

風力の目視観測について — I

吉村 浩・合田 政次・中根 重勝

Visual Observation of Wind Force — I

Hiroshi YOSHIMURA, Masaji GODA and Shigekatsu NAKANE

The wind force on the sea is often estimated by visual observation, using the Beaufort wind scale as standard.

To know the fidelity of the visual observation, we examined the wind forces determined with a wind gauge (true wind force) for 261 cases in which visual estimates were wind force 3 (from 6.5 to 10.5 knots in wind velocity).

The visual estimates agreed with the true wind force for about 80% of the data. Although the wind force tended to be underestimated in fair winds and overestimated in adverse wind, the visual observation was accurate enough for practical work.

海上における風の観測にはアナログ標示の風車型風向風速計が用いられているが、航走中に得られる結果は相対風向および相対風速である。従って、その時の真針路と実速力を補正して真の風向・風速に換算しなければならない。しかし、船舶交通の輻輳する海域での観測や測器が故障していたり、測器自体が設置されていない場合のみならず、目視による観測がおこなわれることが多い。

その基準として気象庁風力階級表⁽¹⁾が用いられている。これは、1805年英国のビューフォートが帆船の帆にあたる風の強さを13階級にわけて表わしたビューフォート風力階級表を改正したもので、海面の状態より風力を推定するものである。

筆者らは、目視により得た風力が、実際に測器より得られる風力と、どの程度一致するものであるかについて検討した。

資料および方法

観測は1981年から1985年の5ヵ年間、長崎大学練習船鶴洋丸の航走中において、海面状態より風力を推定するため昼間の当直時間に行った。5年間に得られた実測値と目視値との比較データ（以下、比較データと略す）は、風力3で261個、風力4で299個であった。

当直のため昇橋直後に第1回目の観測、すなわち、海面状態より目視による風力階級（以下、風力と略す）を推定し、同時に風車型風向風速計の指度、ジャイロコンパスによる針路、電磁ログによる船速および時刻を記録した。なお、風向・風速を読み取る場合、15分間の自記記録計の記録から30秒毎に読み取った瞬間風速は、風力3の場合に約±0.5ノットの周期的な変動がみられるが、1～2分間の中央値を読み取れば自記記録と指針の読み取り値は一致する。さらに測器の場合には、うねり、風浪の影響および風の息により指針がふれるので数分間の観測により、ほぼその中央値を測得値とした。しかし、うねりや風浪が大きくなると船速や船首方位の変動が大きくなり、誤差が増大する。このため今回のデータにはうねりが大きい場合（波高約2mを超える場合）のデータは除いた。その後、海面状態の変化が認められた時に第2回目以降の観測を行った。

次の観測をする前に真風向・風速を算出すると、その後の観測には計算結果を基準として推定する可能性があり、心理学でいう絶対判断、すなわち、「他に比較される刺激が提示されることなしに、単一の刺激だけが独立に提示された時の絶対印象による判断」⁽²⁾でなくなる恐れがある。従って、出来るだけこの様な影響を受けないようにするため、航海終了

後に電子計算機を使用して換算した。

本論文では、鶴洋丸の船速が13ノットであるため、正船尾方向からの追い風でも相対風向は前方となる風力3について検討を加えた結果を報告する。

結果と考察

気象庁風力階級表によれば風力3とは風速7～10ノットの範囲となっているが、風力2は6ノットまで、風力4は11ノットからであるから、各風力との境には1ノットの幅がある。そこで、6.5～10.5ノットの範囲を風力3とした。

全データの真風速の度数分布を Fig. 1 に示した。それらのうち、真風速が推定した風力と一致したのは201個 (77.0%) であった (Table 1)。

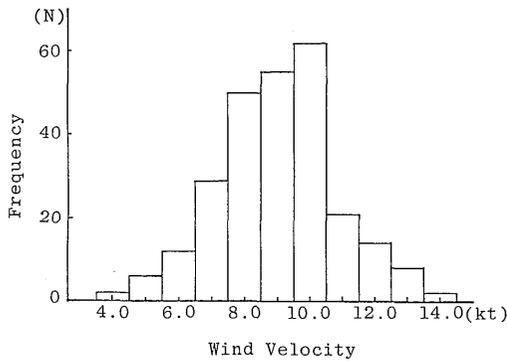


Fig. 1. Frequency histograms of the true wind velocities of the winds estimated as force 3 (6.5~10.5 knots) by visual observations.

第2回目以降の風力推定には、多少なりとも前回の観測結果の影響を受けたことも考えられる。そこで、第1回目のデータのみについてその内訳を示し

Table 1. Frequency of the true wind forces determined with a gauge for the winds visually estimated as force 3

True Wind Force	2	3	4	Total
No. of Data	19	201	41	261
%	7.3	77.0	15.7	100

Table 2. Frequency of the true wind forces determined with a gauge for the winds visually estimated as force 3 just after setting about navigation watch

True Wind Force	2	3	4	Total
No. of Data	4	44	11	59
%	6.8	74.6	18.6	100

たものが Table 2 である。その総数は59個であり、その内の44個 (74.6%) が風力3の範囲内にあり、全データの場合とほぼ一致している。

これらについての有意性の検定結果は、全データ、第1回目のデータともに危険率1%で有意、すなわち、目視による推定風力は測器より得られる風力と一致している。

次に、風力3と推定したデータのうち真風速が6.5ノット未満、および10.5ノット以上のものについて検討した。真風速が6.5ノット未満 (19個)、10.5ノット以上 (41個) のデータを0.5ノット間隔に区分したものが Table 3、それを追い風と向かい風に分けて、それぞれの最小値または最大値、平均、標準偏差を示したものが Table 4 である。

Table 3. Frequency of wind velocities with a class interval of 0.5 knots for the winds which were estimated as force 3 (wind velocity 6.5~10.5 knots) by a visual observation and turned to be either force 4 or force 2 by measurement with the gauge

Wind Velocity (knot)	10.6~11.0	11.1~11.5	11.6~12.0	12.1~12.5	12.6~13.0	13.1~13.5	13.6~14.0	Total
No. of data	13	8	9	3	5	2	1	41
Wind Velocity (knot)	6.4~6.0	5.9~5.5	5.4~5.0	4.9~4.5	4.4~4.0	3.9~3.5	3.4~3.0	Total
No. of data	7	5	3	2	2	0	0	19

Table 4. The minimum or maximum, mean values and standard deviation (S. D.) of true wind velocity above 10.5 knots and below 6.5 knots

	Wind direction	No. of Data	max. or min. (kt)	mean(kt)	S. D(kt)
Above 10.5 kt.	Adverse wind	14	13.0	11.386	0.679
	Fair Wind	25	13.7	11.964	0.876
Below 6.5 kt.	Adverse wind	14	4.2	5.557	0.693
	Fair wind	5	4.5	5.420	0.887

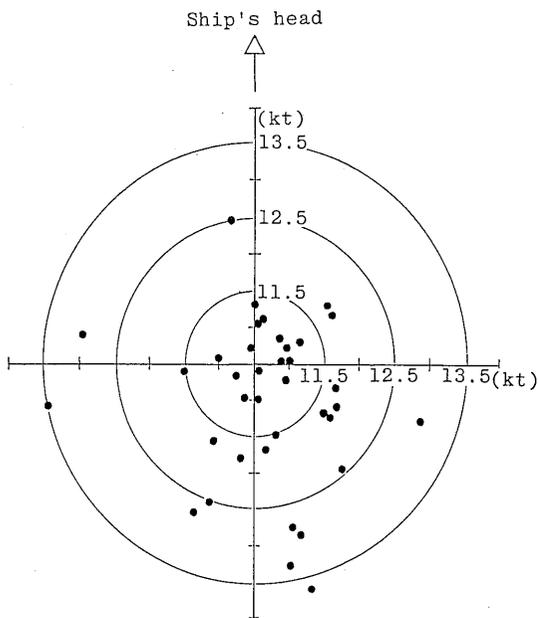


Fig. 2. Distribution of determined wind velocity and wind direction set on the basis of the ship's head, turned to be force 4 by the measurement with the gauge.

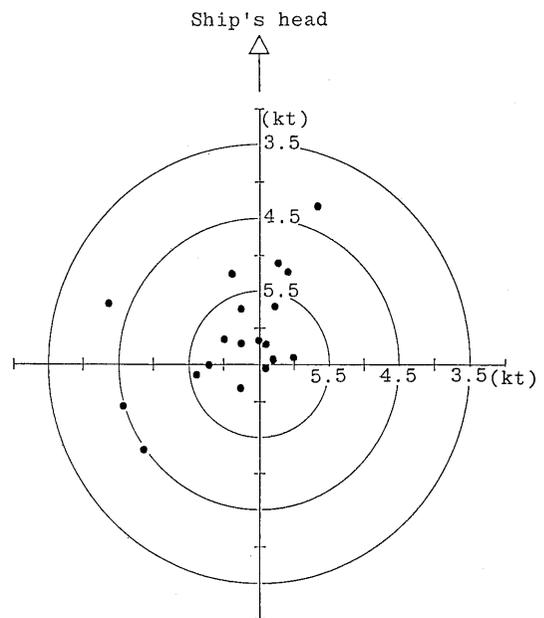


Fig. 3. Distribution of determined wind velocity and wind direction set on the basis of the ship's head, turned to be force 2 by the measurement with the gauge.

真風速10.5ノット以上のデータのうちで風力3と推定されたものは41個で、最大値は13.7ノットであった。これらの風速と船首方向に対する風向の関係を図示したものが Fig. 2である。41個のうち、追い風のものは25個、向かい風は14個、残りの2個は正横方向の風であった。

真風速6.5ノット未満のデータで風力3と推定されたものは19個で、最小値は4.2ノットであった。これらの風速と船首方向に対する風向の関係を図示したものが Fig. 3である。19個のうち、追い風の

ものは5個、向かい風は14個であった。

Table 4に示すように10.5ノット以上、6.5ノット未満のいずれも追い風の方が最大値または最小値、平均値とも風力3の範囲から大きくずれ、その標準偏差も大きくなっている。

目視観測の場合、風力階級表にはその海面状態を「小波の大きいもの。波がしらが砕けはじめる。ところどころに白波が現れることがある。」と表現されており、波がしらの状態で推定している。しかし、現実には潮汐、水深などによっても海面上の波の状

態は異なってくる。すなわち、6.5ノット未満であっても風力3の海面状態になることがある。風力3を超えたか否かの判断は、海面の白波の程度、言い換えれば全海面に対する白波の分布量によって推定している。この分布量をどの程度と判断するかによって誤差を生じることとなる。

次に、10.5ノット以上と6.5ノット未満を比較すると、前者は、追い風の場合に多いが、後者は逆に向かい風の場合に多くなっている。この原因として、船首方向は広範にわたって同時に目視できるので、向かい風の場合には波がしらの碎けはじめのようなこまかい現象がみやすく、風速を過大評価する。このため6.5ノット未満の場合であっても風力3と推定することが多くなる。これに反し、追い風の場合、通常ウイングに出て目視観測をするが、白波が船尾方向からくるので、船尾方向から正横付近の白波が見えるのみであるから、刺激が少なく過小評価すると考えられる。また、航走中には目視観測の精度が低下するのは、ローリングやヨーイング、風の息などで相対風向・風速が変動すること(3)による読み取り誤差、測器の誤差の他に船速や針路データにも誤差が含まれていることに起因するものと考えられる。

まとめ

航海中に目視観測した海面状態より推定した風力

の適合度について、風力3の場合の目視による風力と測器より得られた風力とを比較検討した。

目視による推定風力は、約80%が測器による風力と一致する。更に、測定機器類によるデータにも誤差があることを考慮すれば、目視による推定風力は実用上十分な精度であったといえる。

また、船首方向に対する相対風向によって精度が異なり、追い風の場合は風力を過少に、向かい風の場合には過大に推定する傾向がある。

今回のデータは、すべて船橋より観察したものであるが、筆者らの経験によれば風に対し暴露された場所で観測を行った場合には、特に向かい風の場合に風圧が増大するので風力をやや過大に推定する傾向があり、また海上経験の少ない観察者の推定精度は、やや劣る傾向がみられる。今後、さらにこれらの問題点や異なった風力の場合についても検討する必要がある。

引用文献

- 1) 気象庁編(1985). 船舶気象観測指針. 気象庁, 東京, 46-47.
- 2) 佐藤 信(1985). 官能検査入門. 日科技連, 東京, 252.
- 3) 柴田渉次(1977). 海上気象と天気図. 海文堂, 東京, 239.