論文 Memoirs.

關東地方に起りし不連續面に就て

西 村 傳 三

Investigation of the Surface of Discontinuity in Kwantô District.

By Denzô NISIMURA.

緒言 大正十三年二月八日東京府立第五中學校に於ける氣溫自記紙に數回の急變化を示した事實に對して其の原因を究めるべく藤原博士に依頼を受けて此の研究を行つた。茲に材料を提供せられた諸觀測所の方々に御厚意を深謝致します。

(1) 八日午前六時及び正午の氣象概況。午前六時の天氣圖を見るに示度 744 耗の低氣壓の中心は佐渡の北方約 200 軒の海上に在つて、一方太平洋上、小笠原附近には 760 耗の高氣壓が東から西へ舌狀形に張り出し爲めに太平洋岸一帯は比較的風力強く銚子、布良、中央氣象臺に於ては南風となり之れに反して前橋、熊谷等にては北西にて足尾、宇都宮にては殆んど無風の形であつた。併し熊谷、所澤の上空はかなり強い南西風が山脈越えに吹いて居つた事は三峯の觀測から容易に想像することが出来る。正午には日本海の低氣壓は北海道西岸に進み布良、銚子、中央氣象臺に於ける風力は朝と同様であつたが風向が西に偏し南西となつた。然るに依然熊谷、宇都宮等は風力弱く風向は沿岸地帯と全く其の狀況を異にして居つた。詳細は別表を参照せられたし。

東京に於ては午前十一時頃までは微雨があつて十一時頃から快晴十四時十五時頃には再び曇る。熊谷に於ては午前十時より午後にかけて晴、即ち關東平野は午前十一時頃から一般に快晴と云つてよい。

(2) 各所に於ける氣溫の變化

府立第五中學校に於ける氣溫は附圖(1)に示す如く午前五時半頃 6.5°C から急に三十分間に 7.5°C 上昇しそれから午前十時までに二回 5°C の急變化をなし更に十一時及び十二時に於ては約 8°C に低下し午後は次第に上昇して十六時頃最高 19°C を示して漸次溫度下る。中央氣象臺にては午前二時 7°C を示し七時半頃までは著しき變化なく其の時 17°C から急に降下して十時には 10°C となる。十一時頃から上昇始まり十四時半頃最高 18.5°C を示して其の後次第に低下した。品川に於ては午前二時に 8°C を示し次第に上昇して正午頃最高 20°C となり急激に 6°C 低下

し十四時までに尙僅かな變化を伴つて次第に降下の形式に變はる。

第一圖 (圖中三峯の部にて 15 の横線は 10 を 10 の横線は 5 を示す)

第二圖

横須賀にては夜半に 10°C を示し品川と殆んど同じ形式をとつて上昇をなせしも著しき變化を示すことなく十四時及び十六時頃最高 20°C を示し次第に低下した。

三峯に於ては夜半及び二時頃は 0°C 附近を示し四時頃には 7.5°C となり急に其の時 2°C に降り五時には再び 8.5°C に達し七時頃約 5°C の低下を示し多少の不規則的變化を伴つて十三時頃最高約 14°C に達して次第に低下した。(當地は海拔1116米)

柿岡に於ては三時頃 7°C を示し急に 3°C 上昇しそれより九時頃には 15.5°C となり十時には 13°C を示し次第に上昇して十三時頃最高 19.5°C に達して漸次降下の狀況を示した。

筑波山にては二時に 7°C を示し六時には 9.5°C 十三時に最高 10°C を示し著しき變化なきも記象は三峯と大體同形式のものである、水戸に於ては八時急に 6°C から

12°C に上昇し十時に 13°C 正午に 12°C となり變化僅少なるも中央氣象臺の記象に似た形式であつて十四時最高 17°C を示し其れより漸次降下した。

高層氣象臺(館野)に於ては五時には 11°C 五時半には 8°C に降下し二十分間程に 6°C 急變し六時には 14°C を示し九時半頃まで殆んど變化なく其時から急に低下し十時半及び十一時には 8°C となり次第に上昇して十四時頃 18°C 附近に達して次第に降下した。以上は太平洋上の暖氣流の作用を受けたと想像し得らるゝ個所に就いて述べた。然るに以下に述べるのは上記に比して比較的低温であつたと思ひ得るもので即ち第一圖に示す如く熊谷に於ては殆んど全く急變化なく午前八時も夜半も同温度にて其の時刻から次第に上昇し十四時に最高 19.5°C に達した、青梅に於ては夜半から八時頃までは殆んど 7.5°C 内外を示し熊谷と同様の形式である所澤にても青梅と殆んど同一の形式である。

(3) 各所に於ける風力風向及び氣壓。各所に於ける風力風向は別表に掲げて説明を略する。次に氣壓に關しては各所共大體に於て午後一時前後最低氣壓を示し中央氣象臺に於ては午前六時に 752.6 耗から漸次低下して午後一時には最低氣壓 747.2 耗となり其時刻から次第に上昇した。府立第五中學校の代り附近の西ヶ原農事試験場の記象を用ひた。之れによれば西ヶ原にては午前六時 752.5 耗から次第に低下し午後一時頃最低 747 耗に達し午前八時頃傾度に多少の變化を示した。熊谷にては午前六時 750.7 耗より目立つた變化なく漸次降下し午後二時頃 746.1 耗に達し次第に上昇した。午前六時及び正午に於ける太平洋沿岸の氣壓傾度を見るに次の如くである。

	午前六時		正 午
八 丈	757.2	) 3.7	753.6
布 良	753.5		748.5
		) 1	) 1.5
氣 象 臺	752.5		7 47.0

即ち午前六時に於ける氣壓傾度より正午には大となり正午頃には太平洋上の暖氣流は強く陸地に吹き込んだと考へられる。

(4) 不連續面。第三圖に示した風の配布狀況から考へれば明らかに中央氣象臺と西ヶ原間に不連續線が存在し館野水戸及び横須賀は暖氣流の域となり熊谷所澤の山によつた低地には寒冷氣流に包まれて居ることは確定し得ると思ふ。而して三峯山に於ける觀測から判斷すれば此處では概ね暖氣流の作用を受け午前四時及び九時頃 4, 5°C の急變はたしかに現れたが山麓の地域即ち青梅及び熊谷、所澤よりは實に午前六時頃 4°C 程の高温度を示した。此の三峯山一ヶ所の觀測から直ち

に不連續面を決定するのは早計かも知れないが、太平洋沿岸の觀測即ち横須賀布良銚子及び氣象臺のものと綜合して考へれば、不連續線は東京及び館野を横斷する直線で三峯山(1116米)内外の高さにある傾斜面は所澤熊谷地方の上空に懸つて居ると想像することが出來やう。但し不連續線は風の強さ及び方向並に地形等の影響もあるから圖に示した様な直線ではないであらう。又不連續面も東京及び館野地方から秩父山系に橋渡になつた平面でなからうが大體の形勢を議論する上に於ては以上の複雑した形のものを直線及び平面と見倣して數式にかけて此の不規則な氣溫の急變化の理由の概略を究めんと思ふ。

(5) 氣溫の急變を起せし原因 府立第五中學校の氣溫の氣象を見れば午前六時四

第 三 圖

十分頃と午前八時前と十一時に最低氣溫を示して居る。此等の最低氣溫の内前の二回は平野に於ける諸觀測所の記象には明瞭に出て居ない氣象臺のにも心持ある

やうに思はれるが左様にはつきりとはしてゐない。然るに十一時の最低は氣象臺、館野及び水戸、横須賀に於ては同時刻に明瞭に記象紙に出た。所が柿岡では館野より一時間前に最低が起つてゐて水戸では館野より約一時間程遅れてゐる此點から大體不連續線が此の時刻には其の垂直の方向へ約 2米/秒 の速度であることが豫想せられる。(第二圖参照)

此の事件と氣象臺及館野とで同一時刻に最低を示した事だけで大體不連續線は此の區域では直線形を取つて北西から南東に移動せんとする形勢を示し午後二時頃からは動搖なく通過したらしい。蓋し午前中は不連續線の速度は増減して僅かの區域を行つたり來たりしたと見做すことが出来る。何となれば此の日は所澤及び西ヶ原方面は海岸地方に比して風力弱く即冷氣流域は一般に風力が弱かつた。之れに反して暖氣流は五六倍乃至十倍程の速度を以て斜に吹き込み其の爲め前線部に於ける冷氣流は或る時は強く或る時は弱く抵抗さるゝと諸共に暖氣流に伴つてずり昇る作用に由つて此の不連續線が前後に移動なしたと考へ得る。其の結果冷氣流の張り出した時に急に氣溫が低下して所澤方面と略々同溫になり退いて再び上昇せし現象に外ならない。

歐米に於ても不連續線に就いての研究は現今盛んに行はれて居るが茲に述べる様な複雑な現象(即ち第五中學校の記象)の實例は未だ發表されたことがない様に思ふ。又理論上に於てもノルエーのビヤクネスは冷前線の進行は冷氣流域に於ける等壓線に平行に動くものであると云つて居る。茲に掲げた如く陸地の影響か或は他の或る原因によつて冷前線が或は進み或は退くと云つた様な移動の仕方をなす場合もあることを公にして氣象學の研究題目とならば幸である。兎に角其の退

く機巧は今私は確定的には知らないが又茲で其れを研究するのではないから他日に譲ることにして不連續線が一定方向に進退したものと判斷すれば以上の氣溫の數回の急變化の説明がつくと思つたから次に述る如な荒らつぽい計算をやつて大體の結果を發表しやう。
(6) 不連續線の式 今直交座標の原點を中央氣象臺と西ヶ原との間にとり上述の不連續線に平行に y -軸、之れに垂直に x -軸及び地面に上方へ z 軸を

とる。次に地球の角速度 ω を考へこれの三軸の方向への分角速度を夫々 ω_x ω_y ω_z とすれば

$$\omega_x = -\omega \cos \lambda \cos \alpha$$

$$\omega_y = \omega \cos \lambda \sin \alpha$$

$$\omega_z = \omega \sin \lambda$$

茲に λ は東京の緯度即ち $35^\circ 41'$ であつて α は東西の方向と y 軸のなす角である而して此の廻轉座標軸に關する空氣の微小部分の分速度を u v w にて表せば運動の方程式は次の如くである。

$$(1) \quad \begin{cases} \frac{Du}{Dt} + 2(w\omega \cos \lambda \sin \alpha - v\omega \sin \lambda) = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \\ \frac{Dv}{Dt} + 2(w\omega \cos \lambda \sin \alpha + u\omega \sin \lambda) = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \\ \frac{Dw}{Dt} - 2(u\omega \cos \lambda \sin \alpha + v\omega \cos \lambda \cos \alpha) = g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} \end{cases}$$

茲に g は重力による加速度、 p は氣壓、 ρ は空氣の密度である。又 $\frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial}{\partial y} \frac{dy}{dt} + \frac{\partial}{\partial z} \frac{dz}{dt}$ を表す略號である。

私は茲に上昇速度 w に就ての材料を持たないから議論することを略する爲め、(事實上は大切な要素ではあるが) w が uv に比べて極めて小さい場合を考へて數式にかけて見る。然らば假定によつて (1)式は次の如く書換へられる。

$$(2) \quad \begin{cases} \frac{Du}{Dt} - 2v\omega \sin \lambda = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \\ \frac{Dv}{Dt} + 2u\omega \sin \lambda = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \\ \frac{Dw}{Dt} - 2(u\omega \cos \lambda \sin \alpha + v\omega \cos \lambda \cos \alpha) = g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} \end{cases}$$

次に不連續面の方程式を

$$(3) \quad f(x, y, z, t) = 0$$

なる式にて表はす。

此の不連續面の上部に於ける氣壓を p_1 密度を ρ_1 速度を u_1 v_1 w_1 にて表はし下部に於けるこれらを夫々 p_2 ρ_2 u_2 v_2 w_2 にて表す。

然るに此の不連續面上では $p_1 = p_2$ でなければならない。所が p_1 p_2 は xyz t の連續函數であるから次の微分が可能である。

$$dp_1 = \frac{\partial p_1}{\partial t} dt + \frac{\partial p_1}{\partial x} dx + \frac{\partial p_1}{\partial y} dy + \frac{\partial p_1}{\partial z} dz$$

$$dp_2 = \frac{\partial p_2}{\partial t} dt + \frac{\partial p_2}{\partial x} dx + \frac{\partial p_2}{\partial y} dy + \frac{\partial p_2}{\partial z} dz$$

不連續面上に於ては $d(p_1 - p_2) = 0$

$$\begin{aligned} \text{即ち } \left(\frac{\partial p_1}{\partial t} - \frac{\partial p_2}{\partial t} \right) dt + \left(\frac{\partial p_1}{\partial x} - \frac{\partial p_2}{\partial x} \right) dx + \left(\frac{\partial p_1}{\partial y} - \frac{\partial p_2}{\partial y} \right) dy \\ + \left(\frac{\partial p_1}{\partial z} - \frac{\partial p_2}{\partial z} \right) dz = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

又 (3) の式を $xyzt$ に關して微分すれば

$$\frac{\partial f}{\partial t} dt + \frac{\partial f}{\partial x} dx + \frac{\partial f}{\partial y} dy + \frac{\partial f}{\partial z} dz = 0 \quad (5)$$

を得る(4)及び(5)の式から

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{\partial p_1}{\partial t} - \frac{\partial p_2}{\partial t}, \quad \frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial p_1}{\partial x} - \frac{\partial p_2}{\partial x}, \quad \frac{\partial f}{\partial y} = \frac{\partial p_1}{\partial y} - \frac{\partial p_2}{\partial y}, \quad \frac{\partial f}{\partial z} = \frac{\partial p_1}{\partial z} - \frac{\partial p_2}{\partial z}$$

上の結果を用ひて不連續線の x 軸の方向に於ける速度 U を表せば

$$U = \frac{dx}{dt} = - \frac{\frac{\partial f}{\partial t}}{\frac{\partial f}{\partial x}} = - \frac{\left(\frac{\partial p_1}{\partial t} - \frac{\partial p_2}{\partial t} \right)}{\frac{\partial p_1}{\partial x} - \frac{\partial p_2}{\partial x}}$$

或は (2) の式から

$$U = \frac{- \left(\frac{\partial p_1}{\partial t} - \frac{\partial p_2}{\partial t} \right)}{\rho_1 \left(\frac{Du}{Dt} - 2v_1 \omega \sin \lambda \right) - \rho_2 \left(\frac{Du_2}{Dt} - 2v_2 \omega \sin \lambda \right)} \quad (6)$$

即ち此れが不連續線の垂直速度を與へる式である。但し直線に平行の分速度は考へない。

(7) 不連續線の速度の式の適用。先中央氣象臺、西ヶ原(第五中學校の代り)所澤、品川の四箇所について毎時の二十分間の平均風速度即ち uvw 及び平均加速度 $\frac{\partial u}{\partial t}, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}$ 及び $\frac{\partial v}{\partial t}, \frac{\partial v}{\partial x}, \frac{\partial v}{\partial y}$ を計算した $\frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial v}{\partial x}$ 等を出すには一方は氣象臺と品川をとり他の方は西ヶ原と所澤をとつた次に ρ は完全氣體の式を用ひて計算し $\frac{\partial p}{\partial t}$ は甚だ不完全であるが西ヶ原の方はリシヤールの自記紙で出来るだけ精密に讀取つて三十分間の平均の變る割合を出した。氣象臺のはスプリングの自記紙であつたから前とは正確であると思ふ。此の邊が自然現象の複雑に引きかへ自記紙が不揃で不完全は止むを得ない。計算の結果午前五時から午後二時に至る毎時の不連續線の垂直速度は次の如くである。

	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
U%	+0.5	-0.05	-0.03	+0.67	-0.1	+2.3	0	+1.0	-0.02	-3.2.

此の結果から見れば午前五時八時十時及び正午には北西から南東に移動し他の場合には逆行したことが知られる。元より上昇速度を省略したこと、リシヤールの一週間巻の自記紙で氣壓の變化を出したので此點が甚だ亂暴であるが大體に於て前に述べた如く午前十時頃に於ける柿岡館野水戸の記象紙で得た變化の有様とかなりまでは一致して居る。 中央氣象臺に於て 大正十五年一月

大正十三年二月八日一時ヨリ二十二時ニ至ル

風 速 及 風 向

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
横 須 賀	m	8.8	8.7	5.9	14.6	14.3	9.6	13.1	8.8	11.2	13.0
	sec.	SSW	"	"	"	"	s	"	"	"	SSW
品 川	0	0	2.0	5.1	5.3	7.3	8.3	9.6	11.3	9.5	7.6
	—	SSW	"	W	s	W	"	s	"	SSW	"
氣 象 臺	0.0	0.7	0.56	5.6	6.1	8.6	8.6	12.8	10.0	8.6	1.1
	ESE	SSE	NE	s	SSE	s	"	"	"	"	NNE
西ヶ原	—	—	—	1.4	0.4	2.3	2.2	10.5	7.9	1.5	1.6
	—	—	—	NW	SE	W	"	NNW	"	NW	NE
館 野	0.9	1.1	0.2	1.7	4.3	4.0	7.6	10.1	11.9	5.25	1.6
	s	NE	E	"	SW	s	"	"	"	W	"
筑 波	9.4	7.3	7.6	7.0	7.9	5.8	7.3	6.0	10.1	11.1	12.1
	—	ESE	E	"	SSW	SW	N	"	"	"	SSW
熊 谷	5.8	5.9	7.0	7.8	7.2	9.0	10.1	9.5	8.7	9.8	5.5
	WNW	"	"	NW	WNW	"	"	W	"	WSW	SSW
三 峯	4.6	6.1	8.5	14.6	10.5	13.4	16.9	5.7	7.5	15.4	14.1
	SE	"	"	"	s	"	"	"	"	"	SW
所 澤	0.7	0.7	0.1	1.1	1.1	1.1	0.1	1.4	2.8	1.1	1.0
	N	"	"	NE	NNE	N	"	"	NNW	N	"
水 戸	0.8	0.5	0.2	0.6	1.1	0.5	1.6	4.7	5.3	7.9	5.1
	—	—	—	—	—	W	"	SW	"	SSW	"
氣 壓 700+											
氣 象 臺	—	—	—	—	5.34	52.6	51.4	46.7	49.8	49.1	48.8
西ヶ原	—	—	—	—	5.22	51.5	50.5	48.3	48.0	47.9	47.5
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
横 須 賀	9.3	9.6	8.0	8.2	4.5	7.3	9.2	7.0	12.8	1.6	2.0
	WSW	"	W	"	"	N	"	"	"	"	SE
品 川	3.8	4.6	2.2	2.4	1.4	8.8	8.5	9.2	6.9	6.4	—
	"	"	NW	N	NW	"	"	"	"	W	—
氣 象 臺	1.1	1.7	3.9	0	11.1	12.2	13.9	13.3	10.1	10.0	—
	N	NNW	NNE	ENE	NNW	"	N	NNW	N	NNW	—

西ヶ原	1.8	2.3	2.2	1.0	8.2	12.6	5.5	5.3	4.8	—	—
	NNW	NW	"	"	WNW	W	"	—	—	—	—
館野	1.5	3.4	5.7	7.0	11.5	13.9	11.7	8.8	7.2	15.1	—
	W	NNW	SSW	N	"	"	"	"	"	NNE	—
筑波	11.1	12.1	10.7	7.7	8.1	13.2	14.6	16.3	10.2	11.4	8.9
	N	SW	N	"	"	"	"	"	"	"	"
熊谷	4.5	2.0	2.4	2.5	3.2	1.6	3.2	1.3	0.8	0.1	0.2
	SE	SSE	"	ESE	"	NNE	NE	N	"	WNW	"
三峯	15.4	14.1	16.3	8.4	6.6	—	—	—	—	—	—
	"	NE	NW	N	NE	—	—	—	—	—	—
所澤	1.0	1.0	1.4	2.1	2.1	7.0	7.0	5.2	3.8	4.2	4.2
	NNE	N	"	NNW	"	"	"	"	N	"	"
水戸	4.8	3.7	7.5	4.0	9.6	8.0	5.7	4.0	3.5	1.8	2.2
	"	N	"	NNE	S	NW	"	"	"	"	"
氣 壓 700+											
氣象臺	47.4	47.2	48.1								
西ヶ原	46.1	45.7	46.0								

津の地中溫度に就て (抄録)

矢 崎 習 吉

Some Results obtained from Observations of Earth Temperatures at Tu.

By Syukiti YAZAKI.

此の論文は大正十三年迄の二十五箇年間の地面及深さ 0.3^m , 1.0^m , 3.0^m の地中溫度の觀測に基づきこれ等種々の状態を明かにしたもので、明治四十一年末現在地に移轉したので間々その前後の價を比較した箇所がある。第一表はこの月別累年平均溫度及びその極度である。

第 一 表

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年	高 溫度	極 起 日	低 溫度	極 起 日
氣 溫	4.1	4.4	7.0	12.6	16.8	21.2	25.3	26.2	22.6	16.5	11.1	6.3	14.5	—	—	—	—
地 表	4.3	5.5	9.2	15.5	20.3	24.4	28.9	30.4	25.4	18.5	11.9	6.2	16.7	61.3	大正 6 VII 26	-3.1	明治 30 XII 24
深さ 0.3^m	5.5	5.9	8.8	14.2	18.4	22.4	26.6	28.3	25.1	19.1	13.2	7.8	16.3	37.7	大正 6 VIII 26	1.8	明治 36 I 27
深さ 1.0^m	9.4	8.6	9.7	12.9	16.4	19.7	23.0	25.5	24.6	20.9	16.7	12.2	16.6	29.5	明治 37 VIII 17 同 38 VII 22	6.9	明治 37 I 29 同 39 II 16 同 40 II 20
深さ 3.0^m	16.0	14.2	13.1	12.8	13.5	14.9	16.9	18.8	20.2	20.6	19.6	17.9	16.5	23.6	明治 37 X 18	11.2	明治 38 IV 24

地中溫度の調和分析 次に上表に基づいて調和分析を行ひ

$$T = M + a_1 \sin(x + A_1) + a_2 \sin(2x + A_2) + a_3 \sin(3x + A_3) + a_4 \sin(4x + A_4).$$

の各常數を決定したるもの次表の如し。