

シックネス解析による長期予報と* 短期予報の立場からの擾乱の予想

宮 本 英 男**

1. はしがき

筆者は先に極気団の動向と月平均の谷の場から「雨量の長期予報について」、また半月平均シックネス偏差図を使用して「本邦に起る大きな擾乱の予想について」、夫々月予報、週間予報的の立場から調査した。そして以前富士山頂と山麓である三島の気圧を使用して、3時間毎のシックネス偏差のシーケンスを作り、短期予報の立場から調査したことである。

地表上に日々起る局所的な変化にしても大きな目で見れば、大気環流の大きな場につながるものであり、ことに被害を伴うような大きな擾乱の予想については、なおさら大きな場の考察解析が必要となってくる。この意味で今迄調査したものを一連のものにとりまとめてみた。なお調査の目的は雨量予想に重点をおき、主に大雨をもたらした擾乱について調査した。

2. 内 容

例題として、昭和35年3月～6月までと昭和33年1月の場合をえらんだ。

1. 月予報の立場からの解析

まづ、月予報の立場から昭和35年3～6月までの80°N, 140°Eの地点の地上気圧と500mb高度の半月平均値の移動平均曲線を描き、これに対応させて月平均の谷の場の追跡を行なった(第1図及び第2図を参照されたい)。

第1図によれば、極付近の地上気圧偏差曲線と500mb高度偏差曲線は大体平行して移行している。2月～3月にかけては極の方が地上、上層共合せて、気圧、高度

共低い時期である。しかし4月はじめ頃から地上、上層共気圧が上昇しはじめて、4月21日～25日に頂点となり、その後下降している。一方第2図の500mb月平均偏差図によれば、3月には日本付近はwarm highにおおわれて、日本の北方の高緯度は一域となり、所謂high index patternであるが、4月に入ると、極付近に東西に連なるwarm highを生じ、その前面のcut off lowが4月から5月にかけて南下している。

即ち第1図の移動平均曲線の山の上り勾配では極付近に、上層ではwarm high下層ではcold poolが育成されて、下り勾配のところではこれらが次第に南下してくることを表わしている。

この曲線と月平均の谷の位置と雨量(名古屋のもの)との関係は、第1図に示されるように、3月ではhigh indexパターンで谷の場が80°E付近にあるため大きな擾乱が起らないが、4月に入ると所謂namiasなどの提唱するlow indexの初期となり、気圧曲線の山と、130°Eに谷の場があるため、これらの位相が合って、寒気が極の方から時々ドロップするようになり、擾乱に伴う雨量が多くなっている。5月はlow indexの後期にあたり、寒気が南下してくる時期で依然谷の場が日本付近にあるため雨量は多くなっている。そして6月の末期の大雨は高緯度からのcut-off highの南下時に起っている。

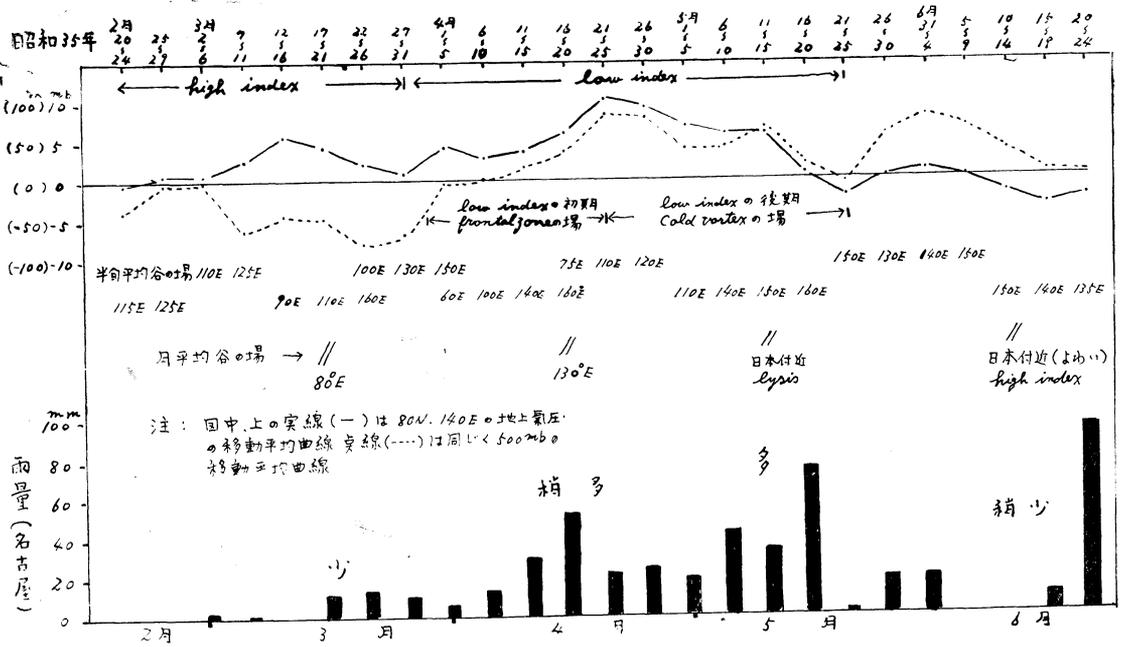
次のB項のシックネス解析で示されるように気圧曲線の山の前面と、谷の場が重なる時期(第1図の4月のような場合)には日本付近は強いfrontal zoneの場が出来やすく、5月の場合のように極から次第に寒気が南下してくる時期には、日本付近はcold vortex (cold trough)の場となりやすい。

2. 半月平均1000～500mbシックネス偏差図による解析

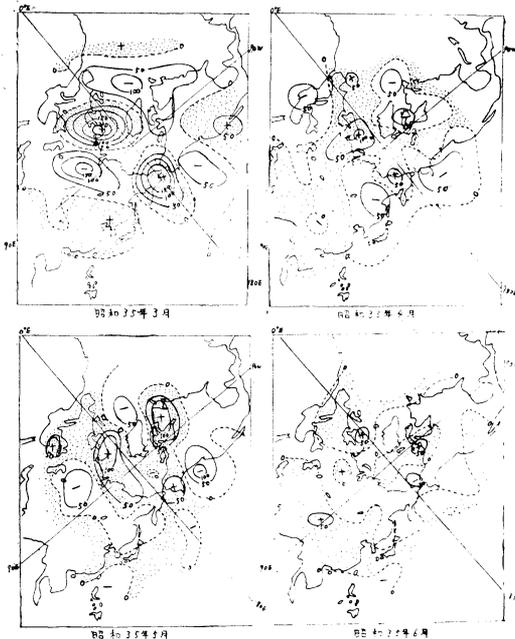
第3図は昭和35年3月7日～6月19日までの半月平均

* The Forecast of Turbulence by Thickness Analysis in View of Long-range and Short-range Forecast.

** Hideo Miyamoto, 名古屋地方気象台
—1963年1月28日受理—



第1図



第2図 500mb 月平均偏差図

1000~500mb シックス偏差図であるが、第1図に対応させて考察してみる。

2~3月末ごろまでは high index パターンと考えら

れるが、シックス図においても2~3月ごろまでは frontal zone の場(偏差曲線の0線を一応 frontal zone と考える)は日本のはるか北方樺太付近にあるが、low index の初期には本州付近までおいてくる。そして low index の後期では cut-off high が南下するにつれて、日本付近は cold vortex の場となりやすく、frontal zone の場は現われにくい。しかし、これは谷の場が日本付近にある場合で日本付近に谷の場がない場合は一概に以上のようなことは言えない。

(1) 半旬平均シックス図上に、次の半旬に日本付近を通過した低気圧の位置と経路を記入し、地上の long wave の位置も記入した。また図の下に北高型とか移高型と書いてあるのは、日本付近の低気圧が通過する際、その前面の高気圧のタイプである。

(2) シックス図で分るように frontal zone の場(南に暖気+, 北に寒気-を伴うようなタイプ)では北高型タイプの擾乱が現われやすく、cold vortex のタイプでは擾乱の前面で移動性高気圧となって南北にはっきりした谷を伴う擾乱が多い。

(3) シックス図中、frontal zone の場、cold vortex の場の何れも、低気圧の経路は2つある場合が多い。frontal zone の場の場合は frontal zone 付近の経路の方が擾乱の主体、それより南の方の経路の擾乱が従

と考えられるが、前者を polar frontal zone, 後者を sub-tropical frontal zone と考えてよさそうである。筆者が以前調べたものからは、この polar front 上に大きな擾乱が起っている。

cold vortex タイプでもやはり2つの低気圧の経路をもっているが、どちらが主体であるか、シノプチックな解析にもよるので、今後の調査に俟たねばならない。

(4) このシクネス図の、frontal zone の場の暖気を中心域付近、cold vortex の場の寒気を中心域付近を long wave の谷と考えることが出来るので、long wave の強さを或る程度量的に表わしていることになる。

(5) 昭和35年4月19日～20日、5月18日～20日、6月21日～22日の大雨の解析

◎昭和35年4月19日～20日の大雨

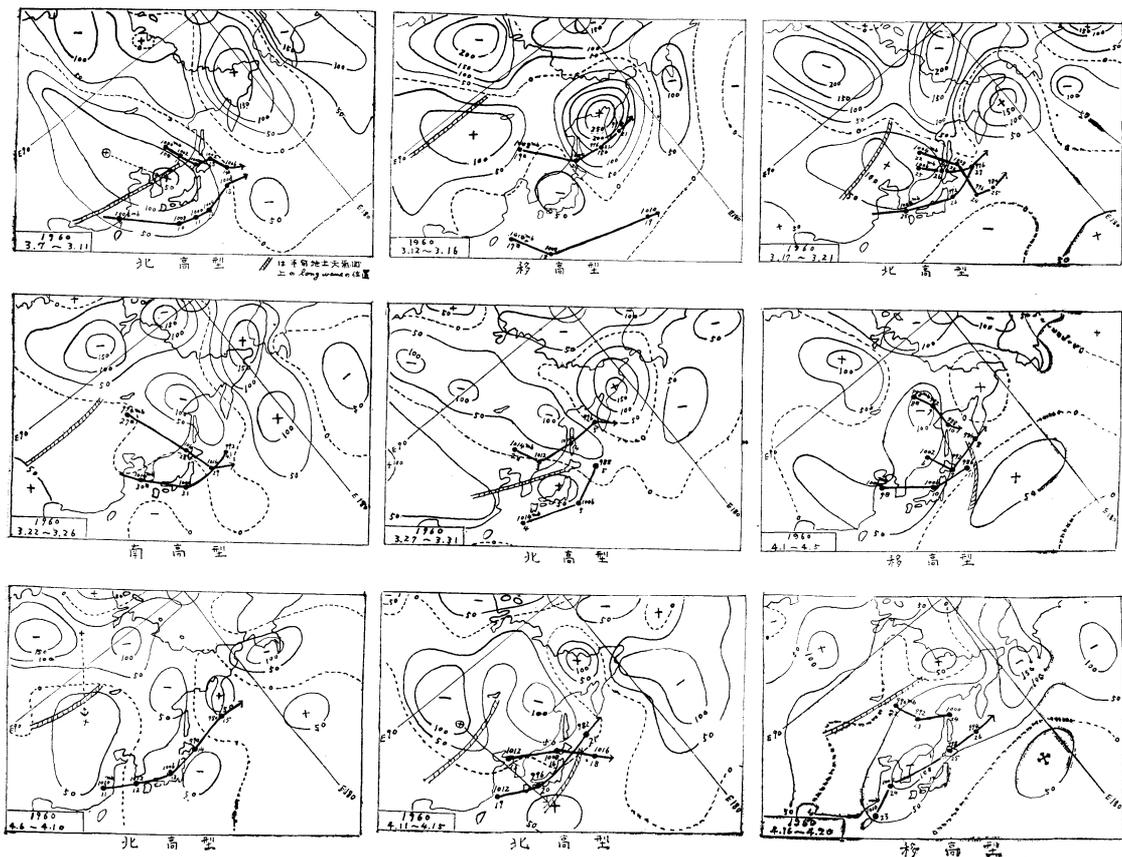
low index の初期にあたり(第1図参照)、シクネス図上では4月11日～15日の図に相当する。この図によれば frontal zone は南下して奥羽地方にあり、日本の

南に+50の暖気、樺太付近に-100の寒気があって、強い frontal zone の場を形成している。そして4月6日～10日の図に見られる90E以西にあった強い cold trough が4月11日～15日には90E以東に達している。従ってこのような frontal zone の場に相当の寒気を伴った谷が通過すれば当然大きな擾乱が期待できるわけで、19日～20日にかけて、第1表にあるように東海地方でも大雨となっている。

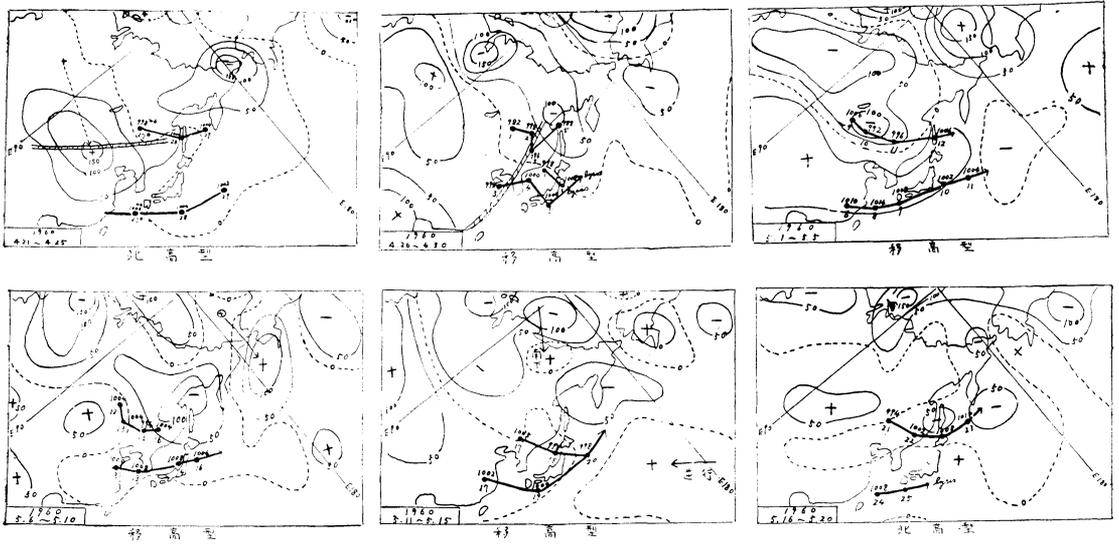
シノプチック解析では17日～18日にかけて、500mbで short の谷が支那大陸にあって東進してきたが、19日にこの frontal zone の場に入るや急激に谷が深まっている。

◎5月18日～20日の大雨

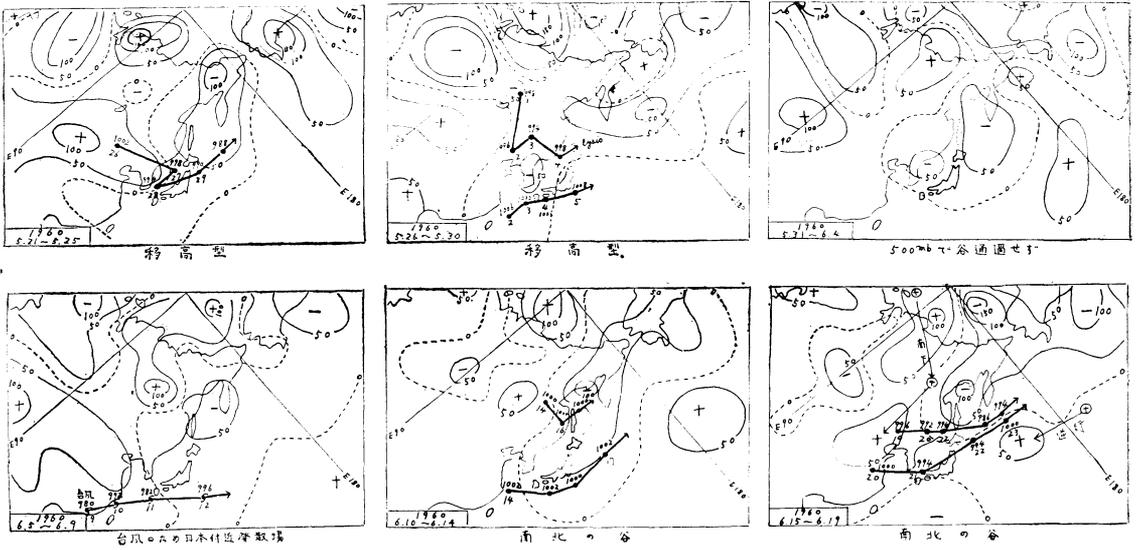
第1図によれば、移動平均曲線の山の下り勾配(low index の後期)にあたり、寒気が南下してくる時期である。5月6日～10日のシクネス図によれば、樺太の北方に-100の寒気があり、蒙古とアリウジャンに夫々+50、



第3図 (1) 半旬平均(1000-500mb)シクネス偏差図(m)



(2)



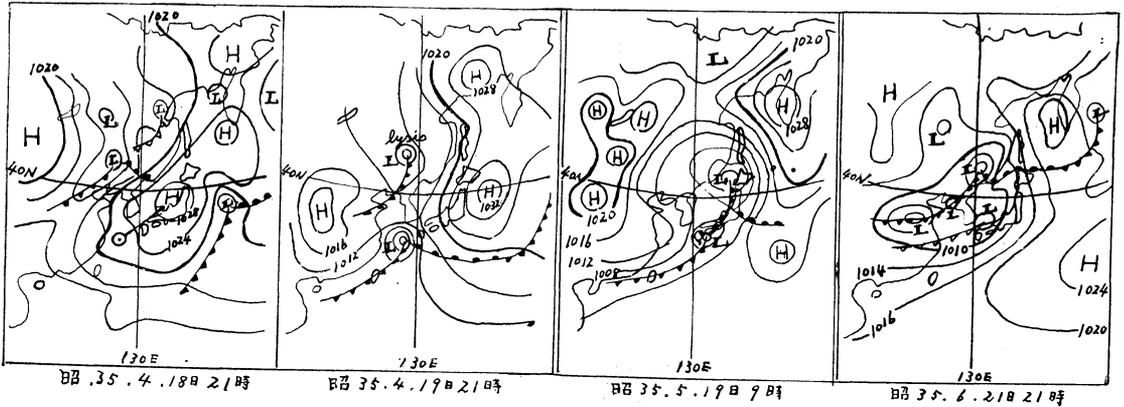
(3)

+100の強い ridge があって日本付近は強い cold vortex の場となっている。蒙古の ridge も前の半旬よりはつよまり、アリウジャンの ridge も南下している。そして11日～15日の図では極の方にあった cut-off high は南下して、中部太平洋の+域も逆行している。シノプチック解析では16日～17日に支那大陸に 500mb ではっきりした谷があり、これが東進して、この cold vortex の場に入って大雨を降らせている。

◎ 6月21日～22日の大雨

第1図の移動平均曲線に示されるように、warm high が南下してくる末期にあたり、6月15日～19日のシクネス図上でも日本付近は極の方から南下してきた warm high の一部が北支那に、また中部太平洋から逆行してきた warm high が日本の東方海上にあって、これらの間に cold vortex の場を作っている。

シノプチック解析では寒気を伴った深い谷が500mbで、シベリヤ大陸から東進してきて、この cold vortex の場に入って大雨となっている。



第4図 地上天気図

第1表 雨量表

昭和35年4月19~20日

5月18~20日

6月21~22日

地名	19日			20日			計	18日			19日			20日			計	21日			22日			計
	mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	
名古屋	11	41	52	22	44	9	75	62	23	85														
伊良湖	41	53	94	2	30	7	39	71	39	110														
尾鷲	154	59	213	2	34	3	39	63	16	79														
津	32	39	71	3	20	2	25	99	25	124														
岐阜	30	30	60	44	21	3	68	77	16	93														
高山	4	28	32	12	14	9	35	32	3	35														
御前崎	25	102	127	0	28	17	45	114	11	125														
静岡	16	53	69	—	77	17	94	143	29	172														
長津呂	16	120	136	—	49	14	60	76	1	77														
三島	11	55	66	—	92	18	110	81	11	92														
御前崎	22	60	82	—	93	30	123	210	52	262														

第4図は以上の日時の上天気図、第1表はこれらの擾乱時における東海地方の雨量表である。

3. 富士山～三島のシクネス偏差の変化図についての解析

富士山～三島のシクネス変化図についてはA、Bで解析した期間のものがないので、33年1月のものを使用して、主に1月12日～13日の大雨、1月26日～27日の南海丸事件のあった擾乱について、シノブチック解析に対応させて調べた。

まず、第5図は、第1図と同じように80°N、140°Eの地点の地上気圧、500mb高度の移動平均曲線である。これによれば12月から1月にかけて、強い山があらわれて、1月11日～15日を頂点としてその後は下り勾配となっている。一方第6図の500mb月平均偏差図をみると、極一帯が12月には高度の低くなる high index pattern

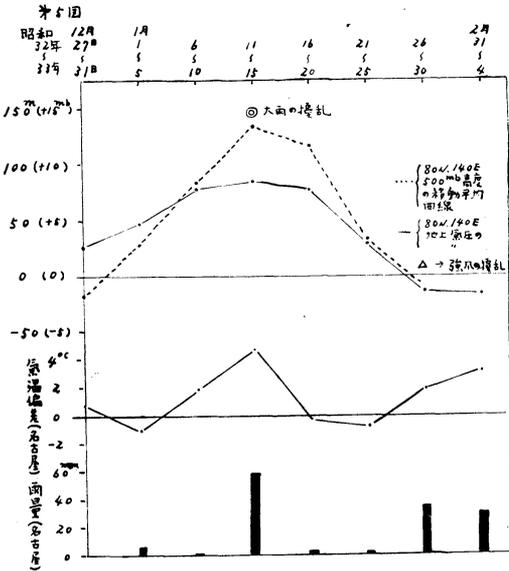
であるが、1月には極から高緯度にかけて、日本から見えて横に連なる Warm high が出現している。また月平均の谷の場は12月日本の西方にあったが1月にはアリウシャンの方へぬけているので、一応平均場の谷は12月から1月にかけて日本付近を通過したものと考えられる。このような時期に寒気が極の方から南下し始める山の頂点のところと、寒気が南下しおわる末期ごろに大きな擾乱が起っている。

半月平均シクネス偏差図はないので省略する。

第7図は富士山～三島の気圧変化図で、両者の気圧曲線の開きが、富士山～三島のシクネス偏差を表わしている。点線(富士山)が実線(三島)より上にある場合は富士山～三島の垂直方向間の平均気温が、これら2点間の累年半月平均気温より高いことを表わし、点線が実線より下にきている場合は低いことを表わしている。従

ってこの両曲線が重なり合うような場合は累年半年平均気温を表わしていることになる。

図の縦軸の目盛は、ラプラスの測候公式から算出したものである。



第5図

物理的な意味は

三島の気圧を P_0 、山頂の気圧を P 、三島～山頂間の高度を Z とすると、

静力学の式から

$$P = P_0 \cdot e^{-\frac{gZ}{RT_m}} \dots\dots\dots (1)$$

(1) 式の全微分をとると、

$$\delta P = \delta P_0 \cdot e^{-\frac{gZ}{RT_m}} + P_0 e^{-\frac{gZ}{RT_m}} \cdot \frac{gZ}{RT_m^2} \cdot \delta T_m \dots\dots (2)$$

ここで δP : 三島の気圧 P_0 に対する山頂の気圧の変化量

図中では富士山～三島の気圧曲線の開き。

T_m : 富士山～三島の累年半年平均気温

δT_m : " の実際の平均気温と累年半年平均気温との差。

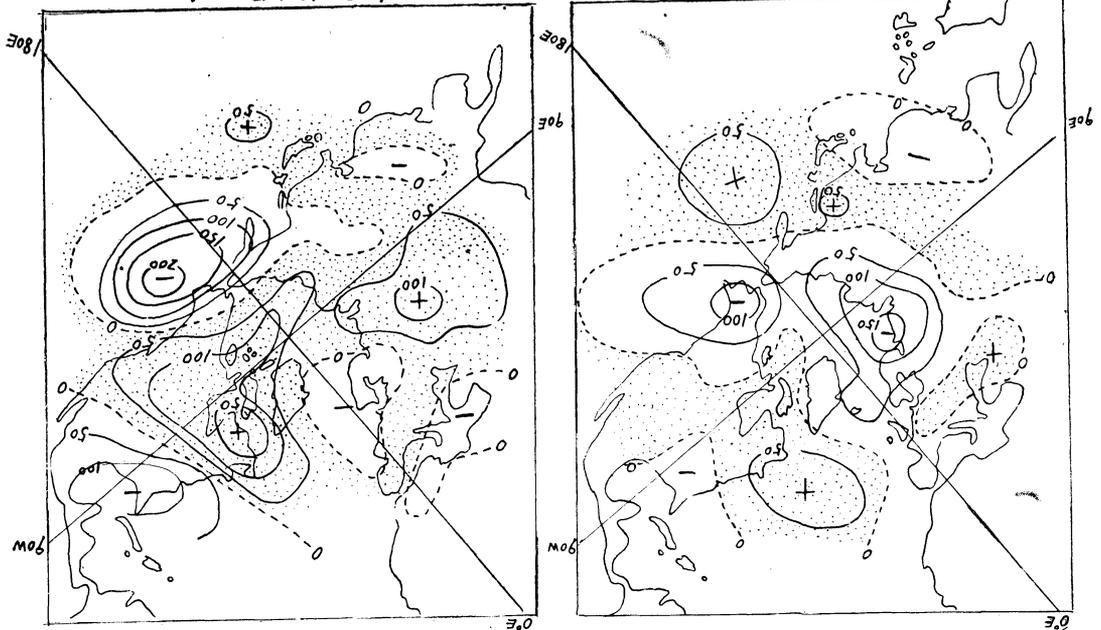
山頂の気圧変化量 δP は地上の δP_0 に対して静学的に変化するとして、

$$\frac{\delta P}{\delta P_0} = e^{-\frac{gZ}{RT_m}} \approx 0.6 \text{ (const)} \dots\dots (3)$$

変化図上で δP_0 が 2mm の変化量に対して、 δP が

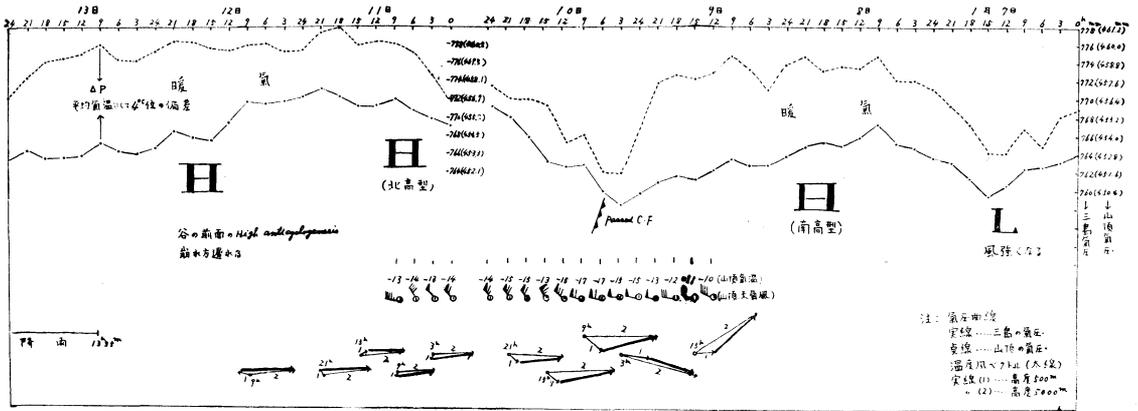
昭和32年1月

昭和32年2月

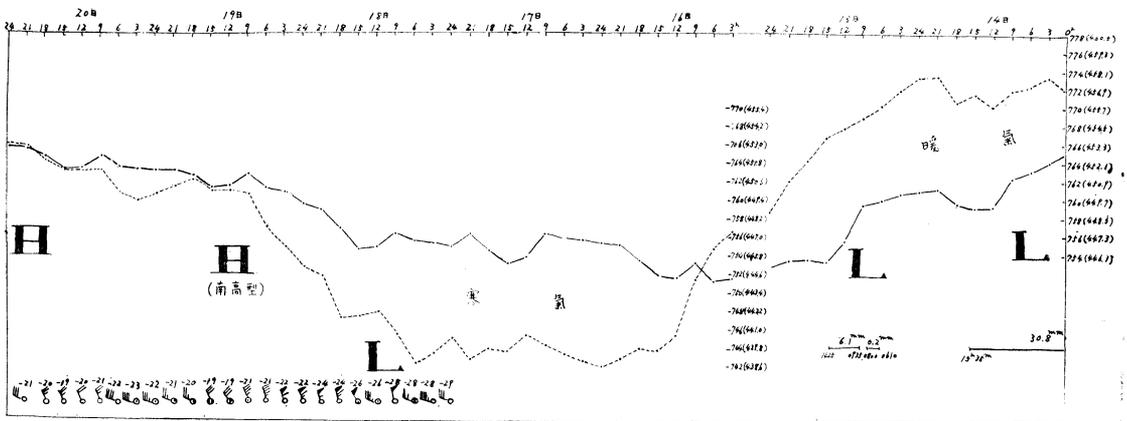


第6図 500mb 月平均偏差図

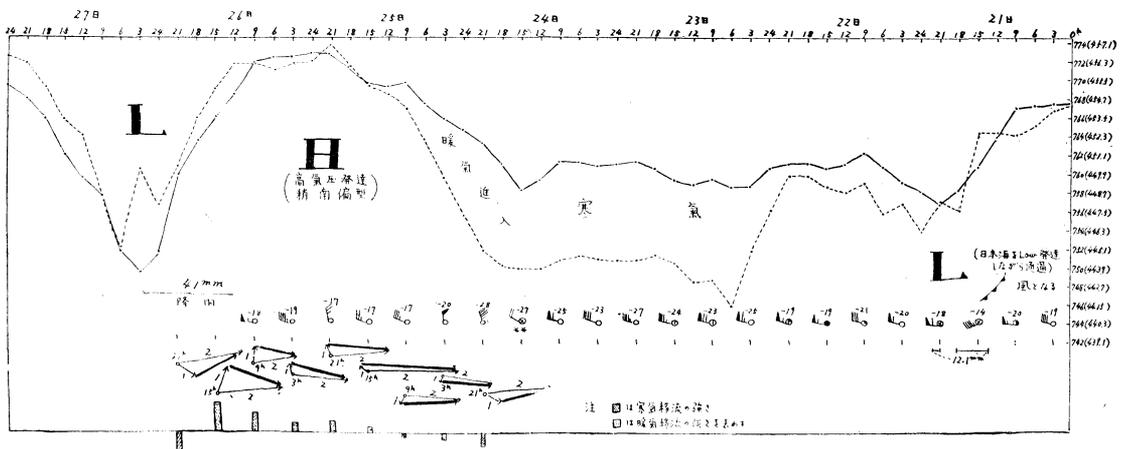
大体 1.2mm となるように目盛っているので、変化図上
 で例えば 3mm の δP_0 があるとき、 δP は 1.8mm と
 なって、 δP_0 の上に δP が重なる。
 従って、変化図上では



第7図 (1) 富士山—三島シクネス偏差変化図



(2)



(3)

$$\delta P_0 \cdot e^{-\frac{gZ}{RT_m}} = 0 \text{ とおける. } \dots\dots(4)$$

(2) と (4) 式から

$$\delta P = P_0 \cdot e^{-\frac{gZ}{RT_m}} \cdot \frac{gZ}{RT_m^2} \cdot \delta T_m \dots\dots(5)$$

5 式中で $P_0 e^{-\frac{gZ}{RT_m}} = P$ で変化図上で一定値をとるので δP は δT_m のみの函数となる。従ってこの変化図は富士山～三島のシックネス偏差を表わす。

(5) 式を変形すると、

$$\delta P = P \cdot \frac{gZ}{RT_m^2} \cdot \delta T_m$$

この式から、例えばシックネス図中 1 月 13 日 9 時の ΔT_m を求めると、平均気温にして累年平均気温よりは 4°C 強の昇温となる。

◎昭和33年 1 月 12 日～13 日の擾乱の解析

第 7 図の富士山～三島のシ偏差の変化図によれば、1 月 8 日～9 日にかけて、暖気が進入している。地上天気図でも南高型となっている。然し 10 日の朝 cold front の通過により寒気が南下して、シックネスもせばまり天気図上では北高型となって、次の谷の前面で再び暖気が進入して、13 日に大雨となっている。このときの地上天気図は第 8 図、500mb 天気図は第 9 図を参照されたい。地上、500mb の 10 日 21 時の天気図によれば地上では北高型となって、今迄北方へ移流した暖気をおし下げて、日本の南海上で気温の勾配が大きくなり、500mb でも寒気が南下して、 $-20^\circ \sim -40^\circ\text{C}$ 線の gradient が大きくなってきている。即ち下層から上層まで強い frontal zone の場を作っていることである。このような場に 13 日 500mb でもはっきりした谷が西方から移動してきて、大きく崩れている。

◎昭和33年 1 月 26 日～27 日の擾乱の解析

第 7 図によれば、1 月 23 日～24 日にかけて、強い寒気移流があり日本付近は cold vortex の場（主に上層で）になっている。このような場へ24日から25日にかけて、上下層共つよいリッジの場となり、富士山～三島の $\frac{\partial(\delta P)}{\partial t}$ も急に大となっている。そして 26 日には強風と雨を伴う擾乱となっている。この時の地上天気図、500mb 天気図、500mb ΔH 、シックネス (500～850mb) 及び 24 時間偏差は第 10 図、第 11 図の通りである。

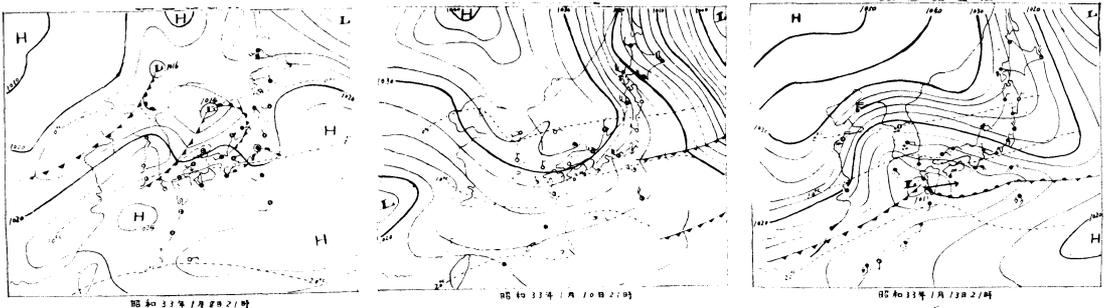
これらの図から検討するに、24 日～25 日にかけて強いリッジが東進してきて日本をおおった。しかしこのリッジは 500mb ΔH で見られるように本州付近で非常につよまっている。これは 1 月 25 日 9 時の 500mb 天気図にみられるような confluence の現象によるものと思われる。一方変化図上で 24 日から 25 日にかけて強い暖気の進入のあるのは、南支那の方から移流してくる暖気による昇温と思われる。従って、24 日～25 日に日本の西にあるリッ

第 2 表 雨 量 表

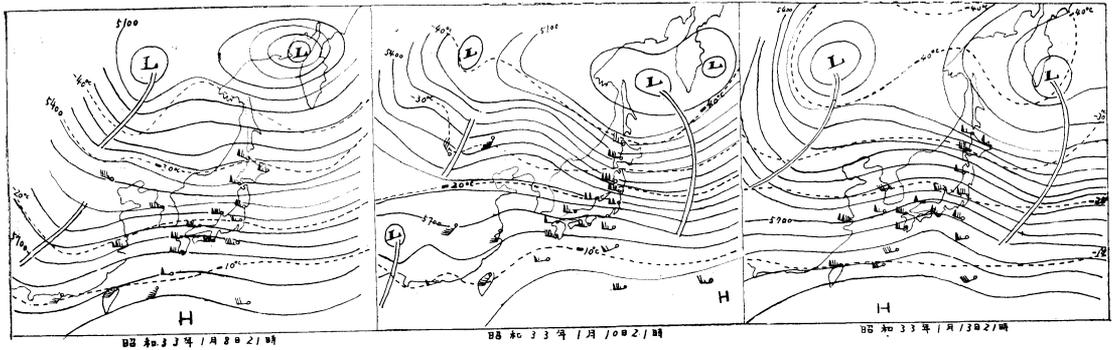
昭和33年 1 月 12～15 日 33年 1 月 26～27 日

地名	日					計		計
	12日	13日	14日	15日	計	26日	27日	
名古屋	4	33	17	5	59	35	—	35
伊良湖	9	14	4	5	32	33	0	33
尾鷲	8	36	17	16	77	68	—	68
津	11	29	17	1	58	16	1	17
岐阜	6	33	16	0	55	27	0	27
高山	2	25	5	1	33	37	1	38
御前崎	5	16	3	10	34	21	0	21
静岡	1	25	9	6	41	61	0	61
長津呂	1	9	2	9	21	15	1	16
三島	0	21	10	6	37	41	0	41
御殿場	0	40	16	12	65	72	0	72

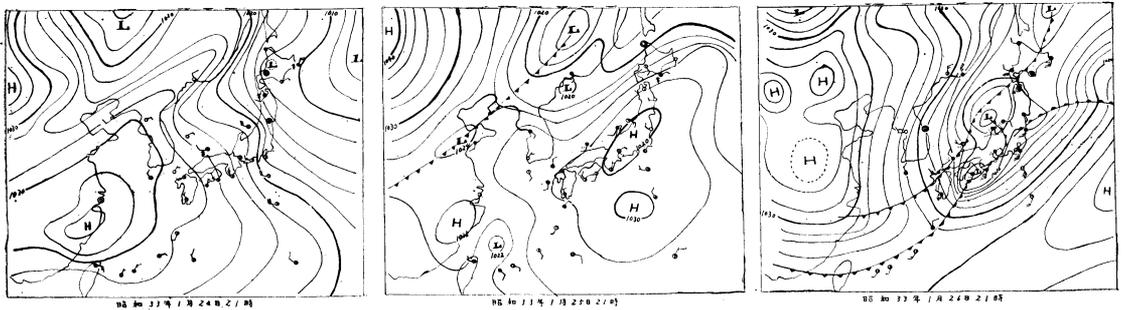
御前崎 SSW 26.4m/s 27 日



第 8 図 地上天気図



第9図 500mb 天気図



第10図 地上天気図

の後面に強い暖気移流があることを意味しており、その前駆現象として24日～25日にかけて高気圧の前面で強い暖気移流があったものと思われる。この外、このように強い擾乱のあったのは、cold vortex の場と西方から近づいてくる谷とのタイミングの要素があると思われる。

4. 温度風ベクトルについて

昭和33年1月12日～13日の例のように、強い frontal zone の場を作り、大雨となるような場合は日本付近が平均場の谷にあたり、地上では北高型で東寄りの風が吹き、上層では西寄りの風が吹いて、zonal 方向の frontal-zone の場が保存される場合である。しかし大雨となるような条件がそろっていても、谷の前面の高気圧が衰弱したり、上層の寒気が南下しないで北方に流れたりして天気が崩れない場合があるが1ステップで崩れない場合は、場が保存されれば次の谷で崩れる。

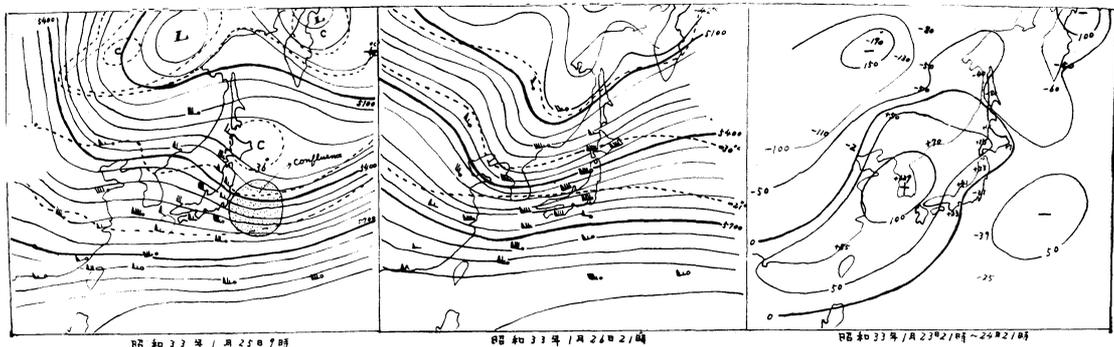
このため、変化図上に潮岬の上層風を使って、温度風ベクトルを作り、frontal zone の場の保存度を定性的に表わした。これによれば、ベクトルの大きさとしては余りよい結果はでないが、10日に北高型となってからは大体大きさは保存され、方向としてはベクトルが zonal 方

向に向いて、時間的に、同じように経過している。このような場合は Bjerknes や Petterssen が提唱する低気圧の発生発達に好都合の場ではないかと思われる(第7図参照されたい)。

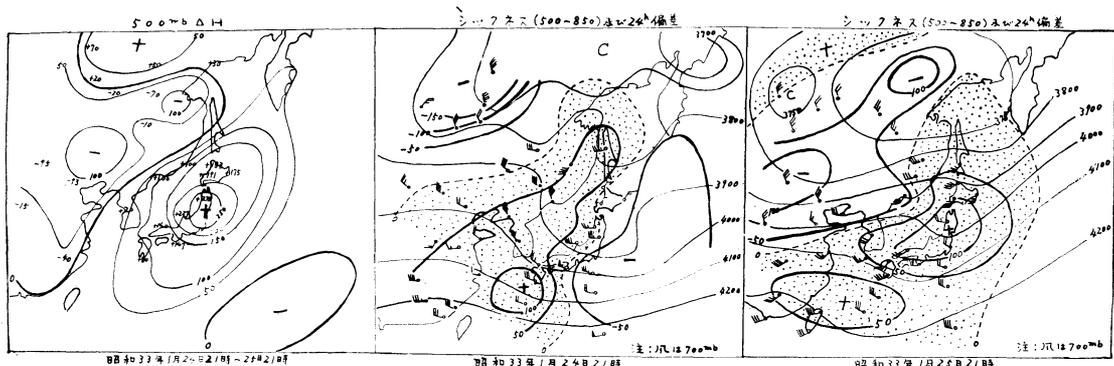
また、1月26日～27日の例のように強い cold vortex のある場へ、寒気を伴った谷がきて大きな擾乱を起す場合は谷の前面の高気圧の前方にはっきりした暖気移流があらわれる場合が多い。このため変化図上に名瀬の上層風を使って、温度風ベクトルを作り暖気移流の強さをあらわした。これによれば風よりもシクネス変化図の方がはるかに早く前駆現象がでている。

3. むすび

富士山～三島のシクネス偏差の変化図については、以前これと雨量との関係の調査を行ったことがあるが、frontal zone の場では谷の前の暖気のシクネス偏差(変化図上、富士山～三島の両気圧曲線の開き)の最大値、及び Cold vortex タイプや cold vortex cold vortex タイプでなくとも、谷の前面で暖気が進入する場合のシクネス偏差の変化量と雨量とが 0.8～0.9 位の相関があった。また、Cold vortex タイプや cold vortex



第11図 (1) 500mb 天気図



(2)

タイプでなくとも、谷の前の高気圧の前面の暖気移流の強さ $\frac{\partial(\delta P)}{\partial t}$ と低気圧の発達示度とよい相関があった。

大きな立場からみると、日本付近に大きな擾乱の起る場としては、大きな擾乱が西からそのままのまゝしてくる以外は、日本付近が平均場の谷の中にある場合が多い、

以上、長期予報から短期予報まで、大きな場の解析により擾乱予想の大体の目安をつけ、さらに局所的な資料を使って量的予想にむすびつけようとしたものであるが詳細については今後調査してゆきたい。

最後に日頃ご指導、ご鞭撻を頂く矢木予報課長始め、課員の皆様、いつも資料の提供を頂く観測課の皆様にも厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 加藤久雄訳 (1960.7): 天気解析と天気予報 (ベターセン著)。
- 2) Hisao, Kato. (1962): South ward propagation of pressure wave on the hemispheric-scale.

気象集誌, 40巻, 第1号。

- 3) 藤村郁雄・佐藤武 (1958.2): 富士山頂における気象要素の相互関連 その他について, 東海地方気象研究会誌, 第12巻。
- 4) 宮本英男 (1961.2): 半月平均シクネス偏差図による擾乱の予想について, 東海地方気象研究会誌, 第15巻。
- 5) 宮本英男 (1962.2): 昭和36年度全国長期予報技術検討会資料「雨量の長期予想について」
- 6) 宮本英男 (1953.6): 気圧変動による天気推移の一考察 (第1報), 研究時報, 第5巻, 第5号, p 401~408.
- 7) 宮本英男 (1958.2): シクネス偏差によるフロントルゾーンの解析, 東海地方気象研究会誌, 第12巻。
- 8) Headquarters air weather service washington D.C.: A description of some methods of extended period forecasting. March 1953.
- 9) 気象庁予報部: 昭和35年度全国長期予報検討会資料。
- 10) 気象庁予報部: 季節予報資料。