漁具監視における漂流船位の推定

平 岩 節*・斎藤 昭二*・石井 清彦*
安 間 元*・米田国三郎*

A Method of Estimating the Relative Position of a Ship to her Fishing Gear during Drifting

T. Hiraiwa, S. Saito, K. Ishii,
G. Anma and K. Yoneta

Abstract

An officer on duty on a fishing vessel watches the fishing gear drifting after setting the salmon gill-net or tuna longline.

At any time, if he can estimate his ship's position by any method concerning the gear without recourse to an object (flag, light, reflector, radio buoy), he can employ the method to watch the gear effectively. The authors had experimented with the drifting of the Hokusei-maru (273 G/T), and reported that the direction and distance of drifting were estimated by the ship's head and wind velocity. And for the next study, we experimented on the accuracies of estimated ship's positions based on the method, in the North Pacific Ocean.

The experiment

1. As the drifting velocity and directions had been calculated by previously reported equations, some drifting positions were estimated.
2. Ship's positions can be determined by the bearings and distances of the corner reflector connected to the gill-net (length 3 n.m., depth 7m).
3. Determined and estimated ship's positions are shown in Fig. 2 every 30 minutes.

The accuracies of estimated positions.

1. We say that the distance error is the length between the determined position and the estimated position, as shown in Fig. 3, related to the drifting time every day. Furthermore standard deviations of distance errors are shown in Fig. 4.
2. Differences of estimated drifting directions from determined directions are shown in Fig. 5 in relation with the drifting time. And standard deviations of direction errors are shown in Fig. 6.
3. Under the general condition that the drifting time is 6 to 8 hours, the distance error is 1 n.m. (s.d.) and the direction error is 7° (s.d.).

According to this method, we could obtain satisfactory results from various points of view for

* 北海道大学水産学部 (函館市港町)

the sake of keeping watch over the fishing gear.

We recommend an officer on duty to study the drifting characteristics of his own ship and apply himself to keeping watch over a fishing gear.

1. 緒 言

船に drift を生ぜしめる要因は、上部構造物に働く風圧力、風によつて起こされた吹送流、波浪による横動揺のために誘起せられる横漂流、更には海流・潮流の影響である。この圧流作用を把握することは、航走中においては針路の更正、船位の推定に不可欠であり、また出入港時におけるがごとく低速状態にあつては操船にも関連がある。他方機関停止時の漂流は遭難船の搜索に、また漁船においては漁具（延縄、流網）監視の上から重要な問題である。

推進力を失つた遭難船、推進を止めた操業漁船、いずれの場合も漂流位置推定はそれなりの意義があるが、船位の表示法そのものは基本的に異なる。すなわち遭難船の場合は上記諸要因をことごとく推定加味し、現在位置を経緯度座標で表示する必要があるのに対し、操業漁船の場合は、船も漁具も海流・潮流・吹送流の影響をほぼ等しく受けて流され、風については船のみ圧流されるので、漁具を極、風向を原線とした極座標で表わさなければ意味がない。

現在とられている漁具監視の方法は目標（灯火、大旗、reflector）を視界内に保つよう漂流中でも時々機関を運転して風上に遡っている。この定型行動の中にあつても、機関の修理手入れのため長時間連続漂流のこともあり、また目標の視認困難なこともあるが、いかなる不測の事態に際しても、なお万全の策をとることが要求される。また radio buoy による監視の場合は揚網、揚縄近くまで連続漂流しても、目標の方向確認は可能であるが、帰投時間についての情報は得られない。また故障時の対策も考えておかなければ万全を期し難い。

筆者らは前報[1]において、一見 random にみえる漂流方向にも統計的法則性のあることを指摘したが、推定した動径、極角を現実に応用して実用性の価値評価を試みた。

2. 漂流船位の推定方法

浮作物は風圧と水の流動によつて漂流する。漁具を監視する操業漁船の場合、流れの複雑な海域でない限り、風圧による船の漂流特性を知悉しておけば、漁具に対する自船の漂流位置の推定は可能である。（もちろん厳密な意味においては吃水、trim が変わると風圧流も当然異なるが、その変動は水線上下の投影面積比の平方根に比例すると見られるから、船の状態の変化に対する配慮は要求する精度と提供される資料の精粗によつて推定者の判断に俟つべきものである。漂流方向についても同じ。）

筆者らは北大練習船北星丸（273G/T）について昭和42年6月南千島沖において漂流実験を行ない次の結果を得ている。

漂流速 U (kt) は減揺水槽作動時で 0.143W, 停止時で 0.135W (W: 風速 m/s), 風に対する船首方向 (α), 漂流方向 (β) を図1のごとく測れば, α と β の間には, 水槽作動時,

$$\beta^\circ = 204^\circ - 1.94\alpha^\circ, \text{ 停止時 } \beta^\circ = 213^\circ - 2.05\alpha^\circ$$

なる関係があつた。

この方法により任意時における漂流位置を推定せんとするのであるが、吃水変化に対する漂流量の補正は、出入港時における平均吃水の差が 10cm 未満であることと、推定漂流方向・距離のばらつきとの関

図1 船首方向(α), 漂流方向(β)の測り方

表 1

観番 測 日号	観 番 測 点 号	漂 流 量	漂 流 方 向 (β)	風 速	船 首 方 向 (α)	タ ン ク	観番 測 日号	観 番 測 点 号	漂 流 量	漂 流 方 向 (β)	風 速	船 首 方 向 (α)	タ ン ク
1	1	0.17	93°	2.8m	68°	開	6	59	0.46	26°	6.8m	92°	開
	2	0.12	31	2.8	88	〃		60	0.50	37	6.0	91	〃
	3	0.26	42	3.3	81	〃		61	0.44	46	5.5	88	〃
	4	0.34	13	3.8	91	〃		62	0.45	30	5.5	89	〃
	5	0.26	27	3.3	76	〃		63	0.50	44	5.3	92	〃
	6	0.34	35	3.5	82	〃		64	0.53	40	5.0	88	〃
	7	0.30	41	3.5	71	〃		65	0.35	22	5.0	98	閉
	8	0.28	52	3.5	68	〃		66	0.32	23	5.0	93	〃
	9	0.32	52	3.8	71	〃		67	0.35	39	5.0	91	〃
	10	0.30	74	3.6	74	〃		68	0.45	40	5.3	95	〃
2	11	0.22	67	2.1	55	閉	7	69	0.54	42	6.8	92	開
	12	0.23	57	2.9	68	〃		70	0.66	33	6.8	93	〃
	13	0.33	59	3.3	74	〃		71	0.65	25	7.0	89	〃
	14	0.33	42	3.8	81	〃		72	0.63	50	7.3	90	〃
	15	0.33	54	3.9	80	〃		73	0.52	39	6.8	88	〃
	16	0.35	63	4.2	64	〃		74	0.55	44	7.0	87	〃
	17	0.34	76	3.9	70	〃		75	0.67	47	7.0	84	閉
	18	0.30	80	3.1	67	〃		76	0.62	47	6.8	84	〃
	19	0.22	63	3.3	68	〃		77	0.56	39	7.0	84	〃
	20	0.19	66	2.9	65	〃		78	0.50	46	7.0	85	〃
3	21	0.39	42	4.8	87	閉	8	79	0.41	47	5.0	80	開
	22	0.41	39	4.5	85	〃		80	0.42	42	5.0	81	〃
	23	0.46	44	5.0	81	〃		81	0.45	65	4.3	88	〃
	24	0.44	50	5.0	76	〃		82	0.34	59	3.5	86	〃
	25	0.42	50	5.3	74	〃		83	0.36	59	3.3	83	〃
	26	0.39	25	5.3	84	〃		84	0.33	53	3.5	85	〃
	27	0.42	39	5.3	87	〃		85	0.32	75	3.0	65	閉
	28	0.42	41	5.5	83	〃		86	0.30	90	3.3	51	〃
	29	0.49	30	5.8	86	〃	9	87	0.33	-11	3.5	101	開
	30	0.40	46	5.5	89	〃		88	0.35	-16	3.5	99	〃
4	31	0.42	46	5.3	81	〃		89	0.28	-12	3.0	100	〃
	32	0.41	47	5.0	81	〃		90	0.28	-3	3.0	99	〃
	33	0.31	46	2.9	91	開		91	0.24	-16	2.8	109	〃
	34	0.32	40	3.0	93	〃		92	0.19	1	3.0	111	〃
	35	0.27	30	3.5	77	〃		93	0.20	-10	3.0	104	閉
	36	0.25	47	3.8	82	〃		94	0.17	13	2.8	102	〃
	37	0.26	26	4.3	87	〃		95	0.15	16	2.8	92	〃
	38	0.30	17	4.8	91	〃		96	0.21	13	3.5	102	〃
	39	0.31	21	5.0	93	〃		97	0.24	36	3.8	94	〃
	40	0.34	28	4.3	87	〃		98	0.21	0	3.3	89	〃
5	41	0.36	23	3.8	80	〃	10	99	0.24	30	3.3	91	〃
	42	0.35	44	4.5	82	〃		100	0.20	23	3.3	90	〃
	43	0.35	46	5.0	80	〃	11	101	0.23	58	2.5	70	開
	44	0.47	23	5.8	85	〃		102	0.20	61	2.3	75	〃
	45	0.46	21	6.0	82	〃		103	0.29	43	3.5	81	閉
	46	0.45	25	5.5	88	〃		104	0.40	54	3.5	76	〃
	47	0.27	9	4.0	102	閉		105	0.35	50	3.0	80	〃
	48	0.31	-15	4.5	110	〃		106	0.31	48	3.3	79	〃
	49	0.33	0	4.8	107	〃		107	0.33	55	3.8	74	〃
	50	0.34	-16	5.0	106	〃		108	0.31	57	3.8	76	〃
	51	0.42	-15	5.5	101	〃	11	109	0.57	33	6.3	81	開
5	52	0.49	-20	6.0	101	〃		110	0.51	38	6.0	83	〃
	53	0.41	-4	5.8	106	〃		111	0.58	30	6.0	88	〃
	54	0.37	-9	5.3	102	〃		112	0.50	31	6.3	89	〃
	55	0.42	9	6.0	105	〃		113	0.47	41	5.3	88	〃
	56	0.52	10	7.4	98	〃		114	0.49	40	4.5	87	〃
	57	0.57	6	7.4	95	〃		115	0.49	42	4.0	85	〃
	58	0.60	-12	6.4	92	〃		116	0.36	27	4.5	85	閉
								117	0.32	37	4.5	74	〃
								118	0.30	47	4.5	78	〃
								119	0.22	34	4.5	84	〃

図2 漂流および漂流推定図

●, 実線…漂流位置, 方向 ○, 点線……推定位置, 方向

連および実用化重視の立場において無視することにした。

3. 漂 流 実 験

昭和43年6月4日より9日まで、15日より20日までの二航海は千島列島南方海域において、また7月2日より12日までオホーツク海で、同船について次の要領で漂流実験を行なった。

3.1 漂流船位の測定

長さ約 3 n.m., 深さ約 7 mの流網にとりつけた corner reflector を観測の原点とし、観測者はこれの方位・距離を 30 分ごとに Radar により測定し、基点に対する現在位置を求めた。かくすれば各30分間における風圧による漂流状況は容易に求められるが、漂流量、漂流方向 (β) および推定に必要な風速、船首方向 (α) を掲記したのが表 1 である。

3.2 漂流船位の推定

course recorder に記録された船首方位の平均値と平均風向の差角および平均風速により前記推定式に基づいて30分ごとの位置を計算し推定船位とした。

3.3 結 果

各日における30分ごとの漂流位置および推定位置を画いたのが図 2 である。

総括的にみて各日における両者の漂流開始地点と終了地点を結ぶ方向 (Co. m. g.), 距離 (Dist. m. g.) の違いはそれぞれ 10° , 1 n.m. 程度に収まっている。

4. 推定船位の精度

測定位置に対する推定位置のずれを表示する方法としては、直交座標における縦、横軸の長さ、あるいは極座標における極角、動径をもつてするのが普通であるが、この点については前項より判断することにして、本項では漁具監視上最も直接的な表示法すなわち原点 (漁具) に対する方向のずれと漂流位置、推定位置間の長さをもつてし (それぞれを方向誤差、距離誤差と呼称) 検討することにする。

4.1 距 離 誤 差

漂流位置と推定位置の間の長さを各観測日ごとに漂流時間との関係において示したのが図 3 である。それらの長さは漂流方向、距離の推定誤差の現われ具合によつてきまるので、一般則的な関係は見出し難いが、各時間ごとの標準偏差を求めてみると図 4 に見るごとく、距離誤差と漂流時間との間には、

図3 漂流位置、推定位置間の距離と漂流時間の関係

図4 距離誤差と漂流時間の関係

$$\sigma^{(2)} = \sqrt{0.08030t + 0.008319t^2}$$

$$\approx 0.09\sqrt{10t + t^2}$$

(t の単位: 時)

なる関係が見られる。

操業漁船において漁具を投じてより揚げるまでの最長漂流時間は一概にいえませんが、8時間とみても推定位置は漂流位置と s.d. で 1n.m. 程度のずれを示すに過ぎない。

4.2 方向誤差

漂流方向を図1のごとく測り、推定方向—漂流方向を各観測日ごとに漂流時間との関連で示したのが図5であつて、2, 3時間経つと相当安定してくる。漂流初期においてばらつきが大きいのは、わずかの推定誤差も角度に敏感に響くという当然の現象を示しているに過ぎない。

また各時間ごとの標準偏差を plot してみると図6のごとくで、時間の経過につれて方向誤差が逡減していくのは、偶然誤差の平均化による精度の向上と見られるが、逡減率は方向誤差の他に距離誤差が入っているのでは簡単ではないが、図6より単純に

σ^n を想定して各係数を求めてみると $13.28t^{-0.32} \approx 13^\circ / \sqrt[3]{t}$ が導かれ、 t を8時間とすれば方向誤差は s.d. で約 7° である。

距離誤差、方向誤差を総合して位置のずれを考察するに、通常漂流の6～8時間では1 n.m. 程度、方向のずれは 7° 程度であり、逆に極く短時間内では方向の推定精度は悪いが位置そのもののずれは数百米以内であるので、漁具監視上の支障はない。

また表1の資料全部について連続漂流したものと仮定してみると、漂流時間 59.5 時間について、漂流距離=41.0、漂流方向=34.6 に対し推定漂流距離=35.3、推定方向=35.8、漂流位置と推定位置の間の長さは5.7である。ここに漂流量を各観測時における船の状態、海象状態に適合するごとく補正すれば、推定位置の精度は向上する筈であるが、漂流位置の推定は監視上補助的、予備的な性格をもつものであることより、簡便であることに重点をおき修正の煩を避けた。

5. 結 言

漁具監視の立場から要求される推定船位の精度は、海象、気象、時刻、装備によつて異なるので画一的にはきめられないが、漂流終了地点より帰投行動に移る際針路を決定できる条件を備えていることがまず必要である。次に目標に接近し視認距離に入れば当然目標の発見に注力するが、その時機および見張りの重点方向を予知しうることも大切である。

図5 方向誤差と漂流時間の関係

図6 方向誤差と漂流時間の関係

筆者らの用いた方法によれば、通常の漂流時間に対し、漂流方向のばらつきは標準偏差で 7° 程度であるので視認距離に達した時点において目標を発見することは難かしくない。(もちろん見張りの重点範囲は漂流終了地点より見張りの開始地点までの距離によつて異なる。) また漂流位置と推定位置の間の距離は 1 n.m. (s.d.) 程度であるので帰投時間についての情報を得ることも難かしくない。

このように直接的に漁具の監視に有効であり、また従来どおりの監視法をとる場合でも補助的に、あるいは機器の故障に対する予備的な効果も備えている。総括的にいえば監視に対する労力の軽減、直接、間接監視が可能であることに対する安心感は実用上有効であると思われる。このような観点より各船それぞれ自船の漂流特性を研究して、漁具監視に適用されんことを期待するものである。

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，(1969) pp. 141

〔質疑応答〕

漂流船位の誤差を推定するに当つて、風速の大小による影響の相違について考慮されているのでしょうか。風速が大となり荒天となればなるほど船位の推定誤差は大きくなりますが、その影響度を判定するのは、極めてむづかしい事と存じますが。(長谷川健二)

〔解 答〕

漂流船位推定の方法は前報(会誌41号)の実験結果に基づいて行なつたものです。漂流量のばらつきは風速の関数ではないのかとの御質問ですが、同誌図2に見るごとく操業可能範囲では考慮の必要を認めませんでした。つぎに漂流方向と風速との関係については、同誌図5より漂流方向は漂流姿態(船首方向)に関連するが、船首方向と風速は無相関であることより(図3)，風速の大小によつて漂流方向が一義的にきまるとは考えられません。したがつて、方向、距離の推定誤差は風速を parameter とする必要がないと考えています。