漁具監視における漂流船位の予測例について

平 岩 節*・米田 国三郎*・佐々木 成二*

Accuracy of the Predicted Position of a Ship Compared
with the Fishing Gear during Drifting

Takashi HIRAIWA, Kunisaburo YONETA
and Seiji SASAKI

Abstract

While watching the fishing gear, it is important to know the relative position of a ship to the gear without recourse to any object (flag, light, reflector, radio buoy). From this point of view, the authors had experimented with the drifting of the Hokusei-maru, and reported that the direction and distance of drifting were estimated by the ship's head and wind velocity. And for the next study, it was found that a ship's head could be forecasted by parameters in regard to the direction of the wind and swell.

And for the third study, we experimented on the accuracy of various predicted positions of a ship, in the North Pacific Ocean and the Okhotsk Sea.

The experimental method

1. With the drifting velocity and direction already calculated by the following equations, some drifting positions are predicted before the ship starts drifting.

$$U = (0.154 + 0.00024\gamma)W, \beta = 150.^\circ 8 - 0.50\gamma$$

where U : drifting velocity(knot), W : wind velocity(m/s),

β : drifting direction, γ : angle between the direction of the wind and the swell.

2. Various positions of the ship could be determined by the bearings and distances of the corner reflector connected to the gill-net, after the ship opened drifting.

3. The determined and predicted positions of the ship were checked every 30 minutes. These observations were made for several hours every day for 22 days.

The results

1. We say that the distance error is the length between the determined position and the predicted position. The errors are shown in Fig. 1, in relation to the daily drifting time. Furthermore standard deviations of distance errors are shown in Fig. 2.

2. The daily distance made good errors in relation to the drifting time are shown in Fig. 3. Furthermore, standard deviations of distance made good errors are shown in Fig. 4.

3. Differences between predicted drifting directions and determined directions are shown in Fig. 5 in relation with the drifting time. Standard deviations of direction errors are shown in Fig. 6.

1. 緒 言

漁船が流し網やはえなわなどの漁具を使用して操業を行なう際、投網、投なわ終了後数時間をおいて漁具の収納を開始する。その待時間の間、船は機関を停止し、漂流状態のまま漁具にとりつけられた燈火、旗、リフレク

* 正会員 北海道大学水産学部（函館市港町3-1-1）

ター、レーダーブイなどの目標を目視またはレーダーによって監視している。

著者らはさきに風圧による船の漂流速と漂流方向を知る方法について報告し¹⁾²⁾、それが漁具監視の面から必要かつ有効であることを述べた。しかし漂流船位を知りえたとしても、漁具収納時に収納地点まで航走する労力は軽減されるものではない。

外力および船の状態など漂流におよぼす要因が同一状態を持続するのであれば、漂流の速度、方向は一定であるので、漂流船位の予測が可能となる。したがって漂流にさきだち、漂流終了地点と漁具収納地点とが一致するような漂流開始地点を予測し、選定しておけば、漂流終了後に収納地点まで航行することもなく、また漁具監視が不能（燈火の消滅、レーダーの故障など）になっても、終了地点が収納地点の近くであれば、その探索に要する努力量は少なくすみ、そのうえ乗組員は収納開始間際まで休養できるので、労働時間の短縮、作業能率の向上などに有益である。一方レーダーによる監視は漁具を風下にみることにより、映像に現われる海面反射が風上より少ないだけ目標の判別が容易となる。

このような観点から、漁具を設置したときの環境要因、船の状態から漂流船位を予測し、その船位と実漂流船位との比較において、実用性の評価を試みた。

2. 実 験

2.1 供試船の主要要目

北海道大学練習船北星丸：総屯数 273.27T, 全長 43.43m, 型幅 6.80m, 型深 3.40m, 平均喫水 2.57m (Max, 2.67m, Min. 2.48m), トリム 1.65~2.10m。

2.2 時期および海域

昭和50年6月4日から6月29日まで、千島列島南方海域において、同年7月6日から8月21日までオホーツク海において行なわれた。

2.3 方 法

2.3.1 漂流船位の測定

漂流観測の基点としては、さけ、ます流し網の風下側にとりつけられたコーナーリフレクターをもってした。基点は網がシーアンカーの働きをするため、風によって流されることはほとんどないが、船は圧流される。よってレーダーにより各観測時（30分間隔）にリフレクターの方位と距離を測定することにより、網に対する漂流船位が求められる。したがって主として風圧によると考えられる漂流距離と方向が算出される。

2.3.2 漂流船位の予測

漂流速を U (k/t), 風速を W (m/s), 船首方位を基準として風向を測り、漂流方向と風向との差角を β° , うねりの方向と風向との差角を r° とし、符号はうねりが風向より船首方向からくる時を-, 船尾方向からくる場合を+とすると、昭和42, 43年の実験結果¹⁾³⁾から、

$$U = (0.154 + 0.00024r) W$$

$$\beta = 150^\circ.8 - 0.50 r$$

なる実験式を得た。上記2式を漂流速と漂流方向を求める予測式とし、投網後船が漂流を開始する時の、風向、風速、うねりの方向など必要な諸値を代入し、各観測時ごとの予測船位を算出した。この実験式を得た時の平均喫水は2.44m (Max. 2.49m, Min. 2.36m), トリムは1.87~2.21m, であり、今回の実験時と船の状態が同一ではない。また各観測日により喫水、トリムは変化しており、このような船の状態の不均一は予測値に影響をおよぼし、さらに風向、風速の変化など、予測精度低下の一因をなしている。

3. 予測値の適合度

漂流開始時の海象、気象条件をもとにして、その後の漂流船位を順次予測するのであるから、その適合度は主として外界条件の変化の程度に左右される。したがって予測値と実現値との間に当然差違が生じるが、その差のことを誤差と呼称することにする。

3.1 距離誤差

船とリフレクターの相互位置から求められる漂流船位と、予測船位との間の長さを距離誤差と称し、漂流時間

と対応させて示したのが Fig. 1 である。層化法としては得られた資料を二分するよう風速 4.5m/s を境にして分類したが、それぞれの平均値は 2.9m/s と 5.5m/s であった。ここに距離誤差は漂流方向、距離の組み合わせによって決まるものであり、距離は風速の関数であるので、予測時の風速の大小が予測値のばらつきに影響してくることは考えられるが、その外、風向、風速の乱れや変化の程度など種々の要因が複合し、図に示すように画然たる差のみられない結果になったものと考えられる。このことより今回は操業可能という意味での母集団を考えて全体的には握することを目的とした。そして経過時間ごとに標準偏差をプロットすると、Fig. 2 に示される。この関係は漂流方向、距離の予測誤差の組み合わせによって生じるので簡単ではないが、系統誤差、偶然誤差の集積によるものとして、

$\sigma = \sqrt{at + bt^2}$ (a, b : 係数, t : 漂流時間, 単位: 時) で表わせば、

$$\sigma = \sqrt{0.019t + 0.0266t^2}$$

となる。

3.2 直行距離誤差

漂流開始地点より現在位置まで直線的に流れたと仮定した場合の方向、距離をそれぞれ直行漂流方向、直行漂流距離と呼ぶことにする。

〔予測漂流距離－直行漂流距離〕を直行距離誤差とし、これを漂流時間との関係で示したのが Fig. 3 である。同図によれば風速の大小に関係なく全体的に予測漂流距離が大きく出る傾向にあるが、これは実漂流距離を直行漂流距離に置き換えたために起きた現象と考えられ、本来は 0 を中心とした正規分布をなすものと推定される。この誤差は、予測時における風速に対する各観測時までの風速の累積変化量によるものであるので、風速の

Fig. 1. Relation between the distance error and the daily drifting time.
— wind velocity 0~4.5m/s,
..... wind velocity 4.6~8.0m/s

Fig. 2. Relation between the standard deviation of the distance error and the drifting time.

Fig. 3. Relation between the (predicted distance made good—actual distance made good) and the every day drifting time.
— wind velocity 0~4.5m/s,
..... wind velocity 4.6~8.0m/s

Fig. 4. Relation between the standard deviation of distance made good error and the drifting time.

大小には直接左右されるものではない。Fig. 4 は漂流時間と直行距離誤差の標準偏差を対応させたものであり、

両者の関係は

$$\sigma = 0.13 t$$

で表わされる。

3.3. 方向誤差

予測漂流方向と直行漂流方向との差角を方向誤差として示したのが Fig. 5 である。そして漂流時間と対応させて誤差のばらつき具合をプロットすると Fig. 6 のようになる。

方向誤差が漂流初期に大きくばらついているのは、わずかな位置のずれでも角度に敏感に響くということを示している。

いま「予測漂流距離」×「方向誤差の正弦」は $U\sqrt{ct+dt^2}$ で表わされるものとし、方向誤差を $\Delta\theta$ とすると、基本的には、

$$Ut \sin \Delta\theta = U\sqrt{ct+dt^2}$$

が成立するので

$$\sin \Delta\theta = \sqrt{ct^{-1}+d}$$

なる形で表わされる。そしてこの形式で Fig. 6 の各点をならすと、

$$\Delta\theta = \sin^{-1} \sqrt{0.03592 + 0.02799t^{-1}}$$

で示される。ここに $\Delta\theta$ は小さいので近似的には、

$$\Delta\theta^\circ = \sqrt{129 + 101t^{-1}}$$

で表わされる。

Fig. 5. Relation between the (predicted course made good—actual course made good) and the every day drifting time.
—wind velocity 0~4.5m/s,
.....wind velocity 4.6~8.0m/s

Fig. 6. Relation between the standard deviation of course made good error and the drifting time.

4. 結 言

予測式は前述の風向、風速、うねりの方向をパラメータとして表わしており、その他の要因が含まれていないための不備はある。しかし対象が操業時の漁船であることを考えれば、現場において、漂流予測に必要な諸値が容易に求められ、さらに簡便な方法によって算出できることが望まれ、またあくまでも予測ということであれば、現在の予測式で実用上さしつかえないものと思われる。

予測値と実現値との間に差違が生じる原因の一つとして風の状態の変化があげられ、特に急激な変化は予測船位の算出に大きな誤差をもたらすことになるため、予測を行なう際は、現時点の気圧、風の変化状況を考慮し、天気図より気圧配置や低気圧、高気圧の動きなどから、気象、海象の変化に対して十分注意する必要がある。

操業時における最長漂流時間は状況により異なるが、8時間としてみると、各誤差のばらつきは距離誤差で、1.4マイル、直行距離誤差で1.0マイル、方向誤差で11°であるので、有効に利用できるものとする。

漂流終了時の予測船位と漁具収納開始地点とを一致させるような漂流方法をとる場合、さけ・ます流し網漁業のように漁具が水面および水面下数メートルの浅いところに設置されている場合には、漂流終了時近くになれば監視目標は当然視界内に入っているのであるから、漁具に損傷を与えるおそれがあれば機関を使用して収納開始地点に移動すべきである。また、まぐろはえなわ漁業のように、漁具が水中深く設置され、たとえ船が漁具の上を通過しても支障のない場合には、揚なわ開始時刻の近くまで漂流を続けられればよいし、むしろ漁具を横切るようなことにでもなれば、監視のうえから確認がより確かになるという面もある。いずれにしても漂流予測後はそれぞれの操業形態に応じた監視体制を考え、漁具に対する安全な漂流を心がけるべきであろう。

漁具監視の立場から漂流船位を知ることは重要なことであり、さらに一步進めて漂流終了地点と漁具収納地点が一致するような漂流開始地点の選定が可能となれば有益である。あるいは適宜漂流する場合でも、あらかじめ漂流経路、距離を予知しうることは有効である。

終わりに、本実験に御協力いただいた練習船北星丸山本昭一船長ならびに乗組員各位に深甚の謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 平岩 節・斎藤昭二・石井清彦・米田国三郎, 減揺水槽装備船の風圧による漂流, 日航海誌, 41, 141~148, 1969.
- 2) 平岩 節・藤井武治・山本昭一・増田紀義・石井清彦・米田国三郎, おしよる丸の漂流について, 日航海論集, 48, 49~56, 1972.
- 3) 平岩 節・斎藤昭二・石井清彦・安間 元・米田国三郎, 漁具監視における漂流船位の推定, 日航海誌, 42, 101~107, 1969.

質 疑 応 答

井上篤次郎 (1) 漂流速 U , 漂流方向 β を求める式中の r で風向, うねりが一致すると 0 となり, 漂流速 U が最小となる。また β も定数となり普通考えられるのと少し差を感じるが, r には符号でもつけるのか。

(2) r が 0 のとき β はある値になるが船首方向と風の関係は常に一定なのか。

米田国三郎 (1) 本文 2.3.2 で述べたとおりです。

(2) 風向とうねりの方向とから船首方向が決まり, β が決定されます。 $r=0$ の場合, 統計的には船首方向と風向との差角は定数となり, したがって β も定数として表わされます。