

# 都内の風向、風速別にみた亜硫酸ガス濃度について

小口 邦子 宇田川 満 福岡 三郎  
横田 久司

## 1 はじめに

亜硫酸ガス汚染と気象要素については、すでにいろいろな角度から検討がなされ報告されている。従来は、風向別亜硫酸ガス濃度、風速別亜硫酸ガス濃度あるいは風向風速別濃度階級別発生頻度などの見方から地域的特色をとらえているものが多い<sup>1),2)</sup>。筆者らは、風配図に風速と亜硫酸ガス濃度をプロットした図を作成し、以下これを二次元汚染分布図と呼ぶ。この図を用いて季節別(夏冬)、地域別に風向風速と亜硫酸ガス濃度の分布特色を検討したので報告する。

## 2 汚染源の分布

都内の汚染分布を見ると、ばい煙発生施設の密集している大田、品川の東京湾よりから千代田、中央の都心地域及び江東、荒川工業地帯は、都内でもっとも汚染されている。大気汚染防止法の対象施設となっているばい煙発生施設の分布をみると、対象施設の91%がボイラーで、千代田、中央、港、新宿、渋谷、豊島の6区にその大部分が存在し、暖房用として使われている。また製鋼用電気炉は、江東、大田、足立の3区で74%も占め、ボイラー以外は工業地域に集中している。次に広域的な汚染源となりうる高煙突(地上70m以上)の分布を「公害と東京都」p. 277の図を参照してみると、都内に19本、隣接する川崎で13本、横浜で9本と合計41本ある。そのうち都内の内訳は江東、中央、港区の海岸ぞいに11本、千代田区に4本となっている。

以上、汚染源の分布の概要をしめたので、次に汚染質の運搬や拡散に影響のおよぼしている因子として重要な風向、風速の都内における傾向をみると、夏の主風向はS~SSW、冬の主風向はN~NNWである。なお出現頻度の高い風速は地域差があるが、亜硫酸ガス高濃度の発生時に、風速1.6~3.3m/sの出現率が約60%となっ

ている。

参考として、糞谷、国設東京測定所、城東測定室について、風向別風速階級出現頻度をもとめたところ表1のようになった。

実際、発生源の影響が各地域にどのように現われているかを二次元汚染図を作成し検討してみたい。

## 3 二次元汚染図の作り方

風向は16方位を用い、風速は以下のように10段階に分けた。(0~0.3m/sをCalm, 0.4~0.9m/s, 1.0~1.9m/s, 2.0~2.9m/s, 3.0~3.9m/s, 4.0~4.9m/s, 5.0~5.9m/s, 6.0~6.9m/s, 7.0~7.9m/s, 8.0m/s以上)

次に、亜硫酸ガス濃度(1時間平均値)を風向風速の各ランク毎に資料として入れ、その合計を出現回数で割って算術平均を求めた。この数値を図1に示すように、対応する風向風速のランクにプロットし、等濃度線を用いて図を作成した。

(注)1 夏期は、1968年6月~8月。冬期は1968年12月~69年2月とし、常時測定室の資料を用いた。

2 都庁前、世田谷測定室の気象は、東京管区気象台のものを使用した。

3 都庁前、世田谷の冬期資料は、データ整理の都合上1967年12月~68年2月を用いた。

## 4 季節別各地域の汚染状況

(1) 夏季の各地の汚染状態

ア 測定室別の特質

(イ) 都庁前測定室(図1参照)

3pphm以上の濃度は、S成分の風向では8m/sにまで広がっているが、N成分の風では3m/s以上では存在しない。さらに細かく見ると、S成分でも特にSE~SSE

表1 風向別風速階級出現頻度

1-1 梶谷測定室(夏)

(注) Calmは0~0.3m/s, +は0.05%以下

風速m/s \ 風向	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	C
0.4~0.9	0.9	0.4	0.7	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.3	+	0.1	+	0.8	0.1	0.3	0.1	13.5%
1.0~1.9	2.5	0.4	0.9	0.4	2.0	0.5	1.1	0.3	1.3	0.4	0.6	0.1	1.3	0.8	3.5	0.7	
2.0~2.9	1.8	0.1	0.1		1.5	0.6	1.8	0.5	3.1	1.0	2.2	0.6	2.8	1.2	7.0	1.1	
3.0~3.9	0.2	+			1.1	0.2	0.6	0.5	1.8	0.6	1.2	0.2	1.8	1.2	5.7	0.5	
4.0~4.9	0.3	+			0.5	0.3	0.5	0.3	0.9	0.4	1.1	0.1	1.2	1.1	5.7	0.8	
5.0~5.9	0.2	+			0.3		+		0.3	0.1	0.1		0.3	0.5	3.7	0.5	
6.0~6.9	0.1				0.1								0.2	0.2	1.6	0.4	
7.0~7.9													0.1		0.5	0.2	
8.0~	+					+							0.1	+	1.1	0.3	

1-2 梶谷測定室(冬)

(注) Calmは0~0.3m/s

風速m/s \ 風向	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	C
0.4~0.9	0.5	0.6	1.7	1.4	1.8	0.2	0.6	0.2	0.5	+	0.1	0.1		+	0.2	0.1	13.7%
1.0~1.9	1.2	1.0	1.5	2.1	5.0	2.1	2.3	1.5	1.7	1.0	0.6	0.1	0.2	0.1	0.4	0.2	
2.0~2.9	0.5	0.2	0.3	0.2	5.2	2.7	2.4	1.3	2.6	1.7	1.3	0.2	0.3	0.6	0.5	0.7	
3.0~3.9	0.4	0.1	0.1	0.2	3.1	2.9	2.6	1.1	1.5	1.1	0.5	+	0.1	0.3	0.5	0.6	
4.0~4.9	0.5	0.1	0.1	0.1	1.3	2.3	1.9	0.2	0.1	1.1	0.2		0.2	0.1	0.1	0.6	
5.0~5.9	0.3				1.6	2.1	1.1			0.1				0.2	0.5	0.6	
6.0~6.9	0.3	+	+		0.8	0.8	0.1			+					0.2	0.3	
7.0~7.9	0.1	+			0.4	0.1	0.2								+	0.2	
8.0~					0.4	0.1									+	0.2	

1-3 国設東京測定所(夏)

(注) Calmは0~0.9m/s

風速m/s \ 風向	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	C
0.4~0.9																	35.2%
1.0~1.9	0.7	1.7	2.9	1.5	1.3	1.8	2.5	1.0	1.3	0.8	1.8	0.6	3.8	2.3	1.6	0.8	
2.0~2.9	0.1	0.7	1.1	0.4	0.8	0.6	1.5	0.3	1.3	0.7	1.5	1.3	4.4	1.5	0.2	0.1	
3.0~3.9		0.1	0.2			0.2	0.2	0.3	0.5	0.3	0.4	1.1	4.0	0.9	+		
4.0~4.9		+	+			+	0.1		0.2			0.7	3.9	1.0	0.1		
5.0~5.9												0.3	1.5	0.4			
6.0~6.9											+	0.1	0.9	0.2			
7.0~7.9												0.1	1.4	0.1			
8.0~										+	+			0.1			

1-4 国設東京測定所(冬)

(注) Calmは0~0.9m/s

風速m/s \ 風向	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	C
0.4~0.9																	46.6%
1.0~1.9	1.1	2.4	4.3	5.3	2.4	1.5	1.1	1.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.5	0.8	0.7	0.8	
2.0~2.9	0.2	0.9	2.5	3.9	1.8	1.3	0.5	0.2	0.4	0.3	0.1	0.3	0.3	0.8	0.3	0.1	
3.0~3.9		0.3	1.0	1.1	0.4	0.3	0.1	0.1		0.2	0.1	0.1	0.4	0.7	0.2	0.1	
4.0~4.9	0.1	0.1	0.4			0.1	0.1						0.4	0.7	0.1		
5.0~5.9	0.1	0.1	3.7		0.1	0.1			0.1	0.1			0.2	0.5			
6.0~6.9		0.1	1.1							0.1			0.1	0.1	0.1		
7.0~7.9			0.1											0.1	0.1		
8.0~	0.1	0.1											0.1	0.5			

1-5 城東測定室(夏)

(注) Calmは0~0.3m/s

風速m/s \ 風向	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	C
0.4~0.9	0.5	1.4	0.3	2.2	0.7	0.9	0.5	1.0	0.4	0.9	0.8	2.1	2.1	2.6	1.1	0.8	4.3%
1.0~1.9	0.3	0.8	0.8	4.6	2.0	1.6	1.4	2.2	1.0	2.9	2.9	9.5	9.5	4.6	1.1	0.9	
2.0~2.9	0.1	0.2	0.2	1.2	0.6	0.7	0.5	0.8	0.2	1.9	2.4	4.7	6.3	2.7	0.4	0.1	
3.0~3.9			0.1	0.5	0.3	0.2	+	0.1	0.1	0.2	0.5	1.0	1.7	1.5	0.1		
4.0~4.9		+		+			+			+	+	0.1	0.3	0.5			
5.0~5.9												+	+	0.5	+		
6.0~6.9												+	+	0.4			
7.0~7.9																	
8.0~																	

図1 都庁前測定室(夏)

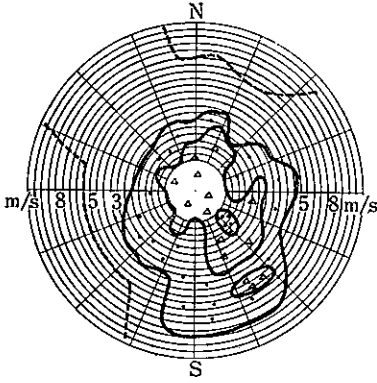


図2 国設東京測定所(夏)

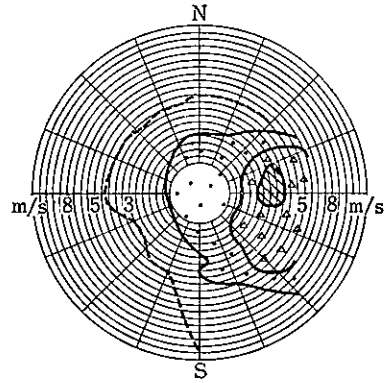


図3 世田谷測定室(夏)

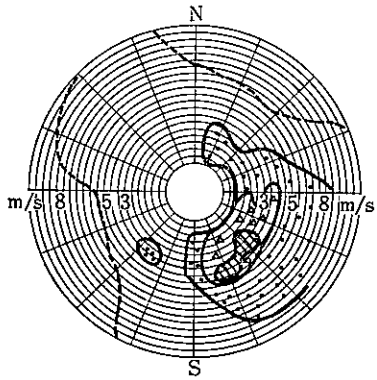


図4 糞谷測定室(夏)

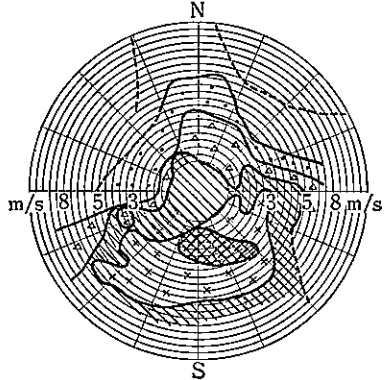


図5 城東測定室(夏)

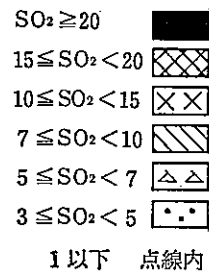
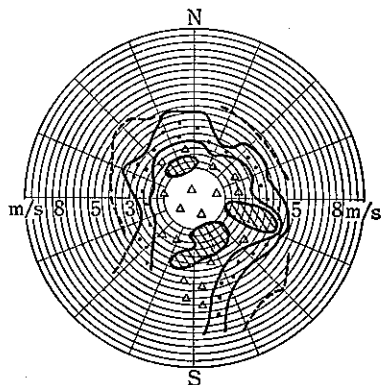


図6 都庁前測定室(冬)1968年度

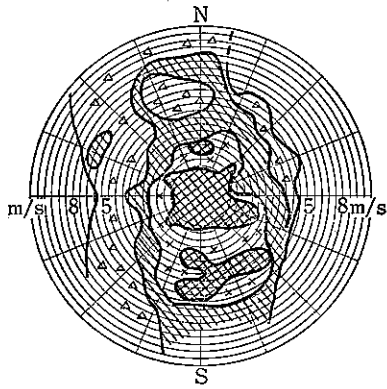


図8 世田谷測定室(冬)1968年度

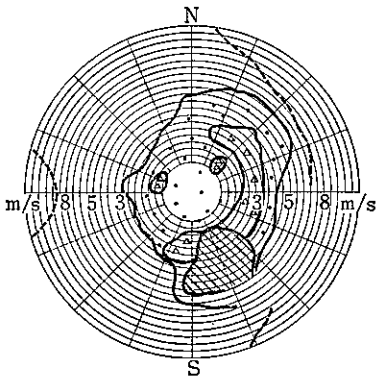


図10 城東測定室(冬)1969年度

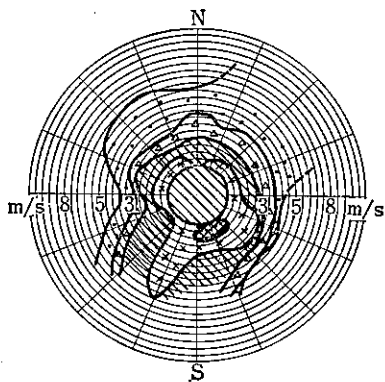


図7 国設東京測定所(冬)1969年度

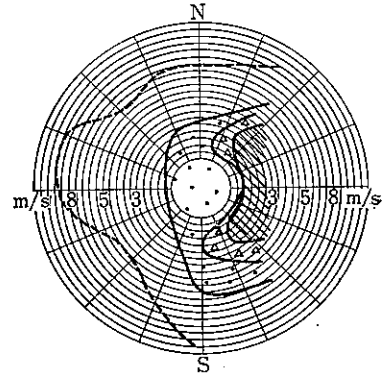
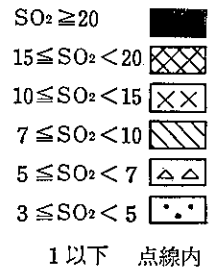
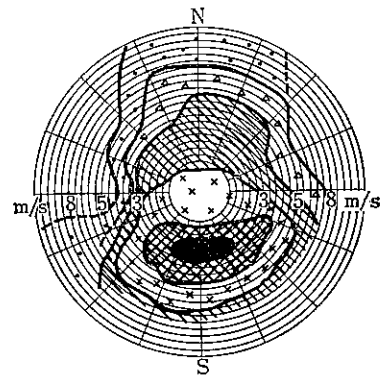


図9 糞谷測定室(冬)1969年度



方向では0～4 m/s以下の風で5 pphm以上の汚染域が認められ、5、6 m/sの風でも同程度の汚染域がある点は注目される。

N成分での風でもNNE～ENEにかけて3 m/s以下の風ではS成分と同様に5 pphm程度の領域が認められる。

(イ) 国設東京測定所(図2参照)

3 pphm以上の濃度の領域は、E成分に片寄って認められ、風速は6～8 m/sにまで広がっている。特に5 pphmは、風速1～6、7 m/sまで広がり、E～ENE、2～4 m/sでは7 pphmの高濃度の領域が認められる。

(ロ) 世田谷測定室(図3参照)

S～Eに片寄って、3 pphm以上の濃度域は1～6 m/sに広がっている。特にS～SEにかけて風速3～5 m/sで7 pphmの高濃度が認められる。

(ハ) 梶谷測定室(図4参照)

5 m/s以下の風では、あらゆる風向に3 pphm以上の濃度領域が存在し、特にN成分の風向では6 m/sまで広がっている。5 pphmでは、N成分をのぞく成分で8 m/s以下の領域に伸び、中程度の2～4 m/sの風ではN～ENEの範囲にも認められている。10 pphmの高濃度でもSE～SW、0.4～6 m/sとかなり広い領域をしめているが、15 pphmとなると、SSE～S、1～3 m/sと狭い領域に収れんしてくる。

(ニ) 城東測定室(図5参照)

4 m/s以下の風では、全成分に3 pphmの濃度域が認められているが、S～SWでは5～7 m/sとやや強風の範囲に広がっている。5 pphmは、2 m/s以下のあらゆる方向に存在しており、3 pphmに類似してS方向では強い風でも存在している。特に、7 pphmの高濃度域が、次の範囲で点在しているのが注目される。即ち風向ESE: 0.4～3 m/s; SSE～SSW: 0.4～2 m/s; N～NW: 0.4～1 m/sの3領域である。

イ 用途地域別の汚染の特徴

以上述べた測定室ごとの特徴を住宅地域—世田谷、国設、都心地域—都庁前、工業地域—城東、梶谷、と用途別地域にまとめてみよう。

(ア) 都心・住宅地域

両地域とも、夏には平均濃度が10 pphm以上を越えるような高濃度域は認められない。しかし、3 pphmの濃

度域は風向E～S、1 m/s以下の微風から6～7 m/sの風の範囲で共通に存在する。

特に都庁前、世田谷ではよく類似した傾向があり、SEを中心とした方向に汚染領域があるが、国設はEを中心し汚染領域が広がっている。3測定室とも高濃度の範囲は風向風速(2～5 m/s)とも狭いところに限られており、これはこの地域の特徴と思われる。

(イ) 工業地域

工業地域は住宅、都心地域と異なって、測定室周辺の発生源の影響を強く受けているようである。高濃度の領域は弱風域に多く、風速が増すに従って濃度は減少している。ただしS成分ではかなり高い濃度域が6 m/s以上の範囲にまで広がっている。

(ロ) 冬期の各地域の汚染情況

ア 測定室別の特徴

(イ) 都庁前測定室(図6参照)

全体的に濃度分布が、NNWとSSEを軸にした方向に伸びている。5 pphmの濃度は、風速6 m/s以下で各成分に存在し、特にN～NW方向では6 m/s以上の強い風の領域まで広がっている。7 pphmは、N～NNW、6～8 m/sとESE～S、2～6 m/sの2つの領域に広がっていて、なお風向N～NNW、風速4～7 m/sの範囲に少し低濃度の領域が含まれている。さらに特異点としてWNW方向、5～6 m/sの領域にもこの濃度域が認められている。

10 pphm以上の高濃度は、ESE～WSWの風向、6 m/s以下の風速で存在するが、N成分(NW～NE)では、S成分に比較し弱い3 m/s以下の風の時出現している。さらに高濃度の15 pphmとなると、範囲が風向風速とも狭くなったが、夏と異なって、Calm及びESE～WSWの風向で1 m/s以下、ESE～WSWの風向で2～6 m/sの領域、N方向で1～2 m/sの微風域、と点在している。

(ロ) 国設東京測定所(図7参照)

3 pphm以上の濃度は、夏と同様E成分に片寄っていて、風向N～NNE、2 m/s以下の風の領域とNNE～S、6 m/s以下の強い風の範囲に広がっている。5 pphmと7 pphmの範囲は、ほとんど同じNE～SSEの風向、1 m/sの微風から3 m/sの領域と、風向SSE～S、2～3 m/sの風の領域に共通して存在している。

(ハ) 世田谷測定室(図8参照)

3pphm以上の濃度は、W成分をのぞく各成分に存在し、その時の風速も5m/s以下と広範囲である。5pphmの濃度域は、夏と異なりNEからEにかけSSWまで、風速1~2m/sで扇形に存在している。さらに微風域である0.4~1m/sでWとNEの2方向に点在している。7pphmの高濃度域は、SE~S、1~3m/sと狭い領域に認められる。

#### (ア) 粧谷測定室(図9参照)

E~S方向の7m/s以上の強風の範囲の資料数が少ないので明確に言えないが、3pphmの濃度は、NE~E、5m/s以上の範囲を除き、8m/s以下では各成分に存在している。5pphmは、NNW~NE、7m/s以下の風速域に広がり、さらにE~WSWでは8m/s以下の風速域に存在している。7pphmは、WNW~NNWでは、0.4~3m/s、N~NE方向では5m/s以下、E~SWでは、7m/s以下と強い風速のもとに存在している。

10pphmの高濃度も広い範囲を占め、ESE~SWでは5~6m/s以下の風速に存在している。15pphmは、ESE~SWで0.4~5m/sの風速のもとに認められている。20pphmは、資料にバラツキがあるが、SE~S、1~3m/sという狭い領域に存在している。

#### (イ) 城東測定室(図10参照)

6m/s以上の強い風の出現が見られず、3pphm以上の濃度は、WSW~NNE、5m/s以下の風の範囲に存在し、W方向の風では、2m/s以下の弱い風の範囲に認められる。5pphmと7pphmの濃度分布はほぼ一致している。7pphm以上の濃度は、SSE~SWの風向、風速6m/s以下の領域に広がり、WSW~SSEの風向では、やや風の弱い2~3m/sの範囲に存在している。10pphm以上の高濃度は、0.4~1m/sの風速で、風向W~NNW、NNE~Eと狭い範囲に存在する。さらにS成分ではN成分と異なってSSE~SE、3m/s以下、SE~S、2m/s以下、SSWでは特別に6m/s以下までと広い範囲に認められている。なお最高濃度域の15pphm以上は、SE~SSE、0.4~1m/sの範囲で存在している。

#### イ 用途地域別の汚染の特徴

##### (ア) 住宅、都心地域

住宅地域では、10pphm以上の高濃度域が存在しないが、都心地域では、15pphm以上の高濃度域が存在している。このように夏と異なって、濃度に大きな差があり、

両地域の共通性に乏しい。細かく見て行くと、住宅地域では、3pphm以上の濃度域が、E成分に片寄り、NE~Sの風向、風速5m/s以下で共に存在している。それに対し都心地域は高濃度汚染になり、5pphm以上の濃度がWNW~N、8m/s以上の範囲やS方向に広がっているが、住宅地域では、NE~S、風速0.4~3m/sの扇形の狭い範囲に存在している。これはビル暖房施設が発生源に加わったために、都心地域と住宅地域で大きな差が生じたものと考えられる。ただし、各地点の最高濃度域が、世田谷と都庁前では、風向としてSE~Sと共通がある点は注目される。なお国設は夏と同様E成分で高濃度が出現している。

##### (イ) 工業地域

住宅、都心地域と異なって、5pphm以上の濃度がN成分からW成分にかけて風速3、4m/s以下で存在すること、10pphm以上の高濃度がS成分で0.4~1m/sの微風域に認められ、その上、W成分に寄ったSSW~SSE方向、風速2m/s以下の領域にも共通した分布がみられる。最高濃度が城東で、SE~S、0.4~2m/sの範囲に、粧谷で、SE~SSE、1~2m/sの範囲に存在し、夏の場合と変化がない。

## 5 まとめ

季節毎の概略を述べると、

### 夏期

① 住宅、都心地域では高濃度の分布域が、1~2m/sの弱風よりも、3~5m/sの風速で出現し、特に都庁前では、弱風及び5~6m/sの風で存在している。

② 国設の高濃度域がE成分に特異的に片寄っている。

③ 工業地域で、その地点での最高濃度域は、微風から3m/sの弱い風で出現している。しかしS成分では風速を問わず、かなり強風の時にも5~7pphmの濃度をしめている。

④ 城東は1~2m/sの弱風から3m/sの風で、各成分に高い濃度域が存在している。

⑤ 粧谷は、風向の影響が強く、S成分の時の汚染が著しい、この方向だと強風でも高濃度域がかなり広がっている。

以上のことから、工業地帯からある程度の距離がある

場合は、3～4 m/s 以上の風が亜硫酸ガス汚染に必要である。またかなり風向の狭い範囲に高濃度域が現われていて、それもS風向であることから、先に述べた汚染源の分布で引用したように風上のS方向にある京浜工業地域からの影響が強いと思われる。

工業地域では、測定室周辺の工場の影響が弱風域で現われ、遠距離の影響は住宅地域と同じく、S方向なので、城東でも京浜工業地帯の影響がかなりありそうである。

国設のE成分による高濃度汚染は、距離的にもS方向から起きることも予想されるが、夏の風向頻度からみても(表1参照)説明がつかない。この点については、今後、気象要素等を加えて検討したい。

#### 冬期

① 住宅地域では、3pphm以上の濃度分布がN→E→Sにかけて存在し、5pphm以上の濃度が扇状にNE～S、0.4～3 m/sの風で分布している。

② 都心地域は、夏と異なり、15pphmの高濃度域が点在するように複雑な分布を示している。

③ 工業地域は、N成分の風向頻度は増加(表1参照)したが夏と同様に、高濃度域はS成分にある。

冬は、都心部を中心とするビルの暖房発生源による亜硫酸ガスも加わり、気象条件(逆転)も悪化するため、夏と比較するとかなり濃度が高くなっている。

都庁前では、周囲のビル暖房の影響を強く受け、弱風時に各成分の風向で高濃度域が見られるが、夏同様、遠

距離の影響がS成分の風速3～7 m/sではっきりとみられる。世田谷で5pphm以上の領域がN成分に広がっていることから、ビル暖房の影響があると考えられる。

工業地域では、夏との差異がはっきり認められず、表1に示したように冬はS方向の風の出現頻度が減少しているにもかかわらず、高濃度汚染にS方向の工業地帯の寄与が大きい。糞谷の日変化パターンをみると、午後にピークが出現していること、さらに表1を時間別に検討したところ午後にS成分の風向頻度が増加していることから、工業地帯の影響が裏づけられる。

以上、汚染の概略の特色を述べたが、資料数が不十分であること、昼夜別の操作がなされなかったこと、時系列的に見てないことなどの点で解析が不十分であるが、今後データの積みかさねを行なって、再度細かく検討したい。

#### 参考資料

- 1) 福岡三郎、宇田川満：東京都における統計処理からみた風と大気汚染濃度との関係、東京都公害研究所年報、第1巻第1部(1970.3)
- 2) 1都3県4市大気汚染研究会：大気汚染管理計画に関する研究、第2章いおう酸化物の地域分布傾向に関する研究(1969.4)
- 3) 東京都公害研究所編：公害と東京都
- 4) 大気汚染常時測定結果の概要：亜硫酸ガスの汚染状況(1970.3)