

鳴門海峡域に於ける強風の局地性*

26

(内西電力株式会社委託研究)

(昭和32年内務省)

京都大学 光田 寧

鳴門海峡に於けるは他の地域に比較して非常に強い風が吹くと言ふ事は地元の人々によつて廣く言われている事であり、昨年に行われた小規模な観測^{**}によつてもこれを裏附ける様な結果が出ている。そこで鳴門海峡に於て吹く強風の實状を明らかにする目的を持って同海峡の周辺に於てかなり大規模な風の観測が昭和31年9月・10月に行われた。^{***}

観測はロビンソン風速計14台(気象庁機^{****}1956年8月)及び自記風向計5台を用い、これを第1図^{****}に示す様な風に配置した。各観測点の明細は第1表に示した通りである。観測は昭和31年9月1日に開始し10月31日迄続けた。日常の自記紙の取替等は地元の人に依頼し台風來襲が予想される場合には観測担当各教名が現地へ出張して測器の監視に當つた。

観測結果

この期間中に台風の來襲によつて比較的強い風を観測し得たのは昭和31年9月9日から全10日までの台風12号と全26日から27日迄の台風15号の通過によるものの2回である。兩者共期待した様な強風は吹かなくなつたが實状の大勢は知る事が出来た。だが1ヶ所の測器が全部効かず従つて1部欠測が生じた事は遺憾であつた。

この2回の台風の際の記録から見てまづはつきりと言へる事は最初に述べた様に、海峡内に於ては隣接した地帯例

- * 本文に用いた観測事實及び計算結果の大部分は「設計風圧選定の目的で施行した鳴門海峡に於ける暴風観測報告、1956年12月10日内西電力K.K.工務部送電課」に掲載されたもので、許可を得てここに発表した。
- ** 鳴門海峡模断箇所設計概要 1955年12月5日内西電力K.K.工務部送電課。(プリント)。
- ** 内西電力K.K. 鳴門海峡模断線建設調査委員会の決定によつて同社工務部送電課の指示と援助の下に京都大学理学部滑川教授及び防災研究所石崎助教授の指導監督の下に行はれた。
- *** 図表は大部分最後の部分に集めた。

えは徳島洲本と云つた所よりもはるかに強い風が吹くことも早くから吹くと云う事である。さらにこの海峡に於ける風はNW-SEの方向に加速され、特にSE風が強く吹く。この事は海峡域に於ける代表的な風(やぐら)と徳島測候所に於ける風向、风速の変化を比較した第2図を見ても知られる。なおこの図に示した风速は1時間平均风速で、又その時刻の台風の方位及び距離をも同時に記入してある。1例として9月9日21時の天気図を第3図に掲げた。

次に海峡内部に於ける強風の局所的な分布に着目する。第2表はある特定の時間の风速の分布を示したもので、风速の他に海峡に吹き込む風がどの様に加速されたかを知る目的で里浦に於ける风速との比が記入してある。第1棟は内崎のヤぐらで最大风速である34.4 m/secを観測した時の同時比較で、やぐらでは里浦の約2倍、四角側の灯台では約1.5倍で内崎側よりやや弱い事が知られる。以下同様、第2棟以下も備考に示した様な時間を選んである。第3表は各風での強風時の1時間平均风速の同時刻の里浦での1時間平均风速との比の平均を取ったものである。これらの結果から知られる著しい事実は海峡部に於いては高い所より岬の先端の低い所の方がかえって风速が大せいで云う事である。海上約25mの内崎島居での风速が約110mの高さのつつじ丘の頂上での风速のほぼ2倍近くにもなると云う事は興味深い。

これらの資料を基にして、各測候所に於いてその風での风速が広い海上から吹き込んで来る風の海上10mの高さでの値の何倍になるかと云う事を推定した値を第4表に示す。この値は10分間平均风速に対するものである。なお各測候所の測器の地上高及び露出の程度を考慮に入れて全部を地上10mでの风速に対する値に換算した値を補正比として記入した。

第4表 基準风速比

観測点	里浦	つつじ	灯台	裸島	島居	やぐら	がれ
地面海拔高	(10m)	(100)	(36)	(19)	(20)	(50)	(75)
実測比	1.0	1.35	1.95	1.75	2.35	2.0	2.05
補正比	1.0	1.45	2.0	2.0	2.65	2.1	2.2

理論的考察

ここでは南東風のみについて考える。鳴門海峡では上に述べた様にこの南東風は非常に加速されしかも低い所の风速が大きくなると云う特異な性状を顕著に示す。これに因しては先に滑川教授によって最大风速の推定と関連して簡単な説明がなされているが、ここでそれぞれほぼ同じ假定に従って説明を試みる。

まず最初に次の様に假定する。海峡の入口の部分に約5kmの中があるからこれだけの巾を持った空気流が海峡部に流入する。なおこの流入する風は広い海上に於て Deacon の実験式^{**} ($U_z/U_{10} = (z/10)^{0.16}$) に従った垂直分布をしている。この様にして流入した空気は海峡の狭くなった所で岬の急な崖よりなる障壁に当り、於この際空気は垂直方向には変位せず全部水平に障壁を迂迴して海峡部から流出する。以上の假定に従い、さうに流束は Potential Flow をなすと考之摩擦を考へないならばこの流れは2次元の問題として比較的容易に近似解が求められる。実際の地形を境界として Relaxation Method^{***} を用いて高度10, 30, 50, 70, 90m の5つの level について計算し、流線の分布を求めた。第4図はこの様にして得た流線図の1例で高さ30m に対するものの1部分である。上の半徑にまつて得た結果を図示したものが第5図で、西岬の流線に沿つた第1図の上に見線を示した線を念を垂直面内に於ける风速分布を広い海上10mの高さでの风速を1.0として示したものである。又この結果から各測点での风速の理論値を求め、実測による値と比較したのが第5表である。理論値は定性的には実測値と一致するが量的には過大である。

第5表 理論値と実測値との比較

	つば	灯台	裸島	鳥居	やぐら	女水
理論値	1.45	3.4	3.3	4.0	2.7	2.4
実測値	(1.45)	(2.0)	(2.0)	(2.65)	(2.1)	(2.2)

*「鳴門海峡横断箇所に於ける設計風圧」滑川忠夫、昭和三十二年三月二十六日(73)4

** E.L. Deacon, 'Gust Variation with Height up to 150 m', Q. J. Roy. Met. Soc., Vol. 81, No. 350, Oct., 1955.

*** この方法については、R.V. Southwell, *Relaxation Method in Theoretical Physics*, Oxford, 1946; G. Allen, *Relaxation Method*, McGraw-Hill, 1954. 等の圖書を参照。

上記の理論的取扱いは山越え気流が全くないと仮定した場合である。しかし実際には幾分の山越え気流が存在する事は明白であり、第5表に見る誤差の中にもこの事によるものが多く含まれると思はれる。しかしこれを理論的に取扱う事は至極困難である。そこで理論的結果と実測の結果との差を考慮に入れて次の様な想定を行う。すなわち海峡に吹き込む空気の60%は水平流となり残りの40%は真直ぐ越え水平方向に逆り事なく山を越えて進むと考へる。この考へに従って先の理論的結果を修正すると結果は第6表に示す様になる。又これを実測値で実測値と比較すると第6表に示す様になる。

第6表 修正値と実測値との比較

	つづ	灯台	裸島	鳥居	やぐら	かれ
修正値	1.45	2.5	2.45	2.95	2.15	1.9
実測値	(1.45)	(2.0)	(2.0)	(2.65)	(2.1)	(2.2)

この様な修正に対して理論的根拠は甚弱であるがこの程度の一致を見れば大体実状はこれに近いと見做して大差ないであろうと思はれる。

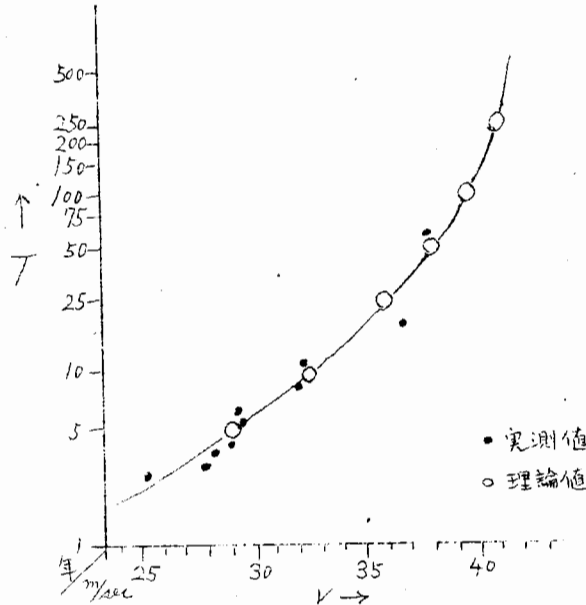
最大風速の推定

鳴門海峡に於ける最大風速は南東風によって生じると考へられるので前節の結果を用いて海峡に吹き込む風速の最大値が知れたならばその値を求める事が出来る。この海峡に吹き込む風の最大風速の推定値は今回の観測だけでは得る事が出来ない。しかし昔のあまり遠くない所に徳島測候所があるから、そこで過去の記録を利用する事にする。今回の観測に於て南西の強風時に室浦での風速と徳島での風速との平均値の比を求めるとほぼ0.95となる。そこでこの比は最大風速時にも保持されると見立てる。

徳島測候所が現在の位置に設置されてから28年間の各年の台風による最大風速の資料を用いて、Jenkinsonの方法^{*}に従ってこの最大値の頻度分布を求め、T年間に1

* 次頁の下段を見よ

度その値を越す可能性がある同速の値を求めてグラフにしたのが第7図である。なお図中の○は理論値、●は実測された値を示す。この図から見て徳島で41 m/secを越す事は数百年に1度と云う可能性しかない事になるから、鳴門海峡に吹き込む風の最大値はかなりの安全性を見て40 m/secとする事が出来る。この値を基にして鳴門海峡に於ける最大風速の分布の推定値を求めた結果を第8図に示す。

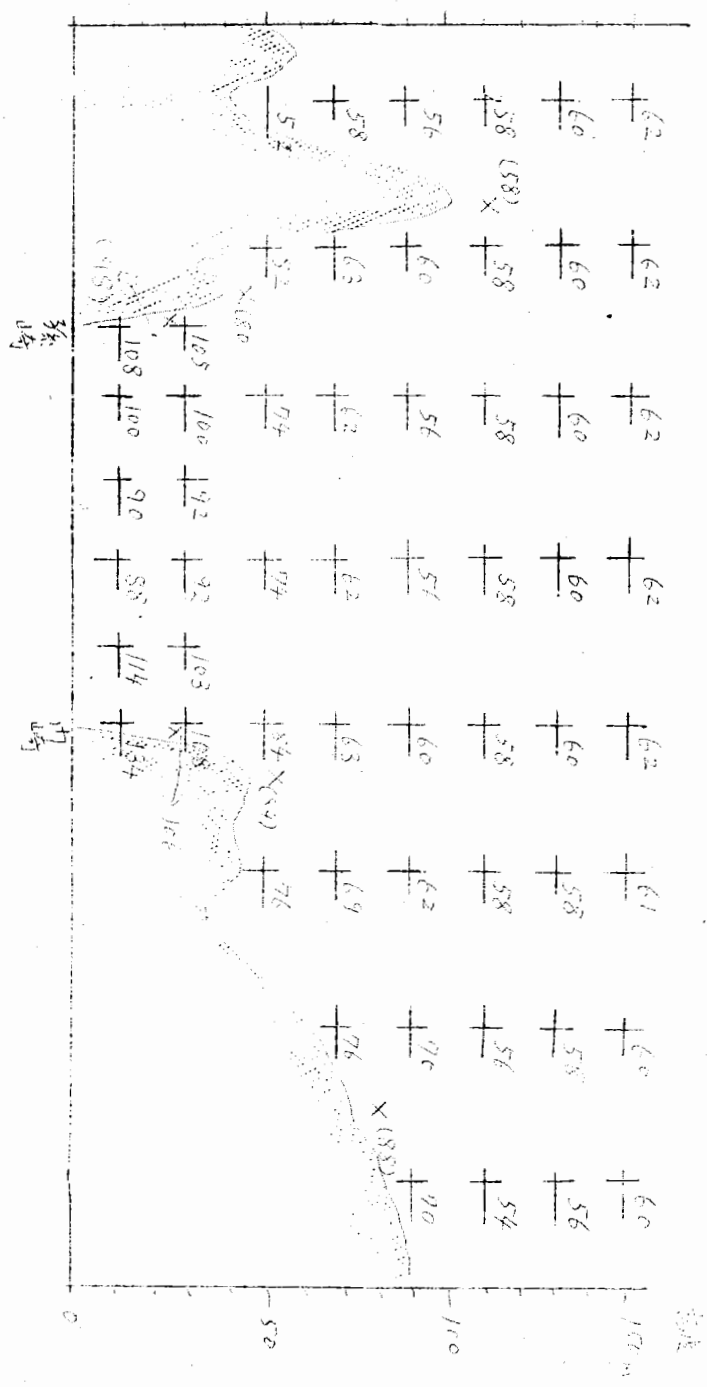


第7図 徳島測候所の年最大風速の頻度分布

以上1年間しかも2回の台風の記録のみに基づいて鳴門海峡に於ける強風の特徴を推定したのであるが、この結果はほぼ実状を示すものと見て良いであろう。しかし理論的考慮特に山越え気流の考慮については今後さらに研究を進める必要があり最大風速分布の推定についてもこれだけの資料ではこれだけの事が言えると云うのでありさらに理論的に又実測によつて検討しなければならぬ余地が多い。

* A. F. Jenkinson, *The Frequency Distribution of the Annual Maximum (or Minimum) Values of Meteorological Elements*, Q. J. R. Met. Soc. Vol. 81, Apr., 1955.

第5圖 最大風速分布推定値 10分間平均風速 單位 m/sec



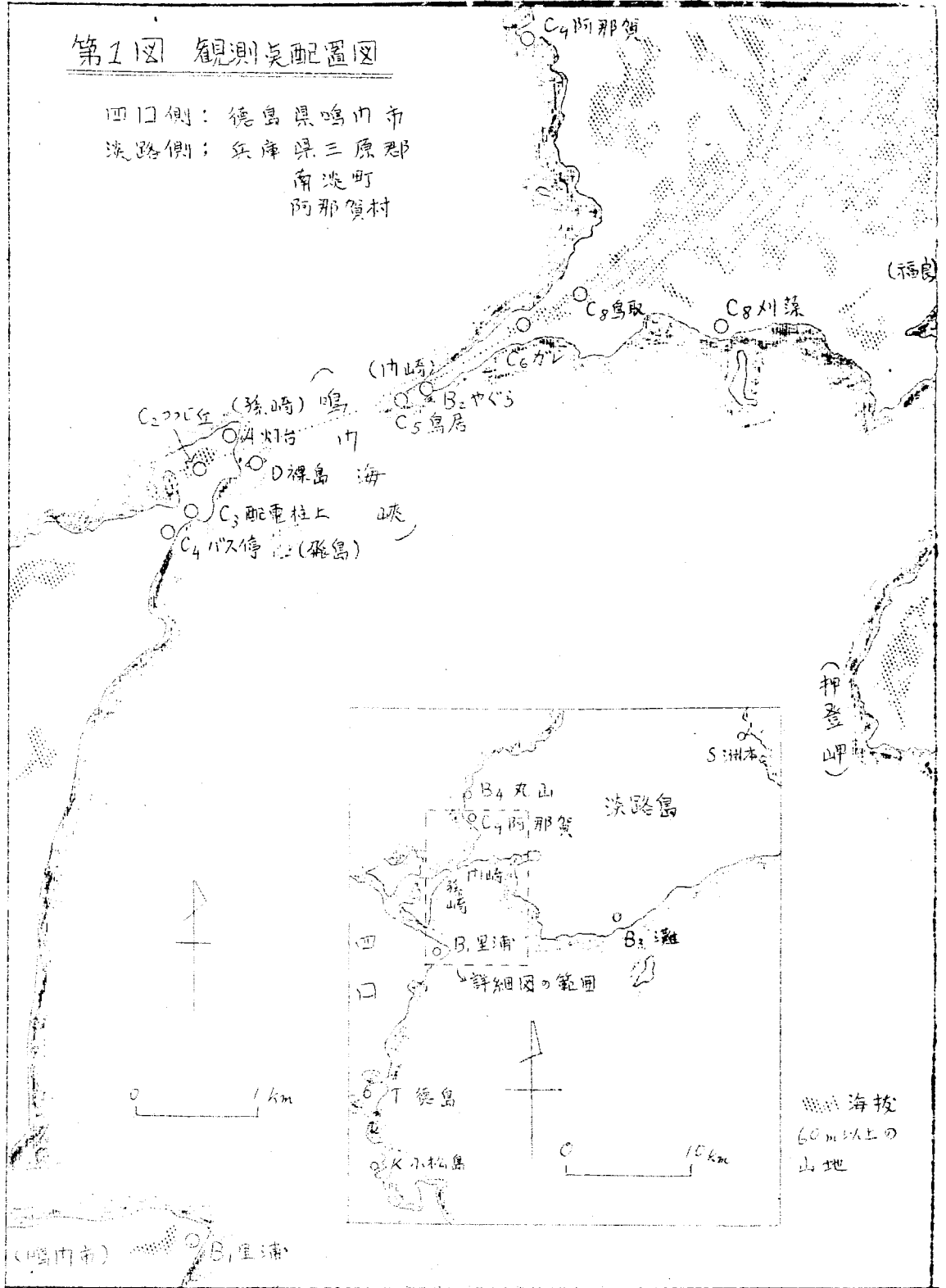
第1表 観測点明細表

観測点	記号	地面 海拔高	风速計 地上高	风速計 海拔高	周囲の状況	
四	◎孫崎灯台	A	35.5 _m	10 _m	45.5 _m	灯台最頂部に2.5mの鉄柱を設置 西は10m離れて松林
	つづい丘	C ₂	99	10	109	岡の最頂部空地。6~7m離れて 5~6mの松4周にあり。
口	配電柱上	C ₃	54	5	59	南向斜面東端の配電柱。4~5m 離れて2m程度の松あり。
	公園バス停	C ₄	5	5	10	海岸に面した道路山側の配電柱 海まで40m。南に同程度の高さの松あり。
側	裸島	D	19	5	24	孤立した小島の頂。近くに木なし。
	◎里浦海岸	B ₁	10	5	15	海に突出した円錐状の岡(30m高) の東南斜面の砂地。4周は松の幼木
◎内崎やぐら	B ₂	50	10	60	砲台跡の高所。周囲に2~3m 離れて4~5mの松あり。	
	内崎島居	C ₅	49.5	5	24.5	岬先端部、階段状平地。周囲は草 丈0.1m程度の草のみ。
カレ	C ₆	75	5	80	緩線上。東北西に4~5mの松 あり。南面は急な崖で海に達す。	
鳥取	C ₇	92	5	97	緩線上の1小峰頂上。周囲は 草丈1m程度の草地。	
刈藪	C ₈	2.5	8	10.5	海岸より10m。5~6m南西に松 の大木。枝々近くまで突出	
阿那賀	C ₉	17	5	22	小さな岬の先端部。少し離れて 松あり。海側3方は崖。	
◎丸山	B ₄	19	5	24	南向き突出部の先端。東北西北 に松あり(4~5m)。海側は崖。	
◎灘	B ₃	40	5	45	斜面中腹の運動場海側端。 附近は緩々な崖。	
◎徳島西便所	T	1.5	17	18.5	吉野川三角洲上。周囲は盛つ 住宅がまばらにある程度。	
◎洲本西便所	S	17.5	10	119.5	三熊山山頂	
◎小松島西便所	R	-	-	-	小松島海岸壁附近、建物の屋上	

◎：同向計設置観測点

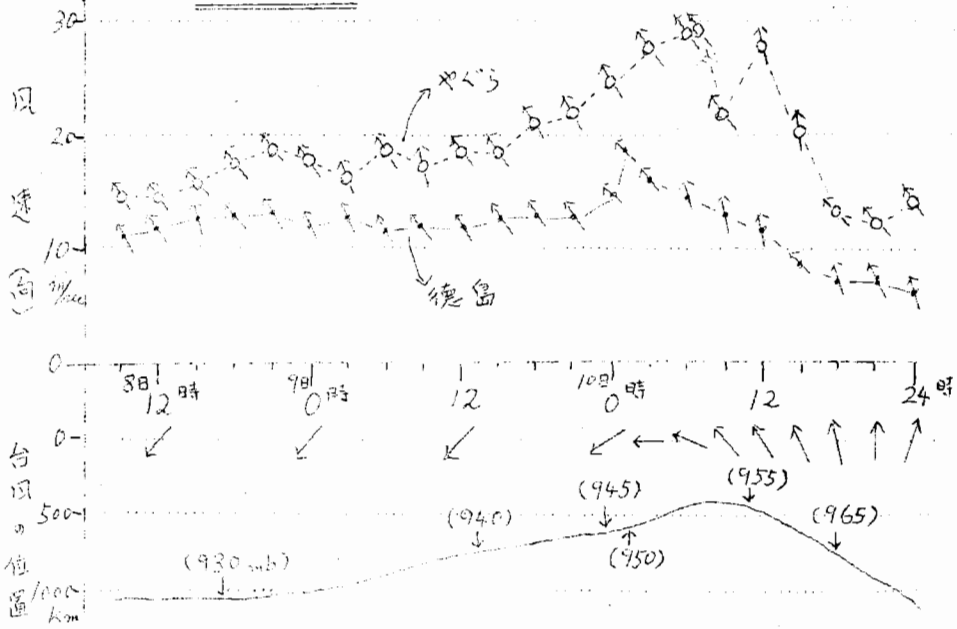
第1図 観測点配置図

四口側：徳島県鳴門市
 淡路側：兵庫県三原郡
 南淡町
 阿那賀村

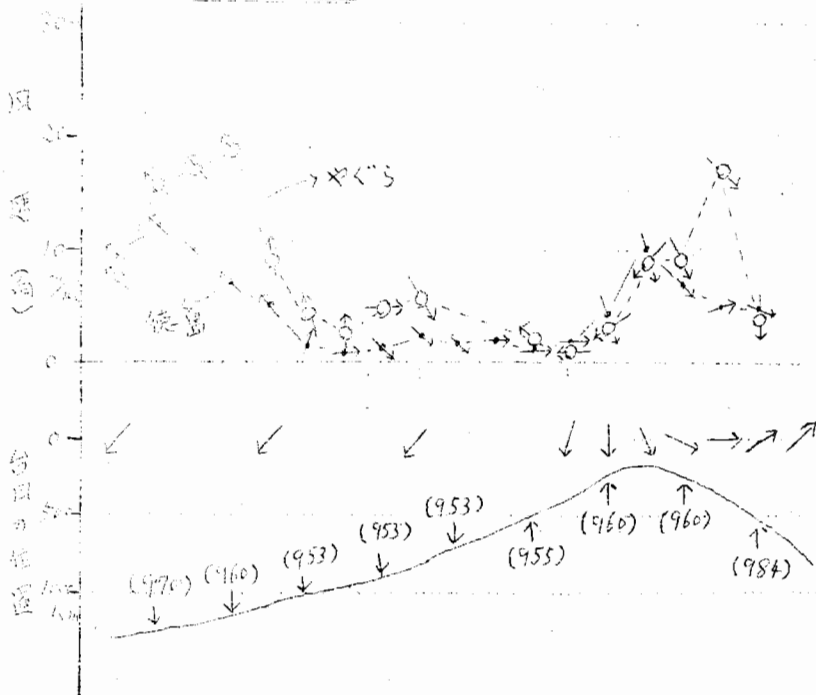


第2図 台風による風の変化

台風12号



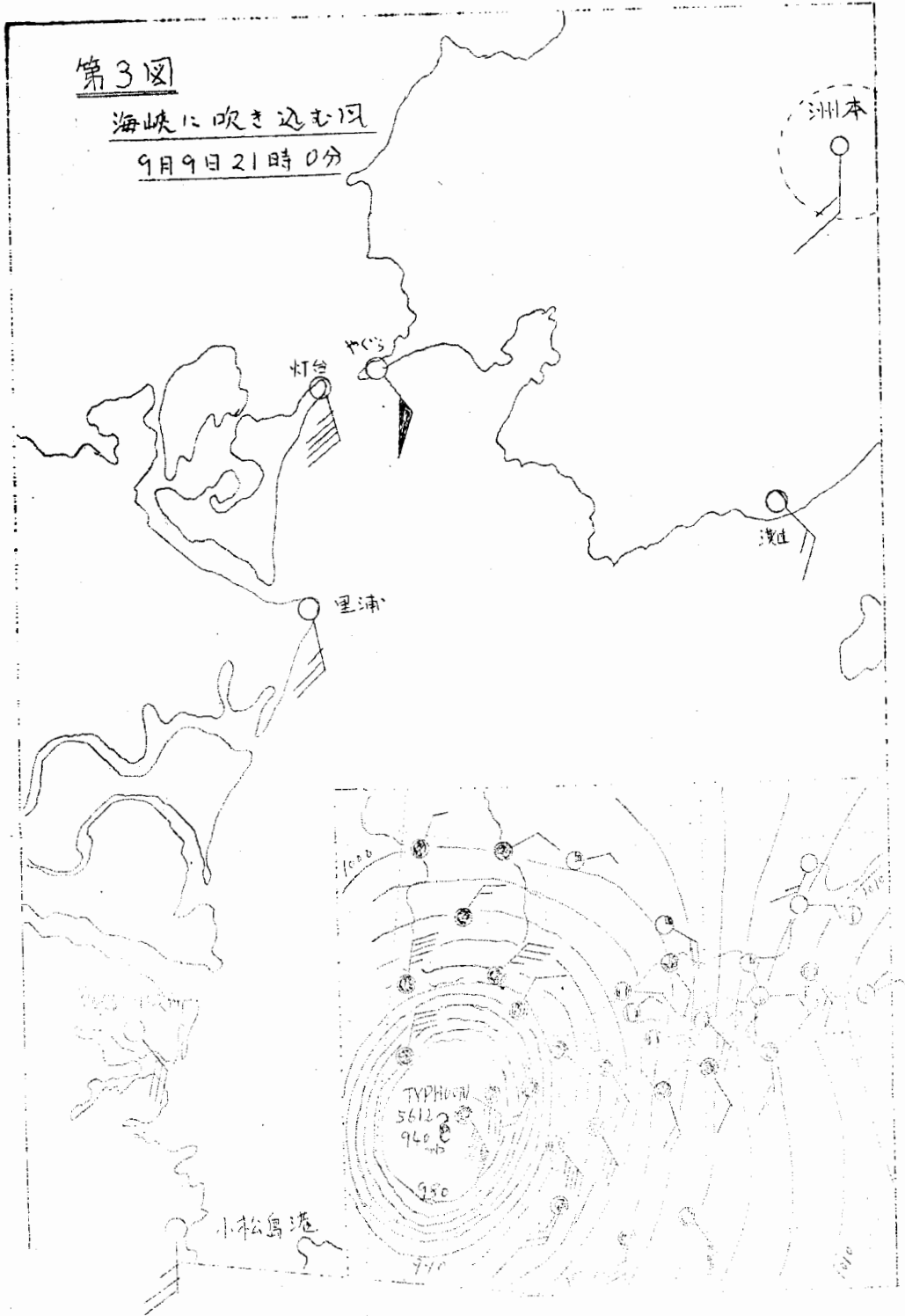
台風15号



第3回

海峡に吹き込む

9月9日21時0分



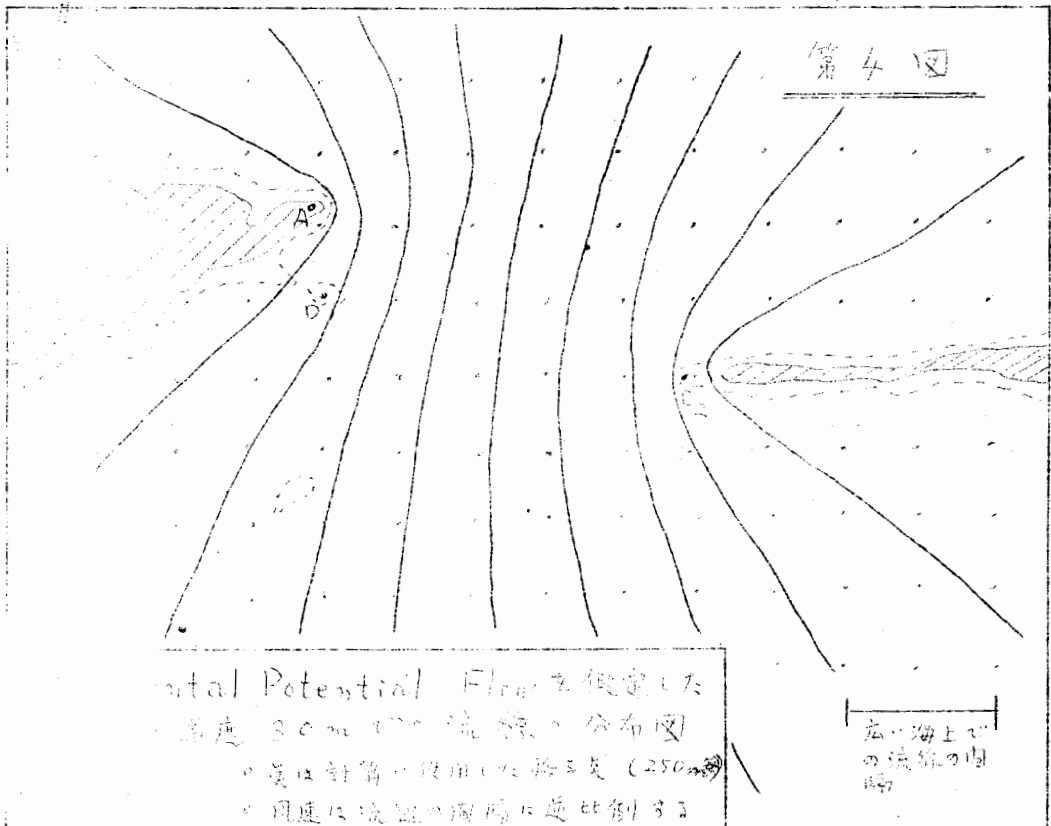
第 2 表

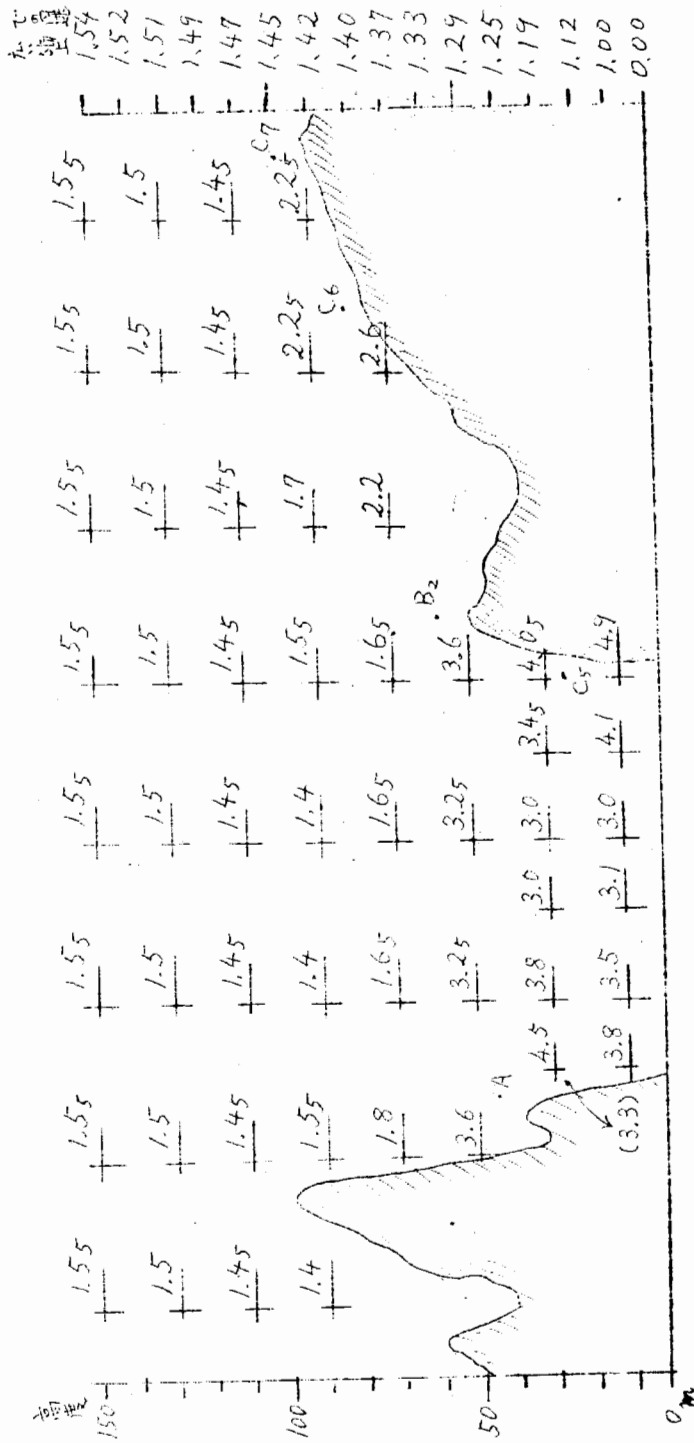
	1	2	3	4	5	6	7	8
	南 東 風 系						北 西 風 系	
	风速(向) m/sec 比	风速(向) m/sec 比	风速(向) m/sec 比	风速(向) m/sec 比	风速(向) m/sec 比	风速(向) m/sec 比	风速(向) m/sec 比	风速(向) m/sec 比
里浦 B ₁	16.5 SW 1.0	14.9 SSW 1.0	18.4 SSW 1.0	18.5 SSW 1.0	15.1 S 1.0	10.4 SSE 1.0	19.0 ENE 1.0	16.3 ENE 1.0
バス停 C ₄	—	—	—	—	—	14.4 1.4	13.0 0.7	11.4 0.75
配電柱上 C ₃	12.5 0.75	15.8 1.05	16.5 0.9	16.5 0.9	13.6 0.9	—	10.1 NE 0.55 NE	8.8 NE 0.55 NE
つり盆 C ₂	17.7 1.1	19.6 1.3	23.6 1.3	23.6 1.3	16.7 1.1	9.6 0.9	18.0 0.95	15.5 1.0
灯台 A	24.1 SSE 1.45	23.2 SSE 1.55	21.4 SSE 1.15	30.3 SSE 1.65	24.5 SSE 1.6	— SSE	27.7 1.45	23.8 NW 1.5
榎島 D	—	—	—	—	—	17.1 1.65	25.1 1.35	23.0 1.45
鳥居 C ₅	—	32.5 2.2	—	33.0 NE 1.8 NE	—	23.2 2.25	21.7 1.15	20.8 1.3
やぐら B ₂	34.4 SE 2.1	30.9 SE 2.05	33.3 SE 1.8	34.4 SE 1.85	28.2 SE 1.85	15.9 SE 1.55	22.3 NW 0.85	17.4 NW 1.1
カレ C ₆	—	23.2 1.55	29.0 1.6	31.5 1.7	27.4 1.8	21.3 2.05	9.3 0.5	7.7 0.5
鳥取 C ₇	—	—	—	—	—	—	14.2 0.75	12.2 0.85
刈藁 C ₈	15.3 0.95	15.3 1.0	12.7 0.7	15.7 0.85	12.0 0.8	11.9 1.15	—	—
徳島 T	17.7 SSE 1.1	11.8 SSE 0.8	17.1 SSE 0.95	23.8 SE 1.3	16.2 SSE 1.1	10.1 SE 0.95	12.2 NW 0.65	10.6 NW 0.7
備 考	9月10日 6時0-10分 B ₂ の 最大の 本観測中 最大 した	9月10日 11時0-10分 C ₅ の 記録が 得 られ 始めた	9月10日 7時0-10分 各 点での 風速が 強 い場合 の好例	9月9-10日 各 点での 10分 間平均 均 速の 全期 最大 値	9月10日 0-12時 主 として SE 向の 吹 き 込 んだ 時 間を 通 じて の 平均	9月25日 13-23時 南 東 風 (平均 値) 台 同 15 号 前 面 の	9月25-26日 台 同 15 号 の 際 の 風 速 の 最大 値	9月25-26日 台 同 15 号 の 際 の 風 速 の 最大 値

第3表 強風時1時間平均風速の比の平均値
(南東風の場合)

	9日19時~10日7時	10日8時~10日14時	25日13時~25日22時
里浦	1.00	1.00	1.00
つづえ	1.01 (0.065)	1.25 (0.105)	0.93 (0.155)
灯台	1.90 (0.15)	1.35 (0.15)	—
裸島	—	—	1.65 (0.12)
島居	—	—	2.20 (0.15)
やぐら	1.94 (0.105)	1.90 (0.22)	1.45 (0.255)
カレ	2.09 (—)	1.75 (—)	2.07 (0.195)

()内は標準偏差





第5図 Horizontal Potential Flow を假定した場合の岬の横線を通る
 垂直面内での風速分布 (流線の向きは紙面に垂直)。但し、
 高さ10mでの風速を1.0とする。

