



| | |
|------------------|---|
| Title | 風圧による船舶の横漂流について |
| Author(s) | 齋藤, 昭二; SAITO, Shoji |
| Citation | 北海道大學水産學部研究彙報, 10(4), 303-309 |
| Issue Date | 1960-02 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/23086 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 10(4)_P303-309.pdf |



風圧による船舶の横漂流について

齋藤 昭 二

(北海道大学水産学部練習船おしよる丸)

Observations on the Ship's Drifting due to Wind Action

Shoji SAITO

Abstract

A vessel on the ocean which stops her engine is subjected to wind action and starts drifting. On the cruises of the training ship "Oshoro Maru" of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University, in June and July from 1957 to 1959, to Aleutian Waters and the Bering Sea, the writer measured the drifting quantity by means of radar watching directed to the corner reflector which was mounted on the salmon-gill net.

From this observation, the following results were obtained;

1) The ship had the wind from 2 points (22 1/2 degrees) ahead the beam to 1 point (11 1/4 degrees) abaft the beam and was drifted (Fig. 5):

Then, the drifting direction of the ship and the wind direction did not correspond, and the vessel was drifted to leeward ahead the beam. (Fig. 4)

2) The drifting velocity of the ship in relation to the wind velocity is obtained by the following experimental equation:

When: $S/S_w = 1.66$

$$v = 0.118 W$$

where: S: Longitudinal projected area of ship above water-line

S_w : Longitudinal projected area of ship below water-line

v: Drifting velocity (kt)

W: Wind velocity (m/sec)

I 緒 言

海上において船舶が機関を停止し、風圧及び潮海流の作用下にある状態を漂流という。漂流量の問題は、その始めに、船が風圧の作用線といかなる相対角度にあつても、風圧の作用下ではやがて一定の相対角度と一定の漂流速度をもつて漂流するにいたる、この場合の漂流方向及び速度を求めることにある。

船舶の漂流に関しては、安井¹⁾の春風丸実験及び最近では上坂等²⁾の定点観測船あつみ実験をもとにした論文等があげられる。

洋上における船舶、特に漁船が漁撈作業中においては、しばしば正横方向より風を受けて漂泊することがある。ベーリング海及びアリューシャン海域にわたるおしよる丸(北海道大学水産学部練習船)の航海では、毎年鮭鱒流網漁業実習を実施するが、その際風圧による横漂流量を測定する機会を得たので、昭和 32, 33, 34年の航海における実験結果を解析した。

II 実 験

(1) 方 法

実験はおしよる丸の漁業実習中に行われた。漁撈中船は、流網投網後常に Fig. 1 のような関係位置で右舷又は左舷より風をうけ、網の端に取付けたコーナー・リフレクターの風下側に漂泊しながらレーダーにより網の監視を行う。

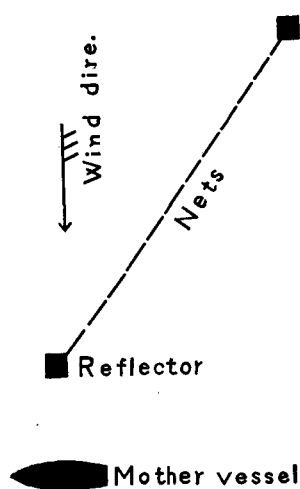


Fig. 1. Relation between the ship and her nets as effected by the wind direction

本実験においては、レーダーによるリフレクターの探知距離は3 哩である、従つてこれ以上離れぬように随時風上にさかのぼる。その際リフレクターから約0.1 哩の風下側に停船し、それから漂流を始めた。停船後は船が風波等に対して定常状態即ち一定の関係を保つまで待ち、それからリフレクターの方位及び距離の測定を行った。

使用レーダーは Kelvin & Hughes Marine Radar Type 2 で、この可変距離計 (0.05 哩目盛) により距離を、又方位は同 Radar に組込まれた Sperry Gyro Compass Mark 14 の Repeater によつて直接真方位を測定した。漂流の観測時間は漁撈中に実施するために Table 1 に示すように統一できなかつたが、大よそ30 乃至40 分となっている。漂流量測定中の風速はロビンソン風速計により平均風速を、風向はプロペラ型発電式風向風速計により求めた。

(2) 結果

実験回数は30 回で、3 年にわたるがいずれも6 月9 日から7 月20 日の間に行われた。観測地点は主として Fig. 2 に示すとおりベーリング海及びアリューシャン海域で、陸岸に近いところを避けた。

観測開始の時の方位、距離と観測終了の時の方位、距離とから漂

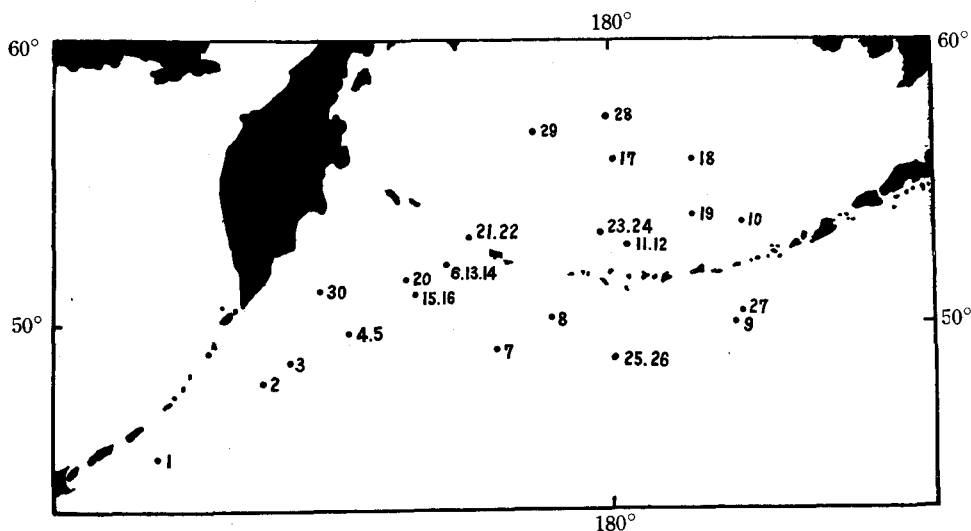


Fig. 2. Locations of the observational stations

流方向及び漂流距離を出し、これに対する風向、風速と共に Table 1 に示す。この実験は漁業実習中に実施したので、風速10m/sec 以上の場合の資料を得ることができなかつた。

III 解 析

(1) Table 2

Table 1 に示す漂流距離と観測時間により、各風速に対する漂流速度を求めた。又風向と船の正横方向及び風向と漂流方向とのなす角度を求め、これらを Table 2 に示す。

Table 1. Data on the relation between the ship's drifting and the wind

| No. | Ship's head | Drift | | | Wind | |
|-----|-------------|-----------|------------------|------------------|-------|----------------|
| | | direction | distance mile | duration min. | dire. | velo. m/sec |
| 1 | 332 | 282.5 | 0.65 | 44 | 68 | 7.0 |
| 2 | 35 | 305.5 | 0.28 | 26 | 135 | 6.2 |
| 3 | 21 | 306.5 | 0.79 | 58 | 113 | 7.5 |
| 4 | 329 | 254 | 0.43 | 44 | 45 | 5.7 |
| 5 | 327 | 245 | 0.28 | 26 | 45 | 5.3 |
| 6 | 155 | 208 | 0.90 | 55 | 45 | 6.9 |
| 7 | 35 | 314 | 0.34 | 55 | 113 | 3.0 |
| 8 | 180 | 269.5 | 0.54 | 70 | 90 | 3.2 |
| 9 | 166 | 117 | 0.38 | 27 | 248 | 5.3 |
| 10 | 344 | 298 | 0.73 | 77 | 107 | 3.7 |
| 11 | 357 | 275.5 | 0.37 | 40 | 80 | 4.4 |
| 12 | 330 | 214 | 0.50 | 39 | 68 | 4.1 |
| 13 | 203 | 152 | 0.27 | 37 | 315 | 3.0 |
| 14 | 186 | 109.5 | 0.30 | 52 | 248 | 4.1 |
| 15 | 181 | 117 | 0.45 | 46 | 248 | 3.0 |
| 16 | 351 | 72.5 | 0.67 | 63 | 220 | 4.5 |
| 17 | 260 | 160 | 0.27 | 25 | 340 | 5.2 |
| 18 | 120 | 48 | 0.24 | 30 | 214 | 3.6 |
| 19 | 50 | 324.5 | 0.30 | 30 | 155 | 4.2 |
| 20 | 40 | 303 | 0.45 | 30 | 140 | 7.6 |
| 21 | 40 | 327 | 0.33 | 29 | 135 | 6.7 |
| 22 | 39 | 328 | 0.32 | 31 | 120 | 5.8 |
| 23 | 173 | 266.5 | 0.16 | 17 | 100 | 4.8 |
| 24 | 355 | 296 | 0.33 | 36 | 75 | 4.9 |
| 25 | 335 | 283 | 0.37 | 33 | 60 | 4.5 |
| 26 | 336 | 278 | 0.22 | 26 | 60 | 3.8 |
| 27 | 228 | 168 | 0.39 | 40 | 300 | 5.5 |
| 28 | 145 | 84 | 0.32 | 30 | 215 | 6.7 |
| 29 | 160 | 94 | 0.66 | 43 | 250 | 9.4 |
| 30 | 172 | 97 | 0.32 | 30 | 250 | 6.1 |

Table 2 により各風速に対する漂流速度を Fig. 3 に示す。

(2) 実験式

漂流量については、一般に漂流速度と風速との一次関係を考え次の式で与えられている。

$$v = kW \dots\dots\dots (1)$$

従つて、Fig. 3 においてこれらの結果を直線とみなし最小自乗法により次の実験式を得た (Fig. 3 の実線で示す直線)。

$$v = 0.118W \dots\dots\dots (2)$$

但し v : 横漂流速度 knot W : 風速 m/sec

(3) 安井式の方法

安井³⁾によると、風圧による船舶の横漂流量には次のような関係がある。

$$v = k \sqrt{\frac{S}{S_w}} W \dots\dots\dots (3)$$

但し k : 比例定数 S : 風圧側面積 S_w : 片舷浸水風積

おしよる丸の場合、Table 3 に示すとおり風圧側面積比 $S/S_w = 1.66$ であり、(3) 式から

$$v = 0.098W \dots\dots\dots (4)$$

となり、大体近い値となる (Fig. 3 の点線で示す直線)。

Table 2. Experimental results on the drifting direction and velocity in relation to the wind

| No. | Wind velo. m/sec | Drifting velo. knot | α ° | β ° |
|-----|---------------------|------------------------|---------------|--------------|
| 1 | 7.0 | 0.89 | - 6 | + 34.5 |
| 2 | 6.2 | 0.65 | - 10 | - 9.5 |
| 3 | 7.5 | 0.82 | - 2 | + 13.5 |
| 4 | 5.7 | 0.59 | + 14 | + 29 |
| 5 | 5.3 | 0.65 | + 12 | + 20 |
| 6 | 6.9 | 0.98 | - 20 | + 17 |
| 7 | 3.0 | 0.37 | + 12 | + 21 |
| 8 | 3.2 | 0.47 | 0 | + 0.5 |
| 9 | 5.3 | 0.83 | + 8 | + 49 |
| 10 | 3.7 | 0.57 | - 33 | + 11 |
| 11 | 4.4 | 0.56 | + 7 | + 15.5 |
| 12 | 4.1 | 0.78 | - 8 | - 34 |
| 13 | 3.0 | 0.44 | - 22 | + 17 |
| 14 | 4.1 | 0.35 | + 28 | + 41.5 |
| 15 | 3.0 | 0.59 | + 23 | + 49 |
| 16 | 4.5 | 0.64 | - 41 | + 32.5 |
| 17 | 5.2 | 0.65 | + 10 | 0 |
| 18 | 3.6 | 0.48 | - 4 | + 14 |
| 19 | 4.2 | 0.61 | - 15 | + 10.5 |
| 20 | 7.6 | 0.90 | - 10 | - 17 |
| 21 | 6.7 | 0.68 | - 5 | + 12 |
| 22 | 5.8 | 0.62 | + 9 | + 28 |
| 23 | 4.8 | 0.56 | + 17 | + 13.5 |
| 24 | 4.9 | 0.56 | + 10 | + 41 |
| 25 | 4.5 | 0.67 | + 5 | + 43 |
| 26 | 3.8 | 0.51 | + 6 | + 38 |
| 27 | 5.5 | 0.59 | + 18 | + 48 |
| 28 | 6.7 | 0.64 | + 20 | + 49 |
| 29 | 9.4 | 0.92 | 0 | + 24 |
| 30 | 6.1 | 0.64 | + 12 | + 27 |

Table 3. Dimensions of the ship "Oshoro Maru"

| | |
|----------------------------------|--------|
| Gross tons | 616.72 |
| L P P | 46.79 |
| B | 9.14 |
| D | 4.72 |
| Mean draft | 3.355 |
| S (m ²) | 244.53 |
| S _w (m ²) | 147.08 |
| S/S _w | 1.66 |

S : Logitudinal projected area of the ship above water-line
 S_w : Logitudinal projected area of the ship below water-line

α : Relative angle between the line of wind action and ship's transverse plane

β : Relative angle between wind and direction of drift

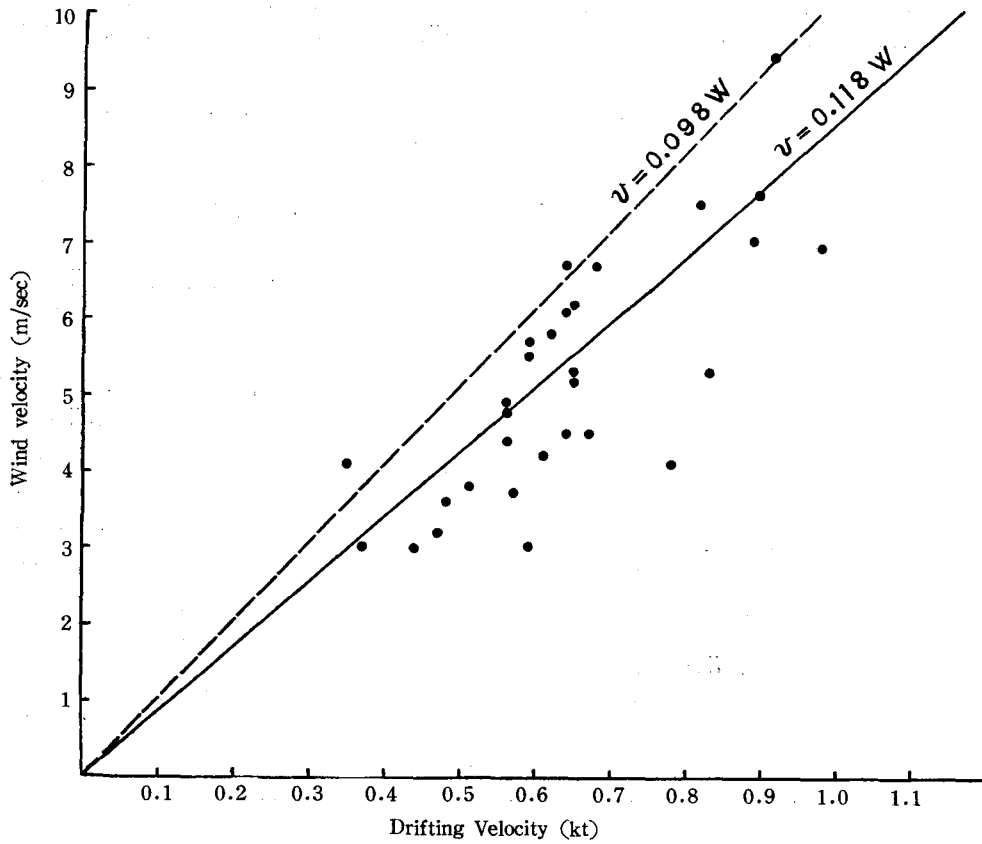


Fig. 3. Relation between wind velocity and drifting velocity

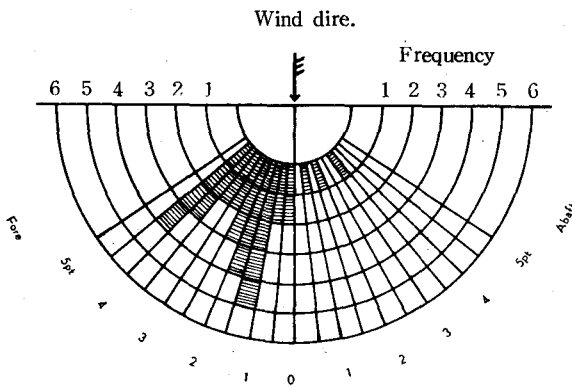


Fig. 4. Relation between wind and direction of drift

(4) 風向に対する漂流方向の度数分布

Table 2 の風向と漂流方向とのなす角度から、今風向に対してこれと同一の漂流方向を0点としてこれより船首方向と船尾方向にそれぞれ1/2点ごとに区切り、その分布を図に描くとFig. 4に示すとおり船首方向1点以上4点1/2までの間の分布が多く、風向と漂流方向が一致しない。

IV 考 察

(1) 風向と船首方向との関係

正横方向を規準として風をどんな方向から受けるかその角度を求め、船首側に+、船尾側に-の符号をつけ

Table 2 に示す。又各方向についての度数分布を表わすと Fig. 5 となる (正横方向即ち 0° の方向が 2 度あり, これを船首側に分布するものとした)。この図から, 大体正横前 2 点から正横後 1 点の間に風を受けて漂流することの多かつたことがわかる。

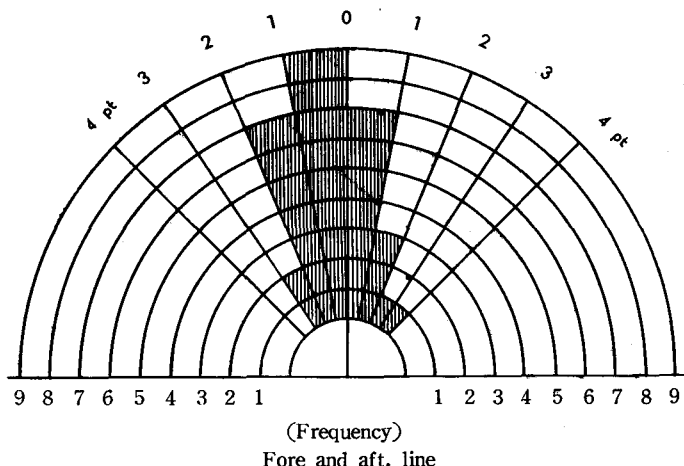


Fig. 5. Distribution of frequency of wind direction

(2) 風向と漂流方向との関係

この実験において, 風向と漂流方向とは一致しなかつた。これについては, 水中又は水面上の物体が運動する場合に⁴⁾, 慣性力の増加を質量の増加にもとづくものと考えて見掛質量が定義される。これは物体の外形によつて定まり, かつ方向によつてその値が異なる。船舶の場合, その船首方向又は正横方向によつて見掛質量が異なり, その値は $m_x \doteq 0.05 \sim 0.15m$, $m_y \doteq 0.9 \sim$

1.2m となつている。従つて船体にある方向の力を作用させると, 運動の方向が力の方向と一致しない。

今 Fig. 6 のように力 f を x 軸に対して θ なる角度に作用させれば, 運動の方向 ϕ は次のように表わされる。

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{m + m_x}{m + m_y} \cdot \tan \theta \right) \dots \dots \dots (5)$$

但し m : 船の質量 m_x : 船首方向見掛質量 m_y : 正横方向見掛質量

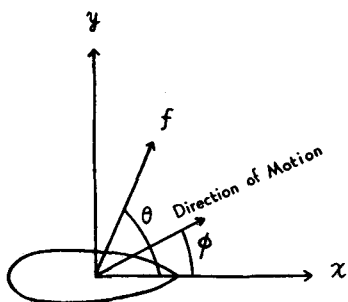


Fig. 6. Relation between direction of force action and direction of shlp's motion

よつて, 風圧の作用方向を θ , 漂流方向を ϕ とすると, (5) 式から $\theta > \phi$ が成立つ。従つて定量的に算出するには, おしよる丸の m_x, m_y を求める必要があるが, 定性的には風向の作用線と漂流方向が一致しないことが説明できる。

(3) 海潮流の影響

ベーリング海及びアリューシャン海域の海流に関しては⁵⁾, 本実験と同時期における海洋観測結果によると, アリューシャン列島南岸に沿ひ西方に 0.3~0.4kt 程度の比較的流速の速い海域とカムチャツカ半島南方の一部に同程度の海域がある外は一般に弱く 0.1kt 前後である。

此の実験は, 陸岸に近く流れの不規則な海域及び流速の速いと思われるところは避けた。さて, 漂流量を測定する基準となる物標はリフレクターで, その取付けてある流網の全長は約

1.4 哩 (70 反使用), 網丈は 4.5 間であるから水面より約 6.8m の深さに達する。又船とリフレクターの距離は前述のように常に 3 哩以内である。以上のことから船と網とは海流により同一に流されると考えられるので, その影響は考慮する必要がないと言える。

(4) 風浪及びうねりの影響

波⁶⁾ の形はトロコイド曲線に近い形をしている。いま水の分子が波の山の部分にあるとき風の引力の方向

に動くが、谷の部分にあるときはこれと反対の方向に動く。従つて水の分子の実質部の移動速度を省略すれば、山と谷とにおける水の分子の速度は等しくしかも方向が反対である。しかし分子の速度は一定でなく、波の頂部にあるとき最大で波の進む方向に動くから、円形軌道を完成した分子は波の進行方向にわずかな距離だけ前進する。

このように波（うねりも含む）による影響は風の吹いている帯域の移動と考えられているので、海流の影響と同じように考えられる。

(5) 吹送流の影響

吹送流⁷⁾の流速は表面から次第に深さを増すにしたがい対数曲線的に減少し、又風が一定時間連吹すると表面においては風向に対して45°の流れが生じ、深さが増すにしたがいその方向が右に偏する。

風波による横漂流速度 (kt) は風速 (m/sec) の15%で、そのうち吹送流の影響は3%といわれている⁸⁾。

船と網とを比較すると、形、抵抗及び水面からの深さ等すべての点で異なるので、吹送流がこれらに与える影響の差は求めた実験式 $v = 0.118W$ の中に含まれるものと考えられる。

V 結 言

この実験には種々の誤差が介入していると考えられるが、洋上における船舶の風圧による横漂流に関して次の結果が得られた。

(1) 風を正横前2点から正横後1点の間に受けて漂流した場合、漂流方向は風向と一致せず船首方向に偏りつた。

(2) 風圧による漂流速度は次の一次関係で表わしうる。

$$\frac{S}{S_w} = 1.66 \text{ で } v = 0.118W$$

但し S : 風圧側面積 S_w : 片舷浸水面積 v : 漂流速度 kt W : 風速 m/sec

(3) 安井式の方法による $v = 0.098W$ と実験式 $v = 0.118W$ との違いは、主として吹送流が船と網に与える影響の差であると考えられる。

(4) 測定風速値は相対風速であるから補正を要する。

終りにあたり、御校閲及び御指導を賜った本学川島利兵衛助教授、海流に関し御指導を賜った小藤英登助教授に、厚く感謝の意を表す。

文 献

- 1) 3) 安井善一 (1940). 海と空 20 (7), 180.
- 2) 上坂太郎・小嶋誠司・大杉勇 (1958). 日航会誌 (18), 1-7.
- 4) 元良誠三 (1957). 船体運動力学. 135p. 東京; 共立社.
- 5) Koto, H. & Fujii, T. (1958). *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* 9 (3), 150.
- 6) Sverdrup, H. U. & Munk, W. H. (1947). *Wind, sea and swell: Theory of relations for forecasting.* 37 p. U. S. H. O Pub. (601).
- 7) 須田皖次 (1948). 海洋科学. 770p. 東京; 古今書院.
- 8) 真鍋大覚 (1955). 造船協会誌 (316), 1-4.