

多度津における冬期季節風について

篠 宮 弘*

§1. 緒 言

多度津地方では冬期季節風が強く、地形の影響のため東部（高松地方）に比し一般に4～5割風速が大きいのが一つの特徴である。併せて西部沿岸の各汽船会社所属の船舶および沿岸漁船は屯数が小さいため冬期間の欠航回数は異常に多く、また遭難事故も少ない。

今や季節風の最大風速、吹続時間的確な量的予報は海上交通や漁業のみならず枝篠架式製塩業においても重要問題の一つとなっている。これら量的予報の一助となすため、第一段階としてまず地上資料のみを用いて統計的ならびに現象論的に調査を行った。

§2. 季節風の統計値

基本的な資料を得るため、1949年より1953年までの5カ年間の観測値をまとめた結果は次の通りである。

第1表 月別暴風日数

要素	月					計			
	10	11	12	1	2		3	4	5
10~15m/s	3.8	7.2	8.2	11.2	7.2	8.2	3.8	2.8	52.4
15 m/s 以上	1.0	2.2	5.6	5.4	3.4	2.4	0.8	0.4	21.2
計	4.8	9.4	13.8	16.6	10.6	10.6	4.6	3.2	73.6

第2表 風速10m/s以上で吹続時間5時間以上の統計値

要素	月					1	2	3	4	5	単 位
	10	11	12								
吹 走 回 数	12	2.4	5.8		5.6	3.8	3.6	1.4	0.4		
吹続時間(合計)	17.0	50.4	146.4		166.6	87.4	62.8	15.4	6.4		hour
平均吹続時間	14.2	21.0	25.2		29.8	23.0	17.4	11.0	16.0		hour
吹続時間(極)	35	61	69		102	77	44	14	20		hour
最大風速(極)	NW 20.8	W 19.6	WNW 20.2		WNW 21.1	WNW 19.3	WNW 19.0	WNW 17.4	WSW 16.0		m/sec
吹続時間最頻数	8	9	10		26	10	8	11	10		hour
最大風速最頻数	13	15	17		17	16	14	14	13		m/sec

第1表は暴風日数各月別平均値で、季節風は10月に始まり5月に終り、日数の最大は1月に現われている。なおこれらの値は60年間の累年平均値と殆ど同値である。

第2表では便宜上風速10m/s以上の風が5時間以上吹続したものを統計の対象にとった。ここで吹続時間最頻数は一つの山にならず、半日または1日週期で二次、三次の極大が現われている。これは風の日変化の影響によるものと考えられる。

§3. 季節風吹走前における気圧配置型の分類

季節風は低気圧、不連続線の後面において吹き始め、大陸高気圧が衰弱、または本体より分離して移動性高気圧に移行すれば衰え始める。つまり吹走時の気圧配置は西高東低であるが、便宜上吹き始め直前における気圧配置型を次の5つに細分し、その経験測を第3、4表から要約すれば：

(a) 低気圧日本海通過型：東支那海、黄海または満州附近に発生した低気圧が日本海に入り急速に発達しながら太平洋へ抜ける型。12月～3月にかけて多く、この期間中は低気圧が日本海を通過すれば10m/s以上の

風が5時間以上は吹き続くとみてよい。一般に低気圧が相川附近(N37°, E139°~N41°, E137°)に達した

第3表 気圧配置型で分類した場合季節風のおこる確率

気圧配置型	月					計			
	10	11	12	1	2		3	4	5
風速10m/s以上、5時間以上吹続する確率(%)	日本海低気圧型	40	56	71	80	55	67	33	17
	2玉低気圧型	20	46	83	74	78	62	29	17
	太平洋低気圧型	13	11	17	31	20	20	18	0
	顕著な谷	50	33	—	50	50	—	0	0
風速10m/s以上になる確率(%)	日本海低気圧型	60	89	93	100	73	89	50	17
	2玉低気圧型	40	69	94	95	89	92	64	57
	太平洋低気圧型	25	44	38	46	33	40	27	33
	顕著な谷	80	67	—	50	80	—	67	50

第4表 月別各気圧配置型(10m/s以上の風が5時間以上吹続した平均回数)

気圧配置型	月					計			
	10	11	12	1	2		3	4	5
日本海低気圧型	0.8	1.2	2.0	1.8	1.6	1.2	0.2	—	8.8
2玉低気圧型	0.2	0.8	2.8	2.0	1.2	1.6	0.6	0.2	9.4
太平洋低気圧型	—	—	—	0.8	—	0.2	0.4	0.2	1.6
高気圧型	0.2	0.4	1.0	1.0	1.0	0.6	0.2	—	4.4

* 多度津測候所 —1955年12月8日受理—

頃から吹き始め、前線通過後急に風速大となり、大陸高気圧が衰えるまで吹続する。吹続時間は比較的短い、太平洋側に副低気圧が発生し、2つ玉低気圧となることが多く、この場合は吹続時間は長くなる。(第1図参照)

(b) 2つ玉低気圧通過型：本州をはさんで太平洋側と日本側にある2つの低気圧が北東進する型。12月～3月にかけて多く、この期間中は2つ玉低気圧通過後10m/s以上の風が10時間以上は吹続するとみてよい。

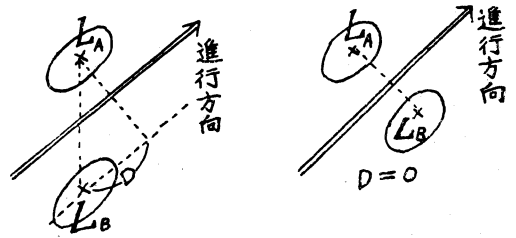
(第2図参照) 2つ玉低気圧型は更に次の2つに分けられる。

(b₁) 持続型：第3図(i)のように、低気圧L_BがL_Aより、進行方向にそって距離がDだけずれた位置にある場合で、持続性大で吹続時間、吹走距離(風程)は長

い。この型の特徴は安定な気圧配置へ移行する傾向をもっている。

(d₂) 非持続型：第3図(ii)のように、低気圧L_A, L_Bが進行方向を示す線に対し全く対称な位置にある場合

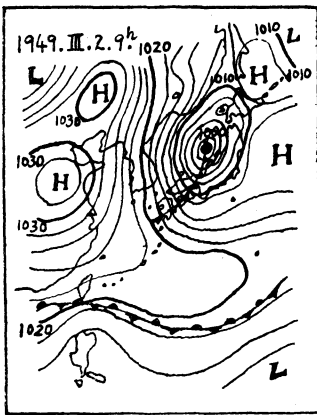
第3図 2つ玉低気圧



(i) 持続型

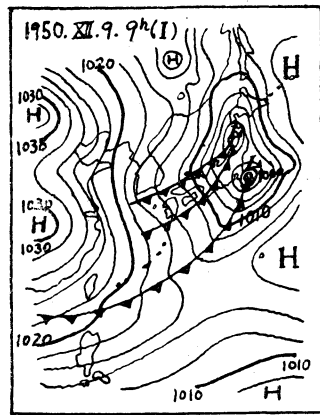
(ii) 非持続型

第1図 低気圧日本海通過型



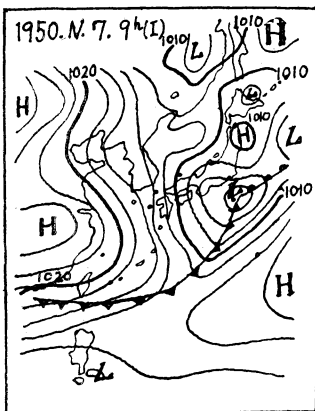
吹続時間：(2日9時～23時) 14時間
吹走距離(風程)：61km
最大風速：NW 17.3m/s 10^h10^m
($\Delta P_1 = 16, \Delta P_2 = 11$)

第2図 2つ玉低気圧通過型



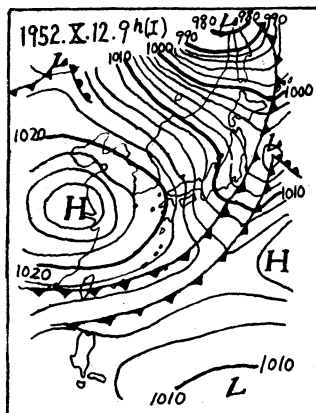
吹続時間：(9日6時～10日22時) 40時間
吹走距離：157km
9日9時 WNW 10.1m/s
($\Delta P_1 = 10, \Delta P_2 = 11$)

第4図 低気圧太平洋側通過型



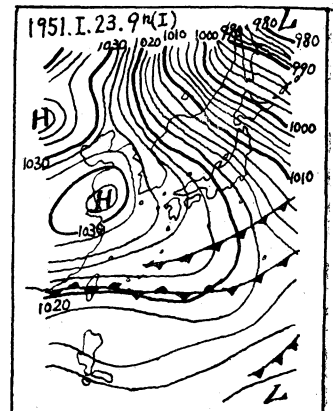
吹続時間：(7日10時～21時) 11時間
吹走距離：43km
7日9時：WSW 7.6m/s
($\Delta P_1 = 14, \Delta P_2 = 6$)

第5図 谷通過型



吹続時間：(11日18時～12日11時) 17時間
吹走距離：71km
12日9時：WNW 11.0m/s
($\Delta P_1 = 9, \Delta P_2 = 13$)

第6図 高気圧型



吹続時間：(23日13時～24日9時) 20時間
吹走距離：66km
23日9時：W 7.1m/s
($\Delta P_1 = 7, \Delta P_2 = 12$)

で、前者に比し持続性小さく、吹続時間、吹走距離は比較的短い、この型の特徴は不安定な気圧配置へ移行する傾向をもっていることである。

(c) **低気圧太平洋側通過型**：春季台湾、東支那海附近に発生した低気圧が土佐沖、八丈島附近を通過、その後西高東低の気圧配置へ移行する型、この型では一般に低気圧が八丈島附近 (N32°, E141°~N36°, E141°) に達した頃から吹走し始め、長時間暴風が吹続することはない。(第4図参照)

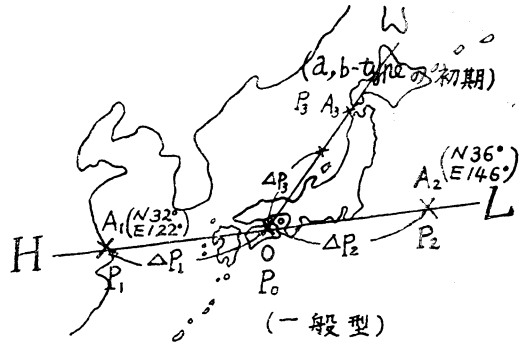
以上(a), (b), (c) 3つの型においては季節風吹終時の低気圧の位置は大体 N36°, E151°~N47°, E147°である。

(d) **顕著な気圧の谷通過型**：満州附近に発生した低気圧が東進し、樺太附近を通過して千島方面に抜け、本州では顕著な気圧の谷が通過し、その後西高東低の気圧配置となる型。九州南部、土佐沖に低気圧が発生、発達する場合が多く、一般に吹続時間、吹走距離は短い。(第5図参照)

(e) **高気圧型**：大陸高気圧の勢力の消長、気圧場の変化によって一時中断されていた季節風が再び吹走する型。大谷博士のいわれた障風線によって吹走し始める場合が多く、吹続時間は一般には短い、冬期間は後述の $\frac{dp}{dt}$ の値小なるため2~3日吹続することもある。(第6図参照)

§4. 気圧差(ΔP)と地上風速(V)との関係

地上風速は大体気圧傾度と比例すると考えられるので第7図のように、観測点Oを中心に対称な点A₁(N32°, E122°) およびA₂(N36°, E146°)をとり、気圧をそれぞれP_{1mb}, P_{2mb}とする。またO点(多度津)における気圧をP_{0mb}とし、



第7図

$$\begin{cases} P_1 - P_0 = \Delta P_1 \\ P_2 - P_0 = -\Delta P_2 \end{cases}$$

とおく。松山、高松間の気圧傾度 dp/dr (mb/111km) と、多度津における地上風速 V との関係を求めると、

第5表 $\Delta P_1, \Delta P_2, \frac{\Delta P_1 + \Delta P_2}{2}, \sqrt{\Delta P_1 \cdot \Delta P_2}, \frac{dp}{dr}$ と V との相関

要素	a, b, c, d, e-type (風向WNW)					a, b-type の初期				
	ΔP_1	ΔP_2	$\frac{\Delta P_1 + \Delta P_2}{2}$	$\sqrt{\Delta P_1 \cdot \Delta P_2}$	$\frac{dp}{dr}$	ΔP_1	ΔP_2	$\frac{\Delta P_1 + \Delta P_2}{2}$	$\sqrt{\Delta P_1 \cdot \Delta P_2}$	$\frac{dp}{dr}$
相関係数	0.56	0.48	0.81	0.84	0.53	0.52	0.45	0.72	0.77	0.50
公算誤差	±0.05	±0.05	±0.02	±0.02	±0.05	±0.07	±0.08	±0.05	±0.04	±0.07

第5表から V と $\sqrt{\Delta P_1 \cdot \Delta P_2}$ 、或は、 $\frac{\Delta P_1 + \Delta P_2}{2}$ 、すなわち地上風速と $(P_1 - P_0)$ および $-(P_2 - P_0)$ の相乗平均、或は相加平均との間には比例関係があるといえる。

地上風速は、適当な地点との気圧差に関係するほか、観測点Oからみた気圧配置の対称性 (η) とその定定度 (持続性) (ξ)、風向変化に伴う地形の影響度、時刻(日変化) ……等にも関係する。すなわち

$$V = a_1 \frac{\Delta P_1 + \Delta P_2}{2} + a_2 \eta + a_3 \xi + a_4 + \dots + b, \quad (1)$$

とおく。今 $\Delta P_1 = \Delta P_2$ とすれば

$$\sqrt{\Delta P_1 \cdot \Delta P_2} = \frac{\Delta P_1 + \Delta P_2}{2} \text{ となる。}$$

先ず簡単のために V と $\frac{\Delta P_1 + \Delta P_2}{2}$ の関係式が一次式

$$V = a_1 \frac{\Delta P_1 + \Delta P_2}{2} + b, \quad (2)$$

で表わせるとして最小自乗法により a_1, b の2常数を決定すれば

$$\text{一般型(風向WNW): } V = 0.9 \frac{\Delta P_1 + \Delta P_2}{2} + 1.9 \quad (3)$$

$$\text{一般型(風向W) : } V = 0.9 \frac{\Delta P_1 + \Delta P_2}{2} + 1.3 \quad (4)$$

$$\text{a, b型の初期 : } V = 0.7 \frac{\Delta P_1 + \Delta P_2}{2} + 3.5 \quad (5)$$

(3), (4), (5)式は $\Delta P_1 = \Delta P_2$ のとき成立し、平均誤差は $(\frac{V}{10})^2$ 程度であるが、 $\Delta P_1 \gg \Delta P_2, \Delta P_1 \ll \Delta P_2$ のとき、すなわち対称性 (η) が小さくなるに従ってその誤差は増大する。

(1)式を第2項までとれば

$\Delta P_1 \gg \Delta P_2$ のときは

$$\eta = \frac{1}{2} (\Delta P_1 - \Delta P_2), \quad a_2 = -0.7$$

で、これを(1)式に入れる。但し $a_1 = 0.9$ とすると(3)式は近似的に

$$V = 0.8 \Delta P_2 + 0.1 \Delta P_1 + 1.9 \quad (6)$$

同様に $\Delta P_1 \ll \Delta P_2$ のとき

$$\eta = \frac{1}{2} (\Delta P_2 - \Delta P_1), a_2 \approx -0.5, a_1 = 0.9$$

から(1)式は近似的に

$$V \approx 0.7 \Delta P_1 + 0.2 P_2 + 1.9 \quad (7)$$

で表わすことができる。

実用的には以上のように第2項まで考えればよいが、第3項まで考察すれば更に充分な結果が得られる。

○上の結果から明らかなように $a_2 \eta$ は $|\Delta P_1 - \Delta P_2|$ に比例し最大風速を求めるとき重要な因子となる。

面積 A について積分した気圧を $\sum_A P$, O と対称な位置にある面積 A_1 について積分した気圧を $\sum_{A_1} P$ とすれば、

$\sum_A P \approx -\sum_{A_1} P$ のときは、その定義から分るように

$a_2 \eta \approx 0$, 反対に $\sum_A P \approx \sum_{A_1} P$ のときは両側で気圧が同じなので $V = 0$ となり、 $-a_2 \eta \approx a_1 \frac{\Delta P_1 + \Delta P_2}{2}$

が容易に得られる。従って $a_2 \eta$ の変域は 0 または負号のみをとる。

○(1)式第3項の持続性 $a_3 \xi$ は第7図における A_1 点附近の高圧部または、北西部の大陸高気圧の勢力範囲についての気圧年値との差の積分値に一義的に関係し、その変域はほぼ $-\frac{1}{7} (\Delta P_1 + \Delta P_2) \sim$

$\frac{1}{8} (\Delta P_1 + \Delta P_2)$ の値をとり、吹続時間を求めるとき重要な因子となる。

§ 5. 吹続時間 (T)

10m/s 以上の季節風の吹続する時間 T は、全く高、低気圧の位置、動向に支配され、 $a_3 \xi$ に関係する。また ×

第6表 $\frac{dp}{dt}$ の月別平均値 (mb/h) { () 内の時間数による平均値である }

気圧配置型	10	11	12	1	2	3	4	5
日本海低気圧型	(48) 0.33	(120) 0.31	(150) 0.28	(225) 0.34	(119) 0.38	(87) 0.75	(24) 0.83	(22) 0.95
2つ玉低気圧型	(22) 0.63	(96) 0.34	(267) 0.34	(432) 0.33	(192) 0.29	(168) 0.39	(19) 0.92	(12) 1.00
太平洋低気圧型	(24) 0.38	(25) 0.50	(84) 0.40	(70) 0.47	(15) 0.44	(24) 0.38	(18) 0.42	(14) 0.79
高気圧型	(15) 0.17	(17) 0.19	(148) 0.18	(78) 0.17	(125) 0.19	(48) 0.29	(16) 0.42	(12) 0.50

§ 6. 結 語

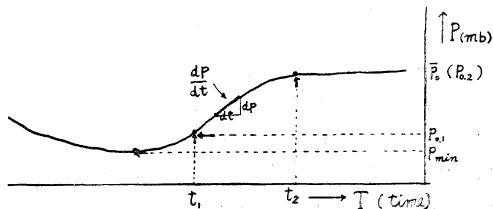
以上大体調査の概略を述べたが、これらの結果を用いて2, 3の実際例について量的予報を行い、成果を検討した所将来の気圧配置が或程度の確率で予想出来ることを前提とするならば、地上風速については

(i) 予想風速値は昼間 (9時では実測値より約 1m/s) 少く、夜間 (21時では約 1.5m/s) 大となる。

(ii) 観測点の近傍に不連続線が存在する場合等圧線が混んでいても案外風が強くなることがある。これは大気の安定度に関係するものと考えられ、上層資料から更に検討する必要がある。 *

× 風の日変化の影響を多分にうけるので、吹続時間の予想は非常に困難性を伴う。

(i) 気圧配置型外挿による方法 : 将来の気圧配置の外挿から等圧線を予想し、前節の気圧差と風との関係を利用して吹続時間 T を決定する。



第8図 季節風吹走時の0点における気圧変化曲線

(ii) 気圧上昇量 (dp/dt) との関係 : 今 $\Delta P_2 \approx 9$ となる時刻を t_1 , その時0点の気圧を $P_{0,1} \text{mb}$ $\Delta P_1 \approx 6$ となる時刻を t_2 , その時0点の気圧を $P_{0,2} \text{mb}$ とし、0点における海面気圧の年値を $P_{0,m}$ とすれば、経験則から $P_{0,2} \approx \bar{P}_0$ なる関係が得られ、吹続時間 T の実験式は次の式で与えられる。

$$T = t_2 - t_1 \approx \frac{\bar{P}_0 - P_{0,2}}{\frac{dP}{dt}} \quad (8)$$

ここで dp/dt は高、低気圧の動向、季節等に関する値で、気圧の日変化を除いた単位時間における気圧の上昇量 (mb/hour) である。(第8図参照)

dp/dt の予想には気圧の一点観測から外挿して決定する方法、気圧配置型の類似から決定する方法、 dp/dt の統計値を用いて決定する方法がある。

* (iii) 観測点近傍に高、低気圧の中心部が存在する場合(1)式第2項までをとり、曲率の影響を考慮しなければならないが、更に上層の発散、収0場との関係を検討する必要がある。

吹続時間については誤差2~3割程度で比較的好結果が得られる。

終りに本調査に際し御教示、御助言戴いた、多度津測候所、北所長に深謝する。(1954, 10月)

◇ 参 考 文 献 ◇

1. 大谷東平, 高橋浩一郎, 1943: 天気予報論。
2. 岡田武松, 1942: 理論気象学。
3. 高橋浩一郎, 1946: 風の量的予報, 研究速報, No. 13。
4. 安井春雄, 1953: 寒波, 予研ノート, 4, 258~267。
5. Holmboe J., 1952: Dynamic Meteorology。