

鳴門海峡附近の小旋風について*

光 田

寧**

Whirlwind in Naruto Straits

Yasushi MITSUTA

ABSTRACT

From the records of the wind observations made in Naruto Straits in the typhoon season (July to October) of 1957, as a byproduct, traces of whirlwind passages were found out. Eleven typical examples are taken up (Fig. 2) and analyzed. They have inner core radius of a kilometer or so, and their maximum rotating wind speeds are 6 to 13m/sec (Table 1). The conditions of the whirlwind appearance are studied, but well established relations cannot be found (Table 2). These whirlwinds were not studied before, but resembles the record of a small depression reported by Syunpu-Maru in character (Fig. 3).

1. 緒 言

筆者は1956年以来鳴門海峡附近において風の局地性を知る目的をもって十数カ所の観測点を配置して観測を行なっている***。これらの観測記録の中で、1957年の瞬間風速計及び風向計の自記記録から、同年7月28日の貨物船沈没事件に関連した風の調査がきっかけとなって、小旋風の通過を示す短時間の急激な風の変動を確認する事が出来た。これらの記録は E. Gold (1936) が英国でのダインス風速計の記録から説明の出来ない急激な風の変動として指摘したものと類似している。今回の観測においては僅かの距離を隔てて隣接した観測点での記録が利用出来たので詳しい解析を行う事が可能となり、小規模な回転系をなしていることが確認出来たのである。小旋風の通過を示す記録の代表的な11例について解析、調査した結果を以下に報告する。

2. 観測記録

小旋風の記録の解析のために利用したのは1957年の観測期における瞬間風速計2地点（鳥居、飛鳥）、風向計5地点（里浦、押登岬、やぐら、鳥居、灯台）の記録で、これらは第1図に示すような位置に配置されている。これらの観測点はいずれも海峡の中程に近い島の上又は両岸

— 1962年5月17日受理 —

* 本文の内容は1958年日本気象学会関西支部年会において発表したものである。

** 京都大学理学部 Meteorological Research Institute, Kyoto University. 現在の所属は京都大学防災研究所。

*** 本観測は関西電力株式会社の委託によって行われたもので、詳細は近く発表の予定。

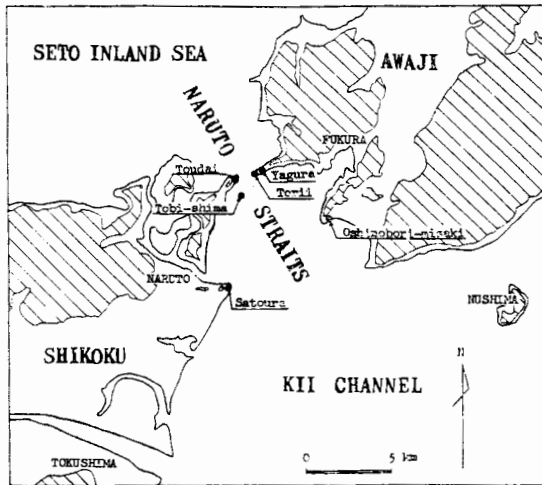


Fig. 1. Naruto Straits.

- : position of the station,
- : highland (higher than 50 meters)

時刻を中心としてはほぼ対象な形を示していることや風向変動と風速変動との関係からして、このような変動は小さな旋廻風系、すなわち小旋風の通過によるものであると考えるのが合理的である。一般に里浦又は押登岬での変動の発現時刻と鳥居でのそれとに差のあることから小旋風の進行がわかる。また、海峡の西岸の里浦で変動が認められても、東岸の押登岬ではそれに対応する変動が検出出来ない場合（例えば第2図例6）のあることから小旋風の大きさはかなり小さいものであることがうかがわれるし、また風向の変化は全く同じ形をしていても風速の変化が逆になっている例（第2図、例6と例7）もあることから小旋風の風系の回転の向きが一方向のみでないことがわかる。

これらに対応する変動が現地より約20kmほど南南西にある徳島地方気象台の記録に現われているかどうかを調査したが、同台が海岸から数kmではあるが街の中にあるために風の乱れが大きいこともあり、確認することは出来なかった。徳島地方気象台で確認できなかったことは、この現象が海上または海岸線に限られたものであるのを示しているとも見られる。なお、第2図の例3の7月28日のものはこの調査の端緒となったもので、風向が反転し風速の急増した11時過ぎに鳴門海峡中央部において400屯級の貨物船が操舵を誤って横転沈没している。

3. 記録の解析

第2図に示した風向および風速の変動は小旋風の渦動が一般流に重畳されて生じたものであると見られる。そこで、風向と風速の同時記録の得られている鳥居での記録を主に用いて、小旋風の渦動を一般流から分離する事を試みた。すなわち、鳥居での記録から、小旋風通過中の一定時間間隔（2～3分）毎の風の速度ベクトルを求め、これから一般流の速度ベクトル（変動の生じる前後の記録から求められる）を引き去ることによって、各時間毎の小旋風の渦動の速度ベクトルを求めた。

一方小旋風の移動速度を里浦又は押登岬での変動の発現時刻と鳥居でのそれとの差から求め、これと先に求めた時間変化から小旋風の渦動の風速分布を求めた。なお、この際、風速分

の岬に設けられたもので、すべて10km以内の距離にある。里浦、押登岬、やぐら、灯台には気象庁規格の自記風向計が、飛鳥には風車型風速計のコーンペーンが設置されている。鳥居に設置した測器はユニバーサル風向風速計で、これはダインス型の風速計であるが、風向も同一自記紙上に記録される機構を持っている。

小旋風の通過を示す11の代表的な例について、各観測点での自記記録を示したのが第2図である。これらの記録の大部分は前後の数時間風向や風速の大きな変動が無いにもかかわらず矢印で示した位置に急激でしかも短時間内に終る変動が現われている。このような変動は前線の通過に伴う突風とは形が異っており、変動が大体その中央の

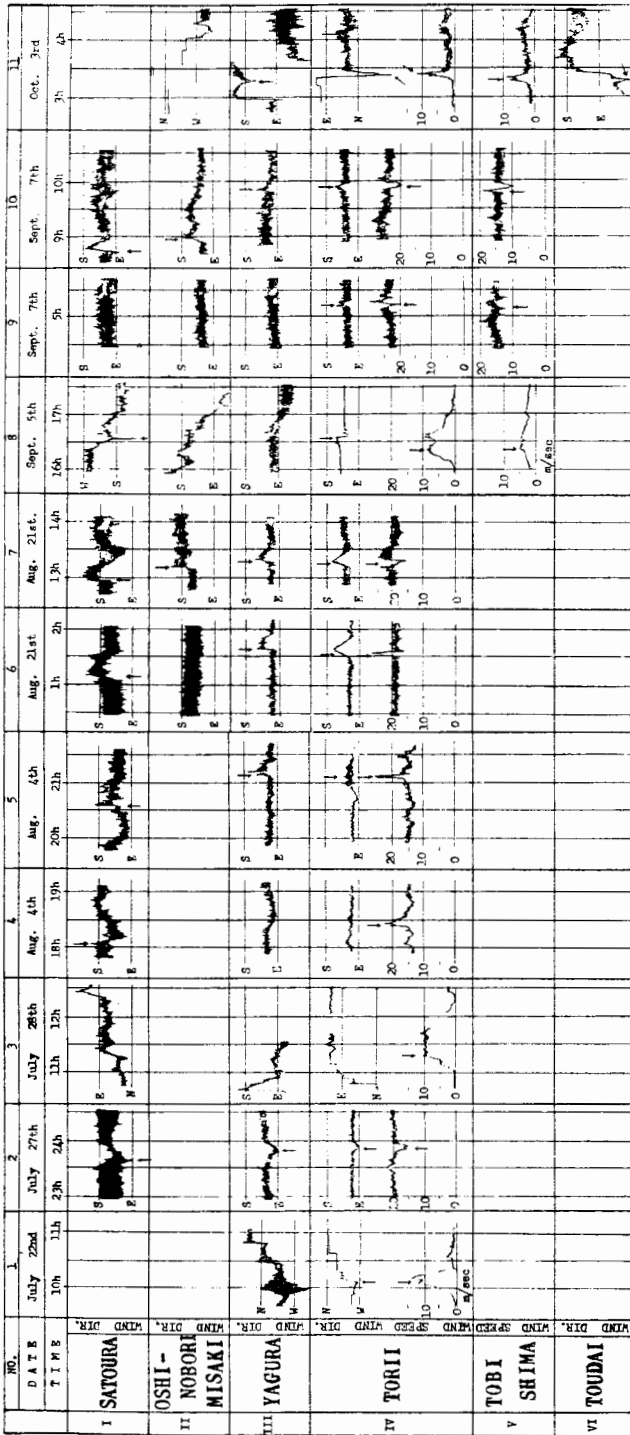


Fig. 2. Typical examples of whirlwind records. (1957)

布は中心に対して対称であり、ほぼ Rankine 型の分布をなしているとの仮定に立っている。

このようにして求めた小旋風の諸要素を第 1 表に示した。この表より見て、ここに解析された 11 の小旋風の大多数は anticlockwise な回転をしていること、その内域半径は 0.5~1.5km、最大旋回風速は 6~13m/sec 程度のもので、6~30km/hour の移動速度を持って海峡に沿って北向き又は南向きに移動していることが知れる。そして、その発現は主に南寄りの風の時であり、北寄りの風の時はわずか 3 例しかない。もっとも、各地点での自記時計は数分の誤差は最大限生じる可能性があるので、この解析の結果には多少の誤差のあることはまぬがれない。

4. 小旋風発現時の条件

ここに述べたような小旋風の発現は、鳴門海峡における特異な現象であるか、または、少なくとも顕著な現象であると考えられる。これは、この場所の特徴である早い潮流に関係のあるものではないかということがまず考えられるので、小旋風発現時の潮流の向き、及び強さについて調べて見た。その結果は第 2 表上段に示すとおりである。これによると流れの最強時に発生した回数は計 8 回で全体の約 8% を占めている。しかし、潮流の向きと風向との相対的な関係はあまり見られない。すなわち南寄りの風の時、表潮での発現回数と裏潮での発現回数は共に 4 回である。

Table 1. Characteristics of observed whirlwind. (1957)

No.	Time	Rotation	Inner Core Radius (km)	Maximum Rotating Speed (m/sec)	Direction & Speed of Translation (km/hr)	Direction & Speed of General Wind (m/sec)
1	July 22nd 10h	Anti-Clockwise	?	13	to SE ?	(NNW) calm
2	July 27th 24h	Anti-Clockwise	?	6	to N 25	ESE 18
3	July 28th 11h	Anti-Clockwise	?	10	to S ?	(ENE) calm
4	Aug. 4th 18h	Anti-Clockwise	0.5	10	to NE 15	ESE 14
5	Aug. 4th 21h	Anti-Clockwise	1	10	to NE 15	ESE 14
6	Aug. 21st 1h	Anti-Clockwise	1.5	11	to NE 20	ESE 18
7	Aug. 21st 13h	Clockwise	1.5	9	to NE 30	SE 19
8	Sept. 5th 16h	?	?	9	?	(ESE) calm
9	Sept. 7th 5h	Anti-Clockwise	?	6	?	ESE 24
10	Sept. 7th 9h	Clockwise	1	7	to NW 6	SE 23
11	Oct. 3rd 3h	Anti-Clockwise	?	10	to N ?	NNE 2

Table 2. Conditions of whirlwind appearance.

Classification			Direction of general wind	
			Sly	Nly
TIDAL CURRENT	Omote-Shio from NW to SE	Maximum Tide	4 (2)*	1 (1)
		Mild Tide	0	1
	Ura-Shio from SE to NW	Maximum Tide	3 (1)	0
		Mild Tide	1	1
TIME	From 0h to 6h		2	1
	From 6h to 12h		1	2
	From 12h to 18h		2	0
	From 18h to 24h		3	0
SYNOPTIC	SE quadrant of typhoon		4	0
	Warm sector of cyclone		3	0
	Center of anticyclone		0	1
	North of stationary front		1	2

* The number in () means the numbers of major tide cases.

発現時刻について統計したものが同表中段に示してある。全体的に見てあまり差はないが、南寄りの風の時は朝少く夕方から夜に多く、北寄りの風の時にはその逆になっているという傾向が多少うかがえる。

また、発現時の気象条件について統計した結果が下段に示してある。特色がはっきり出ているとは言い難いが台風の南東象限、低気圧の暖域、停滞前線の北（寒気側）での発現がそのほとんどを占めている。

以上の分類を通して見て、小旋風の発現時の条件をはっきりと示すような結果を導くことはまず困難である。結局、資料の数の少ないこともあって、何がその根本的な要素であるかを見きわめる決め手が得られない。この結論を得るためにはさらに詳しい調査、あるいは解析が必要である。

5. 過去の記録の現われた小旋風

過去において意識的にこのような小旋風について調査された例は見当たらない。しかし、たまたま神戸海洋気象台の観測船春風丸が紀伊水道の横断観測中に、沼島南方において南東～東南東の強風に遭遇、その後風は北西～西北西に転じ弱まったが、この間最大風速12.0m/sec（風

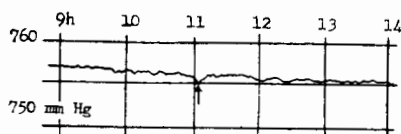


Fig. 3. Small depression observed by Syunpū-Maru (June 26th, 1953). Positions of the ship are as follows at 10h 30m, 34° 04' N, at 12h 00m, 34° 02' N, 134° 40' E.
Note: —●°—●' 1055—●°
1100—●' 1110 —●°1114—

向 E) を観測し、この時雨が一時的に強くなり、気圧は約 2 mb 降下したことを報告している。船速よりしてこの強風域の直径は約 5 km であったとのことであるが、この現象は今回観測された小旋風とその性状において共通したのが見られる。参考のために三宅の報告より気圧計の記録を第 3 図に転載した。

6. 結 語

以上、鳴門海峡付近で観測された小旋風について報告したが、調査に用いた資料が特にこの目的のために得られたものではなく、むしろ副産物と言うべきものであるために、残念ながら立入った議論を行う段階にまでは至らなかった。しかし、このような小旋風の存在は気象学上の興味の対象であるばかりでなく、海上交通の安全性の点からも問題となるものである。従って、今後さらにこの問題に対する調査研究を進める予定である。

参 考 文 献

- Gold, E., (1936): Wind in Britain. Quart. J. Roy. Met. Soc., Vol. 62, No. 264, p.167-206.
三宅 昇 (1954): 紀伊水道における局地気象. 日本気象学会. 関西支部年會にて発表