を占めている。図には示していないが、さらに詳細に見れば、一級免状保有者40名のうち半数の20名がフェリーの船長であり、次いでセメント船の船長が多い（7名）。このような状況は二級の免状保有者においてもほぼ同様である。しかしこれに対して、三級と四級の免状保有者は、各船種にわたってほぼ一様に分布しているのが特徴的である。

図3 回答者の保有海技免状

図4 内航船の船型別船腹量
出所：運輸省海上交通局資料

3.2 船型別分布と船齢

内航船舶全体の船腹量を総トン数による船型別船腹量⁽⁴⁾でみると、平成11年3月末現在においては図4に示すとおりである。総トン数100総トン未満のものおよび100総トン以上200総トン未満のものがそれぞれ全体のほぼ1/4強を占め、次いで400総トン以上500総トン未満の船舶が19.7%を占めている。

このように、我が国の内航船舶においては、100総トン未満の船舶の他、いわゆる199総トン型と499総トン型の船型が標準的なものとなっているのが特徴であり、全体的には500総トン未満の船舶が圧倒的に多い(81.7%)ことを示している。

一方、図5は今回の回答結果をまとめたものであり、図4に示した内航船舶全体の傾向とやや異なった分布となっている。この理由はいくつか考えられ、その一つはアンケートの発送を主として会社単位に送ったため、個人企業に多い100総トン未満の船舶からの回答が極端に少ないこと、フェリー等内航の旅客船も含めたために全体の構成が変わり、特に5,000総トン以上クラスは、その大半をフェリーが占めていることなどによるものである。

図5 船型別隻数分布 (回答分)

したがって、今回得られた回答の船型別分布においても、199総トン型と499総トン型に一応のピークは見られるものの、全体的には500総トン以上の船舶からの回答が多かった。(回答全体の64.6%)これは今回の調査が内航船舶の中でも比較的大型のものに偏っているといえ、今後は調査方法を含めて、小型の内航船舶に対する補完を考慮する必要があるだろう。

図には表していないが船種について船型別に見ると、鋼材を運ぶ船が499総トン型の約44%を占めており、LPG船は500～900総トンクラスの約30%、3,000～5,000総トンクラスの約半数はセメント船で、5,000総トン以上の約60%をフェリーが占めているのが特徴的である。

船齢については図6に示すように、今回の回答分については6～10年あたりに分布のピークがあり、いわゆる老朽船に属する船齢16年以上の船***はあわせて13.5%である。なお、回答分の平均船齢は10年であった。

図6 船齢分布 (回答分)

3.3 航海計器の装備率

レーダやコンパスなど船舶に装備される航海計器をはじめ、スラスターなど操船用の装置も含めて各船の装備状況を知るために設問した回答結果を図7

図7 航海計器の装備率

*** 内航関係の統計資料では、船齢7年未満の船舶を経済船、船齢14年以上の船舶を老朽船としている。

に示す。

レーダやコンパスなど船舶設備規程によって装備が義務づけられている装置については、それぞれ規程の要件に合わせて相対的には高い装備率となっているが、既に十分普及していると思われるレーダやジャイロ、さらには磁気コンパスに至るまで、100%の装備には至っていない。

一方、衛星航法装置（GPS）や衝突予防援助装置（ARPA）の装備率がかなり高いことや、最近の電子海図（ECDIS）そのものの装備はまだ少ないが、航海用電子参考図（ERC）や船位プロット、紙海図プロットも含めて、海図上に何らかの形で自船の船位を自動的に表示する装置を持つ船が、これらを合わせると約54%に達することは注目に値する。

3.4 レーダおよびARPAの使用状況

代表的な航海計器の使用状況として、ここではレーダおよびARPAについての回答結果をみてみよう。

まずレーダについては、381名の回答者について、「常時使用している」（59.1%）が大半で、「通常航海ではおおむね使用している」が27.0%、「必要な時だけ使用している」（13.6%）と続き、狭視界時のみ使用するのは1名（0.3%）であった。

これに対して、ARPAの使用については回答総数が268名であるが、結果を図8に示している。レーダの使用状況と比較的類似した結果となっているが、レーダに比べて「常時使用している」状態から10%ほど「おおむね使用している」状態にシフトした形となっている。残りは「狭視界時のみ使用」を含めて「必要なときだけ使用」（13.4%）がレーダの使用状況と重なり合う。

図8 ARPAの使用状況

3.5 船位の決定と期待する船位精度

航海中、停泊中を問わず、自船の船位をより正確に測定・把握し、常に安全サイドに対処行動をとることは航海者の基本である。今回は特に航海中にお

図9 船位記入の頻度

図10 沿岸航行中の船位決定法

いて、海図に船位を記入する状況についての項目を設け、沿岸航海中の船位決定方法についても調査した。それらの結果を図9と図10に示す。

図9によれば、約8割の人は「定期的」または「重要地点」において位置の記入をし確認を実行しているが、約2割の人が「余程のことがない限り記入しない」か「全く記入しない」と回答している。この理由について最も多いのが「GPS等により船位の確認が出来る」（40.8%）、次いで「航路を熟知しているため」（28.9%）、「見張りがおろそかになるため」（14.5%）などとなっている。

沿岸航海中の船位決定法については、レーダの使用が約半数、GPSがほぼ1/3を占め、残り2割が目視または経験によるものとなっている。（図10）

いくつかある船位測定法の中から、ある測位法を選び船位の決定を行う場合、その測位方法に対する船位精度の期待値のようなものがあるはずである。この点に関する設問結果がGPS（図11）およびクロスベアリング（図12）についてまとめている。

3.6 海図の使用状況

船舶の安全航行を実施する上で、地理情報ならびに一部定性的な潮流の状況まで含めて基本的な航海情報が最もコンパクトにまとめられているものが海図であるといえる。これら海図を各船における海図の利用頻度についての結果を図13に示す。

図11 期待している船位精度 (GPS)

図12 期待している船位精度 (クロスベアリング)

図13 海図の利用頻度

「常に利用している」(82.0%)に「時々利用している」(12.5%)を加えると約95%の人が海図をよく利用しているといえるが、残り5%の人は「ほとんど」または「全く」利用していない。

また、海図はその情報が刻々と変化するので、適切な利用を継続するためには水路通報等の入手により海図の改補を実行しなければならない。これらの実施については、大部分の人が「水路通報を入手する」(85.5%)が、14.5%の人が「いいえ」と答え、海図改補の実施も「殆ど実施しない」が13.7%を占めている。

これらを総合して考えると、通常「殆ど海図を利用しない」人が約5%おり、適正な海図の使用がなされていない場合が全体の約15%程度はあることを示している。

3.7 電子海図について

電子海図についてはECDISとERCの区別をあえてせず、一般に電子海図装置としての設問とした。設問内容は(1)搭載の有無、(2)紙海図と比較しての利点と欠点、(3)搭載をしていない場合の理由と(4)搭載希望の有無などについての回答を得た。

381名の回答者中、電子海図装置を搭載していると答えた人は28名(7.3%)であり、ERCも含め電子海図の普及はまだこれからという感が強い。

電子海図の利点としては、(1)自船位置の表示が可能(26.1%)、(2)レーダ情報とのリンクが可能(21.6%)をあげる人が多く、以下(3)取り扱いが容易(15.9%)、(4)航海計画の立案が容易(13.6%)と続いている。

反対に電子海図の欠点としては(1)故障時のバックアップがない(31.4%)とした人が多く、さらに(2)取り扱いが困難(20.0%)、(3)保守に手間がかかる(14.3%)、画面が見にくい(14.3%)などがあげられている。なお、利点と欠点については、いずれも28名の複数回答によるものである。

電子海図を搭載していない場合、その理由については353名の回答があり、(1)既存の設備で十分だから(49.4%)、(2)価格が高いから(23.3%)が大きな理由となっており、「性能がよくわからない」(4.3%)、「設置場所がない」(4.3%)および「その他」(20.2%)となっている。

搭載していない理由では「既存の設備で十分」が約半数を占めながら、電子海図の搭載希望を問うた結果は、「搭載を希望する」が66.1%を占め、2/3の人が電子海図に何らかの興味を示し、将来に向けて搭載を希望しているものといえよう。

4. 考 察

これまでは各設問に対する回答を単純に取りまとめて整理したものであるが、ここでは回答者の属性(年齢、職種、海技免状等)と各種航海計器の必要性との関連性ならびに回答者の考えている精度等について基本的な統計手法を用いて考察を試みた。

4.1 各種航海計器の必要性との関連

今回の調査が全内航船舶を対象に無作為に行われたものとして、回答者の属性と各種航海計器の関連性を独立性の検定によって調べた。関連性のあるものについては比率の差の検定を行い母集団間の差を

表1 ARPAの必要性

	船長	一等航海士以下	合計
あり	124	61	185
なし	57	7	64
合計	181	68	249

調べた後、母集団の比率を推定した。例えば回答者の職種（「船長」と「一等航海士以下」と航海計器（ARPA）を装備することの必要性についての関連性は次のようになる。

今回の調査による実測度数は表1のようであり、

職種と航海計器の2項目間に関連があるかどうかを次式により検定する。

$$T = \sum \frac{(\text{実測度数} - \text{期待度数})^2}{\text{期待度数}}$$

この結果は、検定統計量 $T = 11.631$ （自由度1）となる。一方 T は自由度1の χ^2 分布に従うので、有意水準を0.05に設定して棄却域を求めると3.841となる。この場合 $T \geq \chi^2(1, 0.05)$ であるので「職種とARPAの必要性の間に関連がない」という仮説は棄却され、「2項目間に関連がある」こととなる。

次に両職種間の母集団の比率が同じであるという帰無仮説をもとに比率の差の検定を行い、さらに比率の推定を行った。この結果、比率の差の検定からは「船長」という母集団がARPAを必要とする比率は「一等航海士以下」より小さいことがわかり、信頼度95%（以下同じ）でそれぞれの集団のARPAを必要とする比率を求めると、船長では（0.617～0.753）、一等航海士以下では（0.825～0.969）となった。

同様の手法を用いて各項目について分析した結果は次のようになる。

(1) ARPAの必要性との関連

- ・年齢…関連性なし（有意水準0.05、以下同じ）
- ・職種…前述のとおり
- ・保有免状…関連性あり。「一～二級」のほうが「三級」より比率は大きい。

(2) GPSの必要性との関連

- ・年齢…関連性なし
- ・職種…関連性あり。「船長」の方が「一等航海士以下」よりGPSを必要とする比率が大きい。「船長」ではGPSを必要とする母集団の比率は（0.908～0.969）、「一等航海士以下」では（0.790～0.935）となる。
- ・保有免状…関連性あり。「一～三級」の方が「四～六級」よりGPSを必要とする比率が大きい、「四級」と「五～六級」とは比率の差があるとは言えない。「一～三級」ではGPSを必要とする母集団の比率は（0.918～0.976）、「四級」では（0.808～0.966）、「五～六級」では（0.684～0.926）となる。

(3) 船位記入頻度との関連

- ・年齢…関連性なし
- ・職種…関連性なし
- ・保有免状…関連性あり。「一～三級」の方が「四級以下」より「定期的に船位の確認を行っている」と答えた比率が大きい。「一～三級」では母集団の比率は（0.762～0.859）、「四級以下」では（0.340～0.517）となる。

4.2 回答者が期待する船位精度

GPS、クロスベアリング及びレーダに対して回答者が期待している船位精度についての基本統計量を求めると表2のようになる。

さらに母集団の平均値を95%の信頼度で推定すると、GPSでは63.1～99.4m、クロスベアリングでは111.0～209.9m、レーダでは111.7～141.1mとなった。

この結果、精度の母平均の推定値はGPSが最もよく、次いでレーダ、クロスベアリングの順となった。

5. まとめ

今回のアンケート調査によって以下のような結果が得られた。

- (1) 1,500部の調査表を内航各社に郵送し、392人からの回答を得た。回収率は26.1%である。
- (2) 50才以上の回答者が44.5%、50才未満が55.5%。

表2 期待される位置の精度

	回答数	平均値	中央値	最小値	最大値	四分位範囲	標準偏差
GPSの精度	246	81.3	50	0	1200	90	145.3
クロスベアリングの精度	176	160.4	50	0	2000	80	334.5
レーダの精度	284	126.4	50	0	3000	90	280.7

5%であり、全体の約3/4が船長からの回答であった。

(3) 保有海技免状に関しては、内航船の性格上三級または四級の保有者が大半(65%)を占めている。

(4) 船型としては199総トン型、499総トン型に一応のピークはあるが全体的には500総トン以上の船舶からの回答が多かった。(64.6%)

(5) 規程に義務づけられている計器を除けば、GPSの装備率が高い。

(6) レーダ及びARPAの使用状況は「常時」または「おおむね」使用している人が合わせて86.1%に及ぶ。

(7) 船位の記入については2割の人が殆ど記入しないと答えているが、その理由として「GPSによる船位の確認」が最も多く、「航路の熟知」がそれに次いでいる。

(8) 海図の使用については「殆ど利用しない」人が約5%あり、さらに改補を行わず適切な海図の使用がなされていない場合が約15%程度見込まれる。

(9) 現に電子海図を搭載しているのは約7%にすぎないが、搭載を希望する人が約2/3を占めていることがわかった。

(10) 回答者の属性と装備の必要性との関連について考察した結果

- ・ARPAでは「一等航海士以下」が必要とする比率が大きい。

- ・GPSでは逆に「船長」の比率が大きかった。

また、保有免状別では

- ・ARPA、GPSともに上位免状の保有者の方が大きい比率であった。

なお年齢については両装置とも関連がみられなかった。

(11) 船位を入れる頻度では

- ・年齢と職種については関連性がみられなかった。
- ・保有免状で上位の比率が大きい結果を得た。

(12) 回答者が期待する船位精度に関してはGPSが最もよく、次いでレーダ、クロスベアリングの順となった。

6. あとがき

最後に、回答者からの自由意見を概略まとめて紹介し、あとがきに代える。

30件の自由意見が寄せられており、特に多かったものが、

- ・若い人が魅力を感じる職場環境の整備、高齢化

が問題とする人が8件あり、

そのほか航海計器関係のものとしては、

- ・計器のハイテク化が進みついていけない
- ・航海計器の装備に対する行政指導が必要
- ・電子海図やレーダなどの有用性を述べたもの

が各1件ずつあった。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、多岐にわたる設問のアンケートに快くご協力いただいた内航海運、フェリー・旅客船各社ならびに各船の船長はじめ乗組員の方々に心から感謝の意を表します。また、アンケートの収集、整理作業については神戸商船大学航海学コースの西海晴旨学生に多大の協力をいただきました。合わせて感謝いたします。

参 考 文 献

- (1) (株)日本船主協会：海運年報1999, 1999年。
- (2) (株)日本船主協会：Shipping Now 1999日本の海運, 1999年。
- (3) 石谷清幹監修, 海上交通システム研究会編：輝け！内航海運, 1996年。
- (4) 日本内航海運組合総連合会：内航海運の現況平成11年度版, 平成11年。

質 疑 応 答

石田廣史(神戸商船大学)：興味深く調査結果を拝聴させていただきました。解析を主として海技免状別になされていましたが、船種・トン数と海技免状との関係についてお教えください。

和氣博嗣：特に海技免状別のみということではなく、回答者の年齢別、職種別および回答者が保有する海技免状別に見て、航海計器等の評価や、航海に対する対応法に何らかの差異が認められるかどうかに興味の焦点を当てました。

ご質問の今回調査における船種・トン数と海技免状との関係ですが、論文中の図には表しておりませんが「船型(総トン数)別の船種分布」を見ますとタンカー、セメント、鋼材、LPG、石灰石、砂利、化学製品等々誠にバラエティーに富んでいます。しかしその中で499トンには鋼材が多い(44.3%)、500~100トンクラスはLPGが約3割を占め、3000~5000トンはセメント(約47%)、5000トン以上のクラスの半数以上はフェリー・旅客船であるなどの特徴が見られます。

なお、船長として必要な海技免状の関係は、船

舶職員法等（第18条および施行令第2条）により沿海区域及び近海区域に分けて、次のように決まっています。

総トン数	沿海区域	近海区域
200トン未満	6級	5級
200～500トン未満	5級	4級
500～1600トン未満	4級	3級
1600トン以上	3級	3級（1,600～5,000トン） 1級（5,000トン以上）

堀 晶彦（海技大学校）：全体の船舶隻数に対して比率の高い100トン未満の船舶のデータについて、今回含まれていなかったようですが、今後どのようにお考えでしょうか。

和氣博嗣：本論文でも説明しておりますように、今回は会社単位にアンケートをお願いし発送いたしましたために、個人企業（主として一杯船主が多い）に多い100総トン未満の船舶からの回答は極端に少なくなりました。内航船舶の約1/4を占める100総トン未満の船舶を除いて全体を把握したとは言えず、今後の問題としてはこのクラスに焦点を当てた同様の調査が是非必要だと思います。