未來天氣圖之製作法

王應偉

欲試作未來之天氣圖，以之研究天氣預報，比年來實不乏其人。舊法中如Exner, Richardson 等之方法，過於艱澀難用。（現今幾無人過問矣）。實際上欲天氣預報之推定，使之有效。第一對於自然現象須不作隨意之假定，即預先洞察自然現象之移動時，務不執己見，但就其固有之變動與之推移，而決不能導入難於應用之假定。第二縱令方法正確，而實際方面，用以發預報手續，過形複雜，則亦困難而不適用。自一九二八年以來，歐洲氣象界，曾就以上二條件而努力嘗試之。迨至現在，已漸臻基礎穩固之地位，即一九二九年A. Gião 在法國氣象臺刊行物中，發表關於極面運動有名之論文。而 J. M. Angervo 則自一九二八年以來，從天氣圖上等壓綫及等變壓綫之分布，逐次公布低氣壓，高氣壓等中心運動及發展之預知方法，且以之應用於實例而確言該方法之可用。其後Wagemann, Kohlbach等亦贊和此說，而施眞摯之努力於實際預報發布。迨至一九三三年挪威 Bergen 氣象臺之Sverre Petterssen更就Angervo 及Gião 所述爲進一步之研究而達完成之域。現今所謂動力的解析(Kinematical analysis) 及物理的解析(Physical analysis)，二者併用，而在預報發布上得重大之效用焉。此處特將是種之理論爲之介紹如下。

理論上之一般公式

本節所論之主旨，歸宿於豫測氣壓之分布情狀。但其所述方法，不限於氣壓一種，即在豫測氣溫分布等，亦能應用。惟氣溫易受地方性的[illegible]且氣溫之日變化亦頗急劇，縱令能知其分布，而於直接豫報上無[illegible]參考之必要，無甯置諸不論焉。今就地面上之一點設想，其[illegible]即P當然爲位置 (x, y) 及時間 t 之函數，惟由等壓綫之定

$$P = \text{const} \quad \cdots\cdots(1)$$

由等變壓綫之定義得

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \text{const} \quad \cdots\cdots(2)$$

高氣壓，低氣壓之中心則假定爲

$$\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\partial P}{\partial y} = 0 \quad \cdots\cdots(3)$$

至於槽形低壓或楔形高壓(Troughs or Wedges)則可視爲等壓線曲率之極端值處，且原點於槽形低壓或楔形高壓上選取之 x 軸沿等壓線之方向，則

$$\frac{\partial P}{\partial x} = 0 \quad \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} \gtrless 0, \quad \frac{\partial^3 P}{\partial x^3} = 0 \quad \cdots\cdots(4)$$

極面上之氣壓在境界面爲連續，而設想氣壓傾度爲不連續，且 x 軸取極面之垂直綫，則依此定義

$$P_1 - P_2 = 0, \quad \frac{\partial P_1}{\partial x} - \frac{\partial P_2}{\partial x} \neq 0 \quad \cdots\cdots(5)$$

今大地上設想有運動坐標系，對於靜止坐標系其相對速度爲C；而關於時間 t 之微分，表以 $\frac{\delta}{\delta t}$，則成立次之命題

$$\frac{\delta}{\delta t} = \frac{\partial}{\partial t} + C.\nabla \quad \cdots\cdots(6)$$

此處之 $C = iC_x + JC_y$，$\nabla = i\frac{\partial}{\partial x} + J\frac{\partial}{\partial y}$，i,J爲x,y方向之單位 Vector

再一度微分之

$$\frac{\delta^2}{\delta t^2} = \left(\frac{\partial}{\partial t} + C.\nabla\right)\left(\frac{\partial}{\partial t} + C.\nabla\right) = \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial}{\partial t} + C.\nabla\right)$$
$$+ C.\nabla\left(\frac{\partial}{\partial t} + C.\nabla\right) = \frac{\partial^2}{\partial t^2} + 2C.\nabla\frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial C}{\partial t}\nabla$$
$$+ C.\nabla\,(C.\nabla) \quad \cdots\cdots(7)$$

若運動方向與 x 軸方向相一致，則

$$\frac{\delta}{\delta t} = \frac{\partial}{\partial t} + C\frac{\partial}{\partial x} \quad \cdots\cdots(8)$$

$$\frac{\delta^2}{\delta t^2}=\frac{\partial^2}{\partial t^2}+2c\frac{\partial^2}{\partial x\partial t}+\left(\frac{\partial c}{\partial t}+c\frac{\partial c}{\partial x}\right)\frac{\partial}{\partial x}+c^2\frac{\partial^2}{\partial x^2}\quad\cdots\cdots(9)$$

今命$\frac{\partial c}{\partial t}+c\frac{\partial c}{\partial x}=A$，則

$$\frac{\delta^2}{\delta t^2}=\frac{\partial^2}{\partial t^2}+2c\frac{\partial^2}{\partial x\partial t}+c^2\frac{\partial^2}{\partial x^2}+A\frac{\partial}{\partial x}\quad\cdots\cdots(10)$$

(10)中之C及A係表示運動坐標系(對於靜止坐標系)之速度及加速度也明矣。

今用符號表示法，令

$$\frac{\partial^{l+m+n}P}{\partial x^l\partial y^m\partial t^n}=P_{lmn}\quad\cdots\cdots(11)$$

則等壓線爲

$$P_{000}=\text{const.}$$

等變壓綫爲

$$P_{001}=\text{const.}$$

從而一般之示性曲綫(Characteristic Curves)式，可表以次形

$$P_{lmn}=\text{const.}$$

今設想運動坐標與一示性曲線之要素共同運動，且X軸選取與曲線垂直方向，則

$$\frac{\delta P_{lmn}}{\delta t}=0\quad\cdots\cdots(11)$$

推之於一般之例

$$\frac{\delta' P_{lmn}}{\delta t'}=0\quad\cdots\cdots(12)$$

由是應用(S)式，得

$$\left.\begin{aligned}&\frac{\partial P_{lmn}}{\partial t}+C\frac{\partial P_{lmn}}{\partial x}=0\\ &\text{即 } C=-\frac{P_{lmn+1}}{P_{l+1mn}}\end{aligned}\right\}\quad\cdots\cdots(13)$$

(13)之第二式即表示性曲綫之移動速度。

次將(10)式應用於(12)式，得

$$\frac{\partial^2 P_{lmn}}{\partial t^2}+2c\frac{\partial^2 P_{lmn}}{\partial x\partial t}+c^2\frac{\partial^2 P_{lmn}}{\partial x^2}+A\frac{\partial P_{lmn}}{\partial x}=0$$

$$A=-\frac{P_{l+2mn}+2cp_{l+1mn+1}+c^2p_{l+2mn}}{P_{l+1mn}} \quad \cdots\cdots (14)$$

(14)卽用以表示性曲綫之加速度。

未來氣壓配置之推定

推測未來之氣壓配置，約有二法：第一就現在天氣圖上等壓線之形，而推想其在未來時間內應起如何之移動及變形，以之爲未來氣壓配置之推定。關於此問題，Petterssen 業已施精密之研究。第二由各測候所在過去一定時間內(至現在止)氣壓傾向以推算各該地點在未來時間氣壓應起何種之變化，幷將推算値記之於地圖上，以爲未來氣壓配置之推定。

現今受取各測候所之氣象電報，各區域在一定時間內之氣壓昇降 P_{001}，可以求知。從而取二引續之 Tendency 差，卽得氣壓變化之加速度 P_{002}，用是在豫報時間內，推測氣壓之增減變化，大體可以次式表之：

$$\triangle P = P_{001}t+\tfrac{1}{2}P_{002}t^2 \quad \cdots\cdots (15)$$

卽由長時間之經驗，凡氣壓之動向，經過t時間後，約略可以(15)式顯出之也。故在實用上將此推定之値，填入於地圖內，而爲製作天氣圖之根據。

Petterssen 則將各地之氣壓變化，暫置不論，單就地面上等壓綫之移動而詳加探討，卽由等壓線 $P_{000}=\text{const.}$ 應用(13)式，得

$$C=-\frac{P_{001}}{P_{100}} \quad \cdots\cdots (16)$$

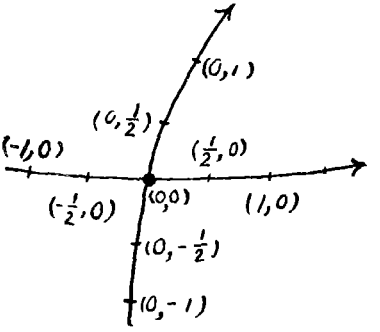
且由(14)式，得加速度之式爲

$$A=-\frac{P_{002}+2cp_{101}+c^2P_{200}}{P_{100}} \quad \cdots\cdots (17)$$

用是豫報時間T以後，其等壓線之移動距離爲

$$S_x = ct + \frac{1}{2}At^2 \quad \cdots\cdots(18)$$

因此處之P_{100}爲氣壓坡度，在天氣圖上單位氣壓差，則爲二等壓線間距離之逆數，至於P_{002}則爲單位時間內氣壓之增加量，特稱爲Barometrical Tendency，質言之，P_{002}即爲單位時間內Tendency之增分，又微分係數P_{101},P_{200}，可由數字的微分算(Numerical differentiation)求得之。即如次圖所取之軸選適當之單位（通常以300km爲單位），而等距離區分之，且於觀測要素文字之上端，記以各觀測點之坐標，以爲識別。則得次之近似值：



$$P_{101} = T^{\frac{1}{2},0} - T^{-\frac{1}{2},0},$$

$$P_{200} = P^{1,0} - 2P^{0,0} + P^{-1,0}$$

此處之T係表示Barometrical Tendency。

即由上述之方法，審察天氣圖上氣象要素之分布，可以計算某種特定等壓綫之移動也。

低氣壓及高氣壓中心，不連續線，高氣壓線及Front等之移動

先就低氣壓高氣壓中心之移動推究，因低氣壓及高氣壓均係一種之閉曲線，該閉曲線之曲率，其最大及最小處至少各有一個存在，今於其最大之方向爲x軸之方向，最小者取y軸之方向，則該兩軸即可視爲槽形低壓或楔端高壓也明矣，而在槽形低壓或楔端高壓之式，則因$P_{100}=\text{const}$及$P_{010}=\text{const.}$(但$P_{300}=0$)故於(13)及(14)兩式以P_{10c}及P_{01c}代其P_{lmn}，

$$\left.\begin{aligned} \text{即得 } C_x &= -\frac{P_{101}}{P_{200}}, \quad C_y = -\frac{P_{011}}{P_{020}}, \\ A_x &= -\frac{P_{102}P_{200} - 2P_{101}P_{201}}{P^2_{20c}}, \\ A_y &= -\frac{P_{012}P_{c20} - 2P_{011}P_{c21}}{P^2_{020}} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(19)$$

但此處所宜注意者，因低氣壓中心之附近氣壓分布約略成對稱之形。假定$P_{110}\equiv 0$ (19)卽低氣壓或高氣壓中心移動時，其中心之速度其加速度之公式也。

至關於氣壓中心之移動徑路，則亦如上所述之假定X及Y軸可視爲一種之槽形低壓或楔端高壓。故中心卽爲X,Y軸之交點(卽原點)於是成立次式：

$$P_{100}=0,\quad P_{200}\gtrless 0,\quad P_{300}=0$$
$$P_{010}=0,\quad P_{020}\gtrless 0,\quad P_{030}=0$$

故於(8)式中以P_{100}及P_{101}代入之，并參照(11)式，且由氣壓分布在中心附近成對稱形之條件(卽$P_{110}\equiv 0$)，得：

$$P_{200}\frac{\partial x}{\partial t}+P_{101}=0,\quad P_{020}\frac{\partial y}{\partial t}+P_{011}=0 \cdots\cdots (20)$$

今將原點附近之氣壓分布，用級數展開之，而取至三次之項止則得：

$$\begin{aligned}P(x,y,t)=&P_{000}+P_{001}t+\tfrac{1}{2}(P_{200}x^2+P_{020}y^2+P_{002}t^2\\&+2P_{110}xy+2P_{101}xt+2P_{011}yt)+\tfrac{1}{6}(P_{003}t^3\\&+3P_{102}xt^2+3P_{012}yt^2+3P_{201}x^2t\\&+3P_{021}y^2t)\end{aligned}\cdots\cdots (21)$$

此處所宜注意者，由上所述x及y軸之選取法$P_{100}=P_{010}=0$，$P_{300}=P_{030}=P_{120}=0$又由$P_{110}\equiv 0$得$P_{111}=0$

(20)式中之P_{200} P_{020},P_{101}通例爲x,y,t之函數，而(21)式內所示之 P_{200},P_{020},……係在原點處$t=0$之值，換言之，(20)中之P_{200}係 $\dfrac{\partial^2 P(x,y,t)}{\partial x^2}$

(21)中之P_{200}係 $\left(\dfrac{\partial^2 P(x,y,t)}{\partial x^2}\right)_{x=0,y=0,t=0}$

今爲簡易起見，前者記以P_{200}，後者記以$(P_{200})_0$。則後者爲常數也明矣。

今於(21)施微分計算：

$$\left.\begin{aligned} P_{20t} &= (P_{200})_0 + (P_{201})_0 t, \\ P_{02t} &= (P_{020})_0 + (P_{012})_0 t \\ P_{10t} &= (P_{101})_0 + (P_{201})_0 x + (P_{102})_0 t, \\ P_{01t} &= (P_{011})_0 + (P_{021})_0 y + (P_{012})_0 t, \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(22)$$

以之代入於(20)而去其括弧符號且積分之得：

$$x = -\frac{P_{101} + \frac{1}{2}P_{102}t^2}{P_{200} + P_{201}t}, \quad y = -\frac{P_{011} + \frac{1}{2}P_{012}t^2}{P_{021} + P_{021}t} \cdots(23)$$

此卽有名之 Angervo 公式

P_{200} 及 P_{12}° 如係低氣壓在中心共爲正，若高氣壓則在中心共爲負。又由(22)知 P_{200} 及 P_{020} 共隨時間而變化，今就

$$t_\mu = -\frac{P_{200}}{P_{201}}, \quad t_\nu = -\frac{P_{020}}{P_{021}} \cdots\cdots(24)$$

設想若 t_μ 及 t_ν 同符號而俱爲正，且 $t_\mu < t_\nu$，則在 t_μ 以後，P_{200} 與 P_{020} 爲異符號，斯時氣壓中心不能存在，卽低氣壓或高氣壓在 t_μ 以後同歸消滅。又若 t_μ 與 t_ν 同符號而俱爲負，且其絕對值爲 $t_\mu < t_\nu$，則在 t_μ 以前，P_{200} 與 P_{020} 爲異符號，斯時氣壓中心亦不能存在，卽係表示恰在 t_μ 前低氣壓或高氣壓開始發生也。至 t_μ 與 t_ν 爲異符號時，則低氣壓，高氣壓之壽命及年齡可同時推得之。Angervo 曾就實例，以施調查而頗得良好之結論：

如求槽形低壓或楔形高壓之速度及加速度，則有 Petterssen 之公式，卽於槽形低壓或楔形高壓上採取原點沿等壓綫之方向以爲 x 軸，知由上所述及(15)，其x方向之速度及加速度爲：

$$C_x = -\frac{P_{101}}{P_{200}}, \quad A_x = -\frac{P_{102}P_{200} - 2P_{101}P_{201}}{P^2_{200}} \cdots(25)$$

至於求極面之速度及加速度，則 x 軸之選取其方向令與極面相垂直，且於極面之兩側以添數1 2記出之因極面之°式爲 $P_1 - P_2 = 0$ 故於(13)及(14)式中以 $P_1 - P_2$ 代其 P_{lmn} 卽得：

$$\left.\begin{aligned} C_x &= -\frac{\frac{\partial P_1}{\partial t} - \frac{\partial P_2}{\partial t}}{\frac{\partial P_1}{\partial x} - \frac{\partial P_2}{\partial x}} \\ A_x &= -\frac{\left(\frac{\partial^2 P_1}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 P_2}{\partial t^2}\right) + 2C_x\left(\frac{\partial^2 P_1}{\partial x \partial t} - \frac{\partial^2 P_2}{\partial x \partial t}\right) + C^2{}_x\left(\frac{\partial^2 P_1}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 P_2}{\partial x^2}\right)}{\frac{\partial P_1}{\partial x} - \frac{\partial P_2}{\partial x}} \end{aligned}\right\} \cdots\cdots(26)$$

由上所述，無論在(19)，(25)，(26) 式中，任用何式預報時間 t 範圍內之變位，可由次式表示之：

$$S_x = C_x t + \frac{A_x}{2} t^2, \text{ 及其他,} \cdots\cdots(27)$$

又上述諸式之各微分係數，可由數字的計算得之。即命 T 爲 Barometric tendency，△T爲單位時間內Tendency之增高，則得各列各式之近似值：

$$P_{101} = T^{\frac{1}{2},0} - T^{-\frac{1}{2},0}, \qquad P_{011} = T^{0,\frac{1}{2}} - T^{0,-\frac{1}{2}}$$

$$P_{200} = P^{1,0} - 2P^{0,0} + P^{-1,0}, \qquad P_{020} = P^{0,1} - 2P^{0,0} + P^{0,-1}$$

$$P_{102} = \triangle T^{\frac{1}{2},0} - \triangle T^{-\frac{1}{2},0}, \qquad P_{012} = \triangle T^{0,\frac{1}{2}} - \triangle T^{0,-\frac{1}{2}}$$

$$P_{201} = T^{1,0} - 2T^{0,0} + T^{-1,0}, \qquad P_{021} = T^{0,1} - 2T^{0,0} + T^{0,-1}$$

由楔形高壓或槽形低壓所發生之獨立高氣壓或低氣壓

Angervo 曾就由V 字形低氣壓或楔形高氣壓所發生之獨立低氣壓或高氣壓，而推闡其發生之條件，今用簡單方法而述其理論如次：

選取槽形低壓爲y軸，其x軸與等壓線平行，則由

$$P_{100} = 0, \qquad P_{200} \gtrless 0, \qquad P_{300} = 0$$

之定義，其移動速度爲

$$P_{200}\frac{\partial x}{\partial t} + P_{101} = 0 \cdots\cdots(28)$$

但在槽形低壓線上或楔形高壓線上，恆合乎$P_{110}\equiv 0$之條件。

今於原點附近，將氣壓分布用級數展開之，而取至三次之項止（假定關於x軸之氣壓分布爲對稱）。

$$\begin{aligned}P(x,y,t)=&P_{000}+P_{010}y+P_{001}t+\tfrac{1}{2}(P_{200}x^2+P_{020}y^2\\&+P_{002}t^2+2P_{101}xt+2P_{011}yt)+\tfrac{1}{6}(P_{030}y^3\\&+P_{003}t^3+3P_{210}x^2y+3P_{201}x^2t+3P_{021}y^2t\\&+6P_{111}xyt+3P_{102}xt^2+3P_{012}yt^2)\cdots\cdots(29)\end{aligned}$$

上式中所含之P_{200}，P_{101}……與(21)式中所含者其意義相同，卽均係常數。今將(28)式微分之，而加入添數，得：

$$\left.\begin{aligned}P_{200}&=(P_{200})_0+(P_{210})_0y+(P_{201})_0t\\P_{101}&=(P_{101})_0+(P_{201})_0x+(P_{111})_0y+(P_{102})_0t\end{aligned}\right\}\cdots(30)$$

故將(30)代入於(28)，施積分計算後，而去其括弧及添數，得：

$$x=\frac{-P_{101}t-P_{111}yt-\frac{1}{2}P_{102}t^2}{P_{200}+P_{210}y+P_{201}t}\cdots\cdots(31)$$

(31)卽表示關於槽形低氣或楔形高壓徑路之公式。

設由槽形低壓能發生低氣壓時，先設想沿y軸之氣壓其最能生急劇變化者，厥惟彎曲點。卽在該點爲$\frac{\partial^2 P}{\partial y^2}=0$，當$t=0$時，其彎曲點之位置可將(30)微分之，得：

$$P_{020}+P_{030}y=0$$

$$y=-\frac{P_{020}}{P_{030}}\cdots\cdots(32)$$

爲彎曲點之位置。至於求彎曲點之速度，則於(13)式中以y代x及P_{020}代P_{lmn}得：

$$P_{030}\frac{\partial y}{\partial t}+P_{021}=0\cdots\cdots(33)$$

上式中之P_{030}，P_{021}當然與(29)中所含爲同一之量，今將(33)積分之：

$$y=-\frac{P_{021}}{P_{030}}t+\text{const.}$$

惟當t=0時，此式應與(32)相同，故：

$$y=-\frac{P_{o20}}{P_{o30}}-\frac{P_{o21}}{P_{o30}}t \quad \cdots\cdots(34)$$

(31)與(34)即以示彎曲點徑路之公式。

又獨立高氣壓或低氣壓發生時，尚須滿足一條件，即在氣壓之彎曲點其$\frac{\partial P}{\partial y}=0$，即：

$$\left[\frac{\partial P(x,y,t)}{\partial y}\right]_{x=x(y,t),y=y(t)}=0$$

此處所書出之x=x(y,t)，y=y(t)，係楔形高壓上彎曲點位置之值，用(31)及(34)表出之也。但由他方面設想，由(29)知

$$\frac{\partial P(x,y,t)}{\partial y}=P_{o10}+P_{o2o}y+P_{o11}t+\tfrac{1}{2}P_{21o}x^2+\tfrac{1}{2}P_{o3o}y^2$$
$$+P_{o21}yt+\tfrac{1}{2}P_{o12}t^2+P_{111}xt=0$$

將(31)及(34)代入於上式中

$$P_{o10}-\frac{P_{o21}}{2P_{o30}}+t\left(P_{o11}-\frac{P_{o2o}P_{o21}}{P_{o3o}}\right)+\text{含 t 二次以上之項}$$

將含t二次以上各項省去之，得

$$t=\frac{\frac{1}{2}P^2_{o2o}-P_{o1o}P_{o3o}}{P_{o11}P_{o3o}-P_{o2o}P_{o21}}$$

即係獨立低氣壓或高氣壓所發生之時，或如下所記：

$$\left.\begin{aligned}x_1&=\frac{-P_{1o1}t_1-P_{111}y_1t_1-\frac{1}{2}P_{1o2}t^2}{P_{200}+P_{21o}y_1+P_{201}t_1}\\ y_1&=-\frac{P_{o2o}}{P_{o3o}}-\frac{P_{o21}}{P_{o3o}}\\ t_1&=\frac{\frac{1}{2}P^2_{o2o}-P_{o1o}P_{o3o}}{P_{o11}P_{o3o}-P_{o2o}P_{o21}}\end{aligned}\right\}\quad\cdots\cdots(35)$$

時當t,時間後獨立低氣壓或高氣壓之中心在(x,y,)位置發生也。

關於等壓線移動之公式

由上所述得以求出關於等壓線移動之公式，即y軸取等壓線x軸則

垂直於等壓線，由等壓線 P=const. 之定義，其移動速度可藉次之關係決定之。即

$$\frac{\partial P}{\partial t}+\frac{\partial P}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial t}+\frac{\partial P}{\partial y}\frac{\partial y}{\partial t}=0 \quad \cdots\cdots(36)$$

次將氣壓P用 x,y,t 之昇冪級數展開之，而取至二次之項止，且由座標軸之選擇 $P_{010}=0$，從而 P_{110} 及 P_{011} 爲微小量，可以置諸省略。又假定氣壓中心附近不存在有等壓綫，於是 P_{020} 亦可視爲甚小之量而置諸不論。即

$$P(x,y,t)=P_{000}+P_{100}x+P_{001}t+\tfrac{1}{2}(P_{200}x^2+P_{002}t^2+2P_{101}xt) \quad \cdots\cdots(37)$$

故 $\frac{\partial P}{\partial t}=P_{001}+P_{002}t+P_{101}x$，$\frac{\partial P}{\partial x}=P_{100}+P_{200}x+P_{101}t$，$\frac{\partial P}{\partial y}=0$

代入於(36)而用通常之積分法其結果得

$$P_{100}x+P_{101}xt+\tfrac{1}{2}P_{200}x^2+\tfrac{1}{2}P_{002}t^2+P_{001}t=0 \quad \cdots\cdots(38)$$

此即等壓綫徑路之方程式或用近似的計算令

$$\tfrac{1}{2}P_{200}x^2=-\tfrac{1}{2}\frac{P_{200}P_{001}}{P_{100}}xt$$

以之代入於 38)得

$$x=-\frac{P_{001}t+\frac{1}{2}P_{002}t^2}{P_{100}+P_{101}t-\frac{1}{2}\frac{P_{200}P_{001}}{P_{100}}t} \quad \cdots\cdots(39)$$

爲所求之式

應用上之注意

我國現時天氣預報組織，尚在萌芽時代，每日由各測候所之氣象電報發送三回，爲午前六時，十一時，及午後二時之觀測值，從而天氣圖亦有三回之繪製。(如南京氣象研究所及青島觀象臺等)且自近年來氣象電報改用五字電碼後三小時前之氣壓變化附入電碼內，即三小時內之氣壓傾向爲已知之量故高低氣壓之中心，等壓線之移動，槽形

氣壓或楔端高壓，極面等，其進行速度，皆得根據上述之計算以決定之。

東亞大陸無冬無夏，高低氣壓之發生每前後相繼，勢若一聯珠。西北陸地如俄屬西伯利亞暨新疆蒙古一帶，幾爲高壓系統出現之根據地。而是種移動性之兩高壓間往往夾有低氣壓，而長江流域亦爲低壓發生之顯著地點。就其大體而論，此種高低氣壓之進行方向，大抵自西徂東。故未來天氣圖之決定，對於上述方法尤爲適用。但現時所最感困難者，厥爲材料問題。我國內陸如中國本部，測候機關雖逐漸增加，氣壓之海面更正可至1mm之十分之一止，然各測候地之海平面高度既未測定，所用測器亦參差不齊，根本上既含有莫大缺點，於是每日天氣圖上之氣壓配置 卽經驗宏深者，亦苦於無統系可尋。蓋實地材料若不精確，卽有良好理論亦等於石田之無用，此則尤當深切注意者也。

低氣壓附近地方之氣壓傾向（尤其是低壓中心剛經過之地點）依經驗所得與實際上頗生差異，卽近於中心時，氣壓急降，通過中心後氣壓又急升，於是氣象電報上所報告之氣壓差，當然非實際之 Tendency，因此用上述公式以推低壓中心之速度與實地相較似失之過遲。

低氣壓在東海或黃海時或北太平洋經過颱風時其中心附近必要之氣象要素既無從推知，斯時欲豫定其中心進行速度及徑路，只能就距中心稍遠之等壓線推定其移動模樣，從而再豫決其中心之進行方向及速度。

測地圖上之距離，無論用何種尺度皆可。大抵天氣圖上之經度緯度每一度區分爲三。（須精確）再小則用目視法定之已能充分適用，其所生誤差不能過十分之二以外於大體固無大差也。

附註 本文係日人荒川秀俊論文之節譯載於本年六月之氣象集誌惟爲說明及應用上之便利起見，段落中之順序既有改易，且有由譯者所增入處。惟篇中各公式之證明，頗爲平易簡明，而不如原來理論之複雜，當然有存在之價值。至讀者若欲觀原理論則可參照 Gerl. Beitr. Z. Geophysik 27(1930)；33(1931)；35(1932)；37(1932)。

民國二十四年九月十日