

浮遊煤塵による京浜工業地帯とその 周辺地域の大気汚染性状 (3)*

氷 見 康 二**

要旨：京浜工業地帯とその周辺地域における口紙式空気汚染計による大気中の浮遊煤塵濃度測定結果（前報）を更に考察してこの地域の浮遊煤塵の水平分布について論じた。そして前報までの結果も考慮してこの地域の浮遊煤塵による大気汚染の原因は工業地帯にあり、国際的に考えても激しいものであることがわかった。

1. 緒言

工業都市の大気汚染を論ずる場合、汚染物の水平分布を検討することは重要なことである。

著者は、前報¹⁾の京浜工業地帯とその周辺地域内5カ所で行った口紙式空気汚染計による大気中の浮遊煤塵濃度測定結果を更に分析し、この地域の浮遊煤塵の水平分布について検討した。そして更に前報^{1,2)}の結果とをあわせて考察してこの地域の浮遊煤塵による大気汚染について知見をえたので報告する。

なお大気中の汚染物の水平分布を論ずるのに適当な都市は円形がのぞましい³⁾といわれているが、著者が問題としている地域は東西約15km、南北約20kmの海面を含む区域の北西部にあり、工業地帯、市街地は前報¹⁾第2図に示したように海岸に沿って不規則に発達しているうえ、東京湾のため工業地帯に対称に測定地点を設けられなかつたので、汚染物の水平分布を論ずるのに理想的な地域といえないが、前報^{1,2)}の結果を基礎とし考察してみた。

2. 浮遊煤塵の月別水平分布と距離による浮遊煤塵濃度の減衰

(a) 月別平均水平分布

第1表は、各測定地点で同時に測定された浮遊煤塵濃度

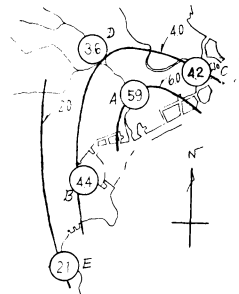
第1表 測定地点別、月別平均浮遊煤塵濃度指数

	A	B	C	D	E
8	5.9	4.4	4.2	3.6	2.1
11	10.7	9.7	8.1	5.0	4.7
2	11.2	7.4	6.7	6.1	4.5
5	6.2	4.7	4.6	3.1	1.8

* Atmospheric Pollution Due to Suspended Dust and Smoke in Keihin Industrial Area and its Suburbs (3).

** Yasuji Himi: 神奈川県工業試験所
—1961年7月13日受理—

度指数 P^1 の月平均値を示したもので、第1図に8月について等濃度指数線を求め浮遊煤塵の水平分布を示した。



第1図 8月の浮遊煤塵の水平分布

第1表、第1図から、水平分布の中心は、工業地帯にあることが理解される。そして Leicester³⁾の結果では、大気中の汚染物は楕円形に分布しているが、この場合東京湾のため毎月の水平分布は楕円を半切した扇形になった。

またこれは月によっても、後述するように気象によっても相違を生じ、暖期にA付近にある $P=6$ 程度の煤塵の浮遊は寒期にはD付近までおおうようになり、広範囲に濃い煤塵層が拡散していることがみとめられる。

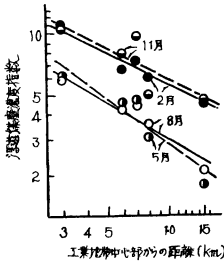
(b) 浮遊煤塵濃度の距離による減衰

第1表、第1図からこの地域の浮遊煤塵の水平分布の中心は工業地帯にあり、浮遊煤塵濃度はこれから離れると減衰することが明らかになったので、この減衰を検討するため工業地帯の中心部と考えられる川崎市南部の臨海工業地帯と各測定地点との距離 x と第1表に示した P の月平均値とを月別に対数目盛上にプロットし、第2図をえた。

第2図から $\log P$ の $\log x$ への回帰は直線的で両者は $P=C/x^m$ なる関係にあることが明らかになった。

そして最小自乗法で月別に C 、 m の値を求め、第2表

の結果をえた。なお第2表には横浜地方気象台2で測定された下層大気の温度傾度⁴⁾の月平均値 $\overline{\delta\theta/\delta z}$ を付記した。



第2図 浮遊煤塵濃度の距離による減衰

第2表 月別の C, m, $\overline{\delta\theta/\delta z}$

	8	11	2	5
C	12.3	19.5	18.8	16.1
m	0.61	0.52	0.53	0.76
$\overline{\delta\theta/\delta z}$ (°C/100m)	-1.2	0.5	0.5	-1.0

まず C の値は、ほぼ工業地帯中心部の P の月平均値を示すもので、(C は $x=1\text{km}$ の値であるが、工業地帯中心部の規模を考えるとこの値を中心部の濃度としても大きな誤りはないと思われる) 寒期にやゝ大であるが非工業地帯のような大きい変動はなく、前報¹⁾で述べたように工業地帯の汚染が定常的であることが示されている。

またこの値から考え、工業地帯中心部の浮遊煤塵濃度はかなり大きいものと思はれる。

次に m は、 $\delta\theta/\delta z > 0$ で大気が安定な寒期に小、 $\delta\theta/\delta z < 0$ で不安定な暖期に大となっており、浮遊煤塵濃度の距離による減衰率は大気安定度に影響されて変化し、寒期より暖期に大となっており、大気中の浮遊煤塵は寒期に広範囲に高濃度で停滞していることを示している。

また工業地帯中心部の P の季節の変動は小で、変動はこれから離れるに従い増加することがわかった。

そしてこのため大気汚染の種々の因子の影響がすでに述べた²⁾ ように工業地帯より非工業地帯が大となるものと考えられる。

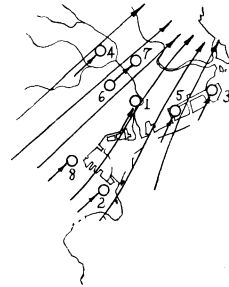
3. 浮遊煤塵の水平分布におよぼす風向の影響

汚染物の水平分布におよぼす風向の影響を検討することは、興味深いことと思われる。

さてこの地域の風向は全域にわたって一定でない⁴⁾、前報¹⁾第2図に示した1~8地点の風向より風の流線⁴⁾を考え、これと浮遊煤塵の水平分布について考察した。

a) 風の流線⁴⁾

第3図に1958年8月21日1時の各測定地点の風向と、えられた流線を示したが、流線はこのようなSW型のほか、NW, N, NE, E, SE, S, W およびこれらの複合型に分類出来る⁴⁾。



第3図 風の流線の1例
1958年8月21日1時 SW型

(b) 風の流線型別平均浮遊煤塵水平分布

第4図1~8は、前項で述べた8つの基本的な流線型別に浮遊煤塵水平分布を求めた結果を示したものである。

この場合、大気中の浮遊煤塵の拡散移動に要する時間的ずれを考慮して、2時間以上同一の風の流線が継続した時を選出し、月、時刻に関係なく、同時に測定したA~Eの浮遊煤塵濃度指数を平均し、風向別に等濃度線をえがいた。また図中矢印の方向は、風向流線の方向を示したものである。

一般に南成分の風が継続した場合、浮遊煤塵濃度は小となっているが、これは大気不安定な暖期にこの風が吹くことが多いためと考えられる^{4,5)}。

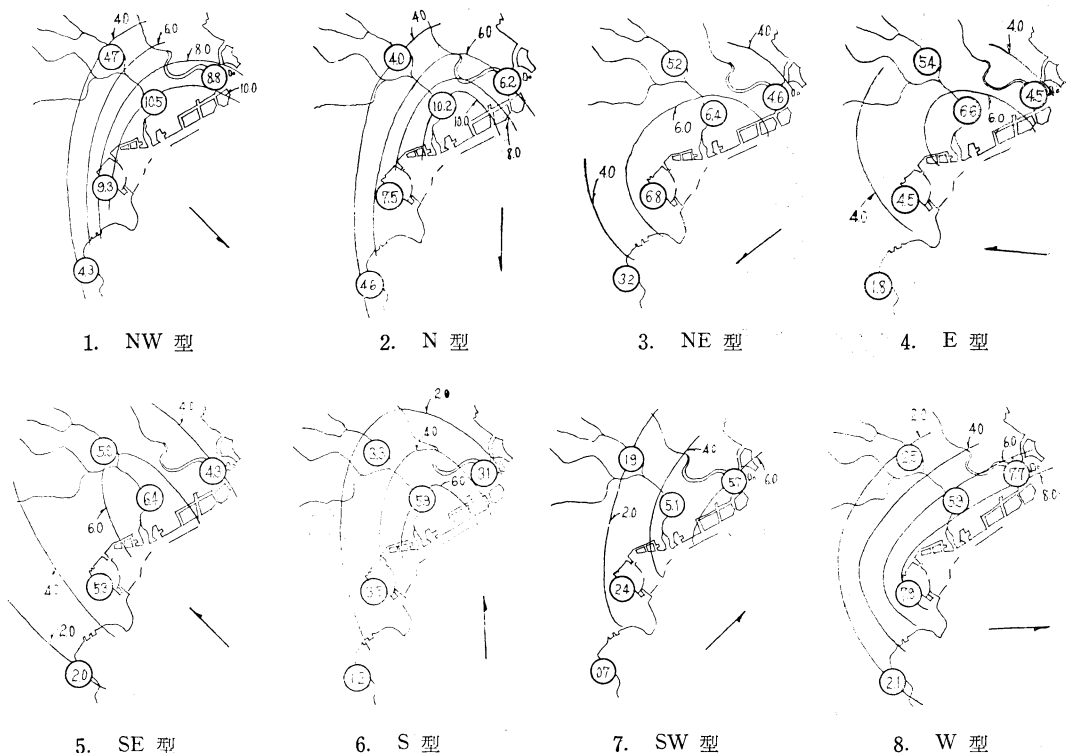
更に第4図は、風の流線の方向により大気中の浮遊煤塵は移動し、その水平分布が平均して変わってくることを示している。

すなわち N~NE の風が吹いて、横浜港、横浜市中心市街が工業地帯の風下になる¹⁾と、この付近の P は他に比較して大となり、SE~S では内陸の住宅地 D¹⁾ 付近が大きくなっていく。

また SW~W の場合は、煤塵は C 地点付近を通って東京都方面に流れていく分布の型をとっている。

そして Leicester²⁾ でもみとめられていることであるが、一般に分布の型は、工業地帯を通る風の流線の方向に一致した線を長軸とする楕円に近い型となっており、工業地帯の風下方向への距離による浮遊煤塵濃度の減衰は、風上方向のそれより緩慢となっている。

そしてこれらの事実から、この地域的浮遊煤塵の主要



第4図 風の流線型別浮遊煤塵平均水平分布

発生源は工業地帯にあって、こゝで発生した浮遊煤塵は風によって拡散移動し、風向はこの拡散移動の方向と、浮遊煤塵の水平分布の型とを支配する因子となっていることがはつきり理解出来ると考えている。

4. 浮遊煤塵の水平分布におよぼす風速の影響

浮遊煤塵の水平分布におよぼす風速の影響を検討するため、風の流線がNおよびS型の場合について横浜地方気象台の風速を <4.0, 4.0~7.9, ≥8.0 m/sec の三階級に分類し、それぞれの風の流線型、風速階級が2時間以上継続する場合を選出して、期別、風の流線型別、風速階級別に浮遊煤塵の平均水平分布を求め、第5図₁₋₄の結果をえた。

一般に <4.0m/sec の風の場合、Pは大となること、風速の増加によるPの減少は工業地帯より周辺地域が大で、Pの距離による減少率は風速小なる時より大なる時が激しいことが示されている。

すなわち風速が4.0m/sec以下になるとこの地域の大气汚染は激しくなり大气中の汚染物は広範囲に停滞するようになるのである。

5. 浮遊煤塵の水平分布におよぼす天候の影響

天候の影響を検討するため、風の流線型、風速、時刻は関係なく、期別、天候別に浮遊煤塵の平均水平分布を求め、第6図₁₋₂をえた。

この場合天候は横浜地方気象台の観測結果を用いて判断した。

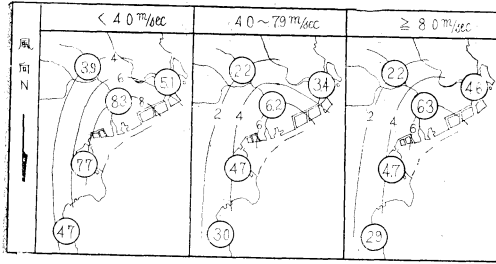
すなわち毎日3~21時に1時間毎に観測されている雲量のデータにより降雨なく雲量6以下の場合晴天、6以上の場合曇天とし、煙霧、霧は曇天に入れ、雪、にわか雨、雷雨は雨天に含めた。

そして各天候が2時間以上継続した場合のデータを選出して計算した。

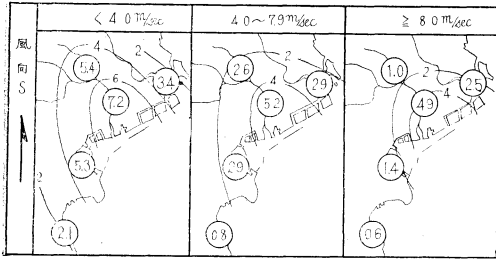
第6図より、天候は浮遊煤塵の分布の型、濃度に大きな影響を与えていないと考えられ、特に雨による浮遊煤塵の洗浄効果はみとめられない。

このことは、前報⁶⁾でも述べたが、Clayton⁷⁾らは、逆の結果をえており、このことについては検討の余地があると考えられる。

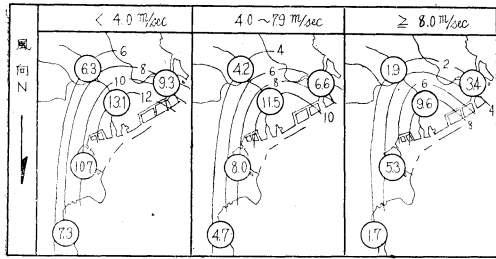
また暖期にはA地点に対する他地点の相対浮遊煤塵濃



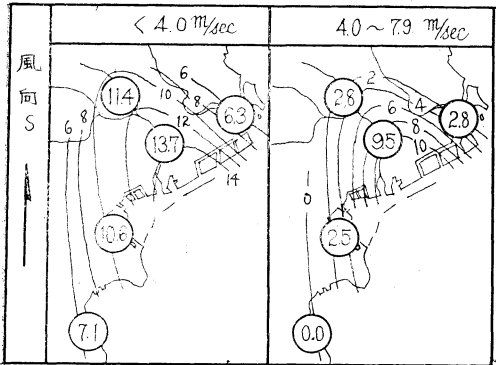
1. 暖期 N 型



2. 暖期 S 型

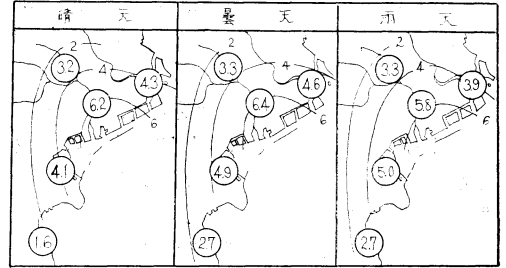


3. 寒期 N 型

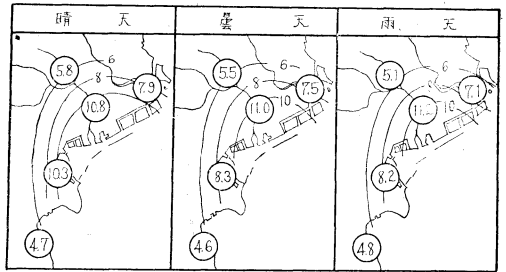


4. 寒期 S 型

第5図 期別、風の流線別、風速階級別、浮遊煤塵平均水平分布



1. 暖期



2. 寒期

第6図 期別、天候別浮遊煤塵平均水平分布

度²⁾は晴天の場合より曇天の場合に大となつているが、寒期はむしろ逆の傾向を示している。

この理由は明らかでないので今後検討したい。

6. 浮遊煤塵によるこの地域の大气汚染の特徴

以上と前報^{1,2)}によつて、京浜工業地帯とその周辺地域の浮遊煤塵による大气汚染性状について述べたが、以下その特徴について記述したいと思う。

まずこの地域の浮遊煤塵の主要発生源は工業地帯にあることは否定出来ないものと考えられる。

もちろんB地点付近の大型ビルの暖房のごとき汚染源も無視出来ないし、大气汚染の防止対策に当り、大型ビルの暖房も十分考慮の必要があらう。

しかるに Leicester³⁾における冬の煤煙の3/4は家庭から放出されており、更に英国の煤煙発生源の半分は家庭といわれている³⁾ので、この点京浜地方は事情を異にしていると考えられる。

また冬季の煤煙濃度は英国では人口の平方根に比例するといわれている³⁾が、この地域の人口は、B地点付近の横浜市中心市街地に密集しており、この意味でも英国と相違があると思われる。

そしてこの地域の大气汚染が激化するの、旺盛なる工業地帯からの汚染物の放出と、主にビル暖房の加算さ

れる寒期の週日の朝であり、気象的には朝風速が4.0m/sec以下となり大気が安定化する寒期であると考えられる^{1,2)}。

そしてこのようなとき、この地方の風向はN~NEの風が多く⁴⁾、この地域の人口密集地域と考えられる横浜市中心市街地が工業地帯の風下となり、その大気汚染の影響を受けるようになるのである。

次にこの地域の大气中の浮遊煤塵濃度を欧米諸都市のそれと比較してみよう。一般に欧米の結果はPのような相対値¹⁾でなく重量濃度Wで示されているので、前報¹⁾の(1)、(2)式のP、Wの実験的関係よりPとWを(1)式のように考え、Pの値をWに積算推定した。

$$W = 0.05 P \quad (1)$$

もちろんこの推定で生ずる誤差、彼等の測定法の相違、Wが比較する大気汚染要素として適当か否かは考慮すべきであるが、一応欧米諸都市^{8,9)}と著者のえた値とを重量濃度W mg/m³であらわし第3表をえた。

第3表 欧米諸都市と京浜地方の浮遊煤塵重量濃度 (mg/m³)

都 市 名		平均重量濃度	
Baltimore	下町	0.87	
	工業地帯	0.38	
Cincinnati	工業地帯	0.42	
	住宅地帯	0.28	
Windsor	高濃度地域	0.21	
	中 //	0.15	
	低 //	0.08	
Donora		0.74	
London		0.48	冬
Leicester		0.41	冬
		0.17	夏
京 浜	A	0.6	0.3 } 寒 0.2 } 期 0.2 } 0.2 } 0.1 } 暖 期
	B	0.5	
	C	0.4	
	D	0.3	
	E	0.2	

第3表より、A、B、C地点では、かなり高濃度の煤

塵が浮遊しているものと思われる。

そして第2表に示したCの値から工業地帯中心部の浮遊煤塵重量濃度を推定すると、寒期1.0mg/m³、暖期0.7mg/m³となり、京浜工業地帯中心部には国際的に考えても非常に高濃度の煤塵が常時浮遊しているものと考えられる。

以上により京浜工業地帯とその周辺地域の浮遊煤塵による大気汚染は、欧米諸都市に比して激しいものであることがみとめられ、これも一つの特徴と考えられる。

6. 結 語

前報^{1,2)}の測定結果を更に考察して京浜工業地帯とその周辺地域の大气中の浮遊煤塵の水平分布について論じ、前報^{1,2)}までの結果も考慮してこの地域の浮遊煤塵による大気汚染の特徴を考察した結果、この地域の浮遊煤塵による大気汚染の原因は工業地帯にあり、国際的に考えても激しいものであることがみとめられた。

終りに貴重な気象データをご提供下さった横浜地方気象台久保時夫台長、筑輪年雄課長に感謝します。

参 考 文 献

- (1) 氷見康二, 1961: 浮遊煤塵による京浜工業地帯とその周辺地域の大气汚染性状(1), 天気, 9 No.1
- (2) 氷見康二, 1961: 浮遊煤塵による京浜工業地帯とその周辺地域の大气汚染性状(2), 天気, 9 No.3
- (3) Department of Scientific and Industrial Research, 1956: Atmospheric Pollution in Leicester.
- (4) 横浜地方気象台, 1959: 京浜工業地帯の煤煙気象, 神奈川県大気汚染調査研究報告, 2, 69~104.
- (5) 氷見康二, 1960: 煤煙による京浜工業地帯の大気汚染(第5報), 日本公衆衛生雑誌, 7, 255~259.
- (6) 氷見康二, 田中 克, 尾崎良雄, 1958: 煤煙・塵埃による京浜工業地帯の空気汚染, 工業化学雑誌, 61, 531~535.
- (7) G.D. Clayton, P.M. Giever, 1955: Instrumental Measurements of Visibility in Air Pollution Studies, Anal. Chem., 27, 708~713.
- (8) P.L. Magil, F.R. Holden, C. Ackley, 1956: Air Pollution Hand Book.
- (9) 寺部本次, 1958: D.S.I.R. 大気汚染測定法.