氣 象 集 誌

第 二 輯 第 十 一 卷 第 十 二 號

論 文 Memoirs

東京に於ける大氣中の塵埃の量の變化に就いて⁽¹⁾

神 田 清

On the Variation of Dust Content of the Atmosphere
observed in the Middle Part of Tokyo.

By K. KANDA.

Abstract:—In the Central Meteorological Observatory of Japan in Tokyo (ϕ 35° 41' N, λ 139° 46' E) the registration of direct solar radiation had been in the regular program of observations in the interval between January 1930 and April 1932. In the present report, the variation of the dust content of the atmosphere in the middle part of Tokyo is studied statistically using the method given by A. Ångström (Geografiska Annaler Bd. 12, s. 130, 1930).

The maximum and minimum values of monthly means of the amount of dust content β were occurred in July and February respectively. As for the diurnal variation no conspicuous change was perceived, although in the morning of summer months the dust content were larger than those of the afternoon. In the morning of winter months, on the contrary, the values of β were smaller than those of afternoon. It is worth to be remarked that the dust content, in general, varies with the velocity and direction of wind, and the relation seems to be especially prominent in the case of northerly wind with velocity of more than 5 m/sec.

1. 緒 言

中央氣象臺に於ては昭和 5 年 1 月下旬以來連續的に Gorchynski 式日射計に依つて直達日射の自記觀測を行ひ去る昭和 7 年 4 月中旬迄之を續行した (7 年 4 月以後は器械の修理の爲觀測を見合はせてゐるが間もなく調整成り、觀測再開始の運びとなる筈である)。その觀測結果は毎月「氣象要覽」に要點を發表し、又詳細は「日射觀測成績」⁽²⁾中に他の器械に依る日射觀測と共に發表されてゐる。

(1) 中央氣象臺彙報。

(2) 中央氣象臺：日射觀測成績 (Actinometric Bulletin) No. 1-9, 1930-32.

これ等の材料に依る日射の統計的調査については著者⁽¹⁾が嘗て氣象集誌に發表したことがあつた。然しその時は觀測材料が僅かに一年間しかなく、又統計方法にも種々不備な點があつたので、こゝで昭和 5 年 2 月から昭和 7 年 1 月迄の材料によつて多少違つた方法に依つて調査を試みることにした。以下調査した結果の中主なもの二三を示し多少説明を加へることにする。

2. Ångström の 溷濁係數

前論文に於ては著者は大氣の溷濁度を表はすのに Linke の溷濁係數⁽²⁾ (彼の溷濁係數計算法に關する最初の論文の計算方法によるもの) を用ひたが、同氏の計算方式には二三の難點があり Feussner 及び Dubois⁽³⁾ 等によつて計算法が改良せられてゐる。一方著者が前報告を出す少し以前 A. Ångström⁽⁴⁾ は純粹大氣並に水蒸氣に依る日射減衰を除き大氣中の塵埃に依る減衰の計算方法を發表した。今 λ を波長, q を不純物を含まない場合の大氣透過率とすれば、海面に於ては

$$I+F=\int_0^{\infty} I_{0\lambda} q^{\sec z} e^{-\frac{\beta}{\lambda^{\alpha}} \sec z} d\lambda$$

なる式が成立つ。こゝに I 及び F は日射の觀測値及び水蒸氣に依る日射の減衰の量, λ は波長, q は不純物の全くない場合の大氣透過率であり、又 α (塵埃の有効直徑を示す) 及び β (塵埃の量を表はす) が所謂溷濁係數である。

Ångström は日射觀測によつて β の量を求める種々の方法を掲げてゐるが、その中で普通の直達全日射量の觀測から求める場合には e_0 を觀測地の水蒸氣張力とすると統計的に

$$F=0.10+0.054 e_0 \sec z$$

なる關係があることを利用して $I+F$ を知り之と $\sec z$ とから monogram に依つて β を得るといふ方法を示してゐる。尙 Ångström⁽⁴⁾ はこの計算に於ては α は特に天空溷濁の場合 (例へば火山の爆發) 等を除いては殆んど一定で凡そ 1.3 となるといふ事實を示し従つて常に $\alpha=1.3$ と假定することにしてゐる。

上記の F 及び α の値に關する假定を設けることは Ångström の溷濁係數に於ける弱點である。先づ F の式は Fowle⁽⁵⁾ 等が Mt. Wilson 等で行つた結果出した實驗式で、之

(1) 神田清: 氣象集誌, 第二輯, 第九卷, 第十二號, 昭和六年。

(2) Linke: Beiträge zur Physik d. freien Atm. Bd. X s. 91, 1922.

(3) Feussner u. Dubois: Gerlands Beiträge zur Geoph. Bd. 27, s. 132, 1930.

(4) Ångström: Geografiska annaler. Bd. 12, s. 130, 1930. (氣象集誌, 第 9 卷, 第 6 號に概要が紹介されてゐる)。

(5) Fowle: Annals, Smithsonian Institution, Vol. 1-5.

が總ての土地に當てはまるか否かは多少疑はしく、又 F の式は多數の値の平均から求めたものであるから一つ一つの場合については多少の差違のある筈である。 α を 1.3 と置くことについても同様な疑問が起きる。例へば Linke 及び Borne⁽¹⁾ は α の値の不變性を研究してゐるが、兩氏の得た結果に依ると α の値は土地が異なれば勿論、土地が同一でも時によりかなりの異動があることを指摘してゐる。

以上の如く直達全日射量のみによる β の計算には種々の難點が無いでもないが、Ångström の論文發表後この方式に依つて日射觀測の結果を整理したものは餘り見當らない様なので試みにこの方法に依つて日射觀測を統計してみることにした。

3. 潤濁係数の年變化

順序として Ångström の潤濁係数の年變化について調べ、前報告⁽²⁾ と比較してゐることとする。先づ各月の毎時刻の潤濁係数の平均値を $\sec z < 3.00$ の場合につき掲げれば第一表の如くである。

第一表の中午前とは朝から 12 時迄各時の平均であり、午後とあるのは 12 時から夕方

第 1 表 潤濁係数の平均値

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	平 均		
												午 前	午 後	全 部
I			·095	·085	·106	·114	·109	·100				·100	·108	·103
II			·085	·074	·088	·096	·100	·095	·099			·086	·098	·091
III		·096	·113	·111	·101	·129	·139	·127	·131	·115		·110	·132	·118
IV	·104	·132	·152	·197	·181	·177	·187	·160	·153	·149		·157	·165	·159
V	·207	·171	·185	·189	·193	·178	·178	·191	·154	·158		·187	·172	·180
VI	·131	·162	·178	·183	·220	·212	·209	·191	·204	·159	·122	·181	·183	·179
VII	·223	·211	·232	·200	·280	·194	·174	·175	·191	·143		·123	·169	·195
VIII	·056	·156	·145	·167	·158	·137	·138	·137	·129	·097		·137	·127	·132
IX		·110	·129	·126	·135	·137	·132	·127	·118			·125	·121	·123
X		·098	·102	·112	·127	·110	·101	·107	·093			·110	·103	·106
XI			·113	·106	·118	·111	·125	·122				·112	·119	·116
XII			·103	·125	·138	·134	·136	·133				·125	·134	·128
春		·133	·150	·166	·158	·161	·167	·159	·146	·141		·154	·155	·153
夏	·137	·176	·185	·183	·219	·181	·174	·167	·165	·133		·180	·163	·172
秋			·115	·115	·127	·116	·119	·119				·118	·118	·118
冬			·094	·095	·111	·115	·115	·109				·104	·113	·106

(1) Linke u. Borne: Gerlands Beiträge zur Geoph. 37, s. 49, 1932.

(2) 神田 清: 氣象集誌. 第二輯, 第九卷, 第十二號, 昭和六年.

までの平均である。従つて 12 時は重複して平均に用ひた。第 1 圖は之を圖示したものである。圖によつて年變化を概観すると全平均(實線)午前(鎖線)午後(破線)は何れも平行して増減して居ることが判る。1 年中では 1, 2 月が塵埃量の最小を示し 3 月に至つて急に増大し 5, 6, 7 の 3 箇月が最大値を示し 8 月以後急に小さくなる點は前報告の Linke の濁度係數の變化と良く一致してゐる然し 12 月前後は多少趣を異にし、10 月に第二極小、12 月に第二極大を示してゐる點は前報告と異なるが、之は昭和 6 年 10 月は天空の状態が異常に良く、之に反して 12 月には烟霧の日が多く天空が可なり濁つてゐたことも一因であると思ふ。

第 1 圖

Ångström⁽¹⁾は Washington, Stockholm, 及び Davos の三観測所に於ける日射観測から濁度係數の年變化を示してゐるが、それによると極大は三箇所共 5, 6 月に起り、極少は Washington, Stockholm では 11, 12 月, Davos では 9, 10, 11 月に起つてゐる。之と前記の東京に於ける結果と比較すれば、極大の方は先づ略ぼ一致してゐるが、極小の方は東京よりも 3, 4 箇月も早い。之は日本に於ては冬期 Asia 大陸から低氣壓が來り、之が東に去ると強風が吹き出すことに起因するらしい。後にも述べる様に一般に強風の時に濁度係數が小になる傾向が明かにあるから、この様な種類の強風の少ない所謂小春日和の多い 10, 11 月の候よりも 1, 2 月の頃の方が塵埃の量が少くなるのであらう。

尙全年の平均値は 0.136 となつてゐる。Ångström は前に掲げた論文に於て β はその土地の緯度 (γ) と高さ (H) とによつて略ぼ一定であることを述べ

$$\beta = (0.040 + 0.085 \cos^2 \gamma) \cdot e^{-0.7 \cdot H \cdot 10^{-3}}$$

なる式を出してゐる。この式から β を求めると 0.096 となり前記の 0.136 はこれより遙かに大である。

4. 濁度係數の日變化

第 1 表の結果から又濁度係數の日變化も窺ふことができる。第 2 圖は各月各時刻の値を兩軸にとりそれに相當する β の値を記入し、後「等濁度線」を引いたものである。圖からも直ちに判る様に一日中には係數の値の著しい變化はないが、大體に於て 1, 2 月の午前

(1) A. Ångström: Geografiska Annaler Band 12, s. 154, 1930.

に最小値, 6 月の正午前後及び 7

月の午前に最大値を示してゐる.

次に第 1 表中の各月の午前午後

の値の平均値の差を求めれば 5

月及び 7-10 月には午前の方が濁

濁係数大で, その他の月は午後

の方が大となつてゐる. これは夏の

各月の朝は無風状態又はそれに

近い状態のために塵埃がたまる

に反して快晴の日は晝頃から南

向の風が強くなるので塵埃が吹き拂はれるものであらう. 之に反して冬の各月は朝から風

速が相當に大なのが常であるから餘り濁濁を起さず反つて午後には官廳會社等の烟や其他

人爲的のの原因に依つて天空が濁るのも原因の一つではないかと考へられる.

5. 風向, 風速と濁濁係数との關係

次に濁濁係数の値を左右する最も有力な要素である風向並に風速との關係につき一言す

る. 調査は種々の方法によつて試みてみたが第 2 表並に第 3 圖に掲げるものは各季節に

於ける主風向である偏北風 (NNW, N, NNE) 及び偏南風 (SE, SSE, S) の二つに分ち, 又

風速を毎秒米毎にとつて濁濁係数の値を求めてみた. 第 3 圖中の符號は春○, 夏△, 秋●,

冬×である.

第 3 圖 偏 北 風 偏 南 風

第 3 圖を一覽すれば判る

様に何れの場合に於ても大

體に於て風速が増すに従つ

て β の値が減する傾向が

あることが知れる. 特にこ

の關係は偏北風の時に著し

く現はれてゐて, この場合

には第 3 圖からも知れる様

に 5 m/sec の風速までは β

の値は速度の増加と共に急激に減じて居る. 尙 5 m/sec 以上の場合に於ては風速の増加に

伴つて著しい β の値の變化を見ず, 且各季節の値が極めてよく一致して居り, 同一風速度

に對して三季節 (又は二季節) の β の計算値の差が 0.007 を越えるものはない. これは

第 2 表 季節、風向、風速別天空潤濁度の平均値

風速 (米/秒)	偏 北 風						偏 南 風					
	春		秋		冬		春		夏		秋	
	β	n	β	n	β	n	β	n	β	n	β	n
1	....	..	·172	5	·163	12	·162	10	....	..	....	..
2	·171	16	·141	17	·157	38	·185	14	....	..	·152	10
3	·142	20	·113	45	·132	33	·213	39	·223	34	·136	19
4	·123	12	·108	39	·115	31	·220	42	·157	54	·164	17
5	·072	9	·075	28	·077	21	·182	30	·126	44	·143	8
6	·075	20	·081	17	·080	17	·172	20	·120	43	·077	5
7	·084	24	·083	17	·077	19	·144	24	·131	26	....	..
8	·076	18	....	..	·078	18	·138	11	·132	12	....	..
9	·074	21	....	..	·076	16	·141	9	....	..	....	..
10	·052	7	....	..	·050	5	...	..	....	..	....	..

偏北風 5 m/sec 以上の場合には天空の塵埃に依る潤濁度は主として風速のみの函数であることを示すもので注目に値する事實である。之に反して偏南風の場合には風速が同じでも季節によつてかなり β の値を異にしてゐる。

以上の事實の説明として暫定的ではあるが下の様な説明が合理的である様に思ふ。即ち秋、冬、春の候晴天で 5 m/sec 以上の風速のある場合は多くは地方的の風ではなく、支那大陸から押出される低氣壓に伴ふ規模の大きいものであるから、その風の履歴が殆んど一致してゐるので、従つて天空の塵埃に依る潤濁の度合も一致して來るのであらう（東京の市街を包む塵煙もこの程度の風によつて他に持ち運ばれる爲にこの種の風が吹く場合には潤濁度には餘り影響を及ぼさないのであらう）。又偏南風の場合には之と異なり、恐らく (1) 季節風としての南風の他に (2) 海風の場合と (3) 颱風が日本海又はシベリア沿海を通る時に吹く風の場合等を擧げることができ、従つて同速度の風でも履歴を異にすることによつて潤濁を齎す程度も違つてくるのであらうと思はれる。

關口先生⁽¹⁾は一昨年東京及び千葉に於ける日射觀測を比較して風向と日射の大氣透過率及び減衰係数との關係を調査されたが、その結果によれば偏南風の場合には東京の日射が比較的到大で、偏北風の場合には比較的小であると云つてゐられる。併しその場合統計は 8, 9, 10 の三月に限られてゐるし、又風速を示して居られないからその儘ではこの結果を説明することはむづかしい。

(1) 關口鯉吉：氣象集誌 第二輯 第十卷 第五號 昭和七年。

又著者⁽¹⁾が Robitzsch 式日射計による東京、熊谷の日射観測を比較した結果によると、兩地の日射量の比(熊谷の日射量)/(東京の日射量)は一般に偏南風の時小で偏北風の時大になつてゐる。之も關口先生の上記の結果と一致することであるが、これについては冬期の低氣壓の影響は兩地共略ぼ等しく受けるが、熊谷が内陸であるために(偏南風の原因の一つである)海陸風の影響を受けないことも原因の一つかもしれない。

上に記したことによつて風速、風向と天空の溷濁度とは密接な關係があることがわかる。この點に就いては東京のみならず他の土地の観測資料も精査して研究調査すべき問題であらう。

6. 結 論

以上で今回の調査の結果を摘んで記したが、何分にも観測方法が單なる全輻射観測であるためとも一つは期間が僅かに2年間であるから上記の結果に大きい信賴を置くことは出來ない。然し此の方法に依る調査が他に殆んど見當らない今日この様な調査も無駄ではなからうと考へられる。大氣中の水蒸氣含有量を推定する赤色 Filter を併せ使用することによつてより正しく係數 β を求むる方法が日本各地で用ひられる日の速かならんことを期待しつつ、擲筆する。

(昭和 8, 9, 1)

港灣の深さに及ぼす主風の影響に関する研究(第一報)⁽²⁾

中 野 猿 人

An Investigation on the Effect of Prevailing Winds
on the Depth of Bays. (Ist Paper)

By M. NAKANO.

Abstract:—It is a well established fact that when winds blow from the offing towards the coast or from the coast out to the offing a vertical circulation of water is produced, and it follows as a natural consequence that the depth of shallow seas or bays may change. In this paper, is treated this subject in case of bays of moderate size, in which the effect of tidal and oceanic currents etc. is small. In Part I a discussion is made on the movement of

(1) 神田 清：氣象集誌。第二輯，第十卷，第十一號，昭和七年。

(2) 中央氣象臺彙報。