

2. 硫黄酸化物大規模発生源の 環境濃度に及ぼす影響について（第1報）

山田 克 則 酒 井 信 行 八 幡 仁 志
石 田 幸 洋 岡 島 一 雄 安 井 新

I 結 言

硫黄酸化物大規模発生源としての火力発電所を対象として、その1976年現在における環境濃度への影響を、同年1月からテレメータにより入手している排出データと坂井地区（鶉局を含む）の7つの観測局における1年間の環境濃度の実測値をもとに調査した。

II 調査方法

排出データから、拡散計算により着地濃度を算出し、1時間値への寄与を推定した。次にこれに風向出現率を乗じることにより、年平均値への寄与を推定した。さらに年間総排出量を坂井福井地区の他の発生源の総排出量と比較して寄与率について検討した。

環境濃度の実測値に対してはまず風向別に一定値（15 ppb と 30 ppb）を越えた時間数を調査し、発電所からの風向時の事例について濃度変化の状況を調べた。次に年間の発電所方角の風向別平均濃度からバックグラウンド濃度を差し引き、風向出現率を乗じて実際の年平均値への寄与の推定値とした。この値については芦原局の年平均値の経年変化と発電所の排出量の経年変化を比べることにより簡単な裏付けを行った。

計算に必要な推定値はなるべく大き目のものを用いた。これは間接的な影響（まわりこみや吹き戻し等）の大きさが推定困難なのでこの分を1方位のみの直接的な影響を大き目に見積もることで埋め合わせるためと過小評価を避けるためである。

III 調査結果と考察

1 1時間値への寄与(1)

表1に発電所の定格を示した。図1に1時間当りの排出量の頻度分布を示した。（1976年1年間）350～400 Kg/H が最多頻度であり最大値は543 Kg/Hであった。代表的な着地濃度分布

表1 火力発電所の定格

出 力	35 万KW
煙 突 高	150 m
重油消費量（メインバーナー）	76,580 Kg/H
〃（アフターバーナー）	3,830 Kg/H
排ガス量	1,157,000 Nm ³ /H
排ガス温度	138 °C

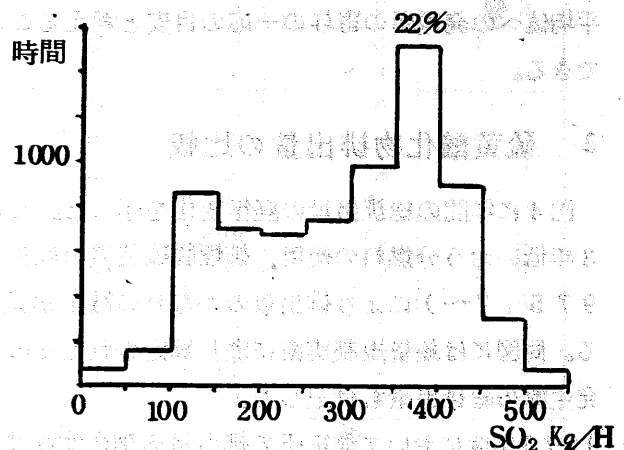


図1 硫黄酸化物排出量の頻度分布
（1976年）

を表わすものとして排出量を 400 Kg/H ($140\text{ Nm}^3/\text{H}$)、風速 6 m/s 、大気安定度を出現頻度の多いD (中立) 及びC (やや不安定) に選んだ場合の拡散計算結果を図2に示した。

パラメーター
 排出量 400 Kg/H
 有効煙突高 296 m
 風速 6 m/s
 大気安定度 C及びD

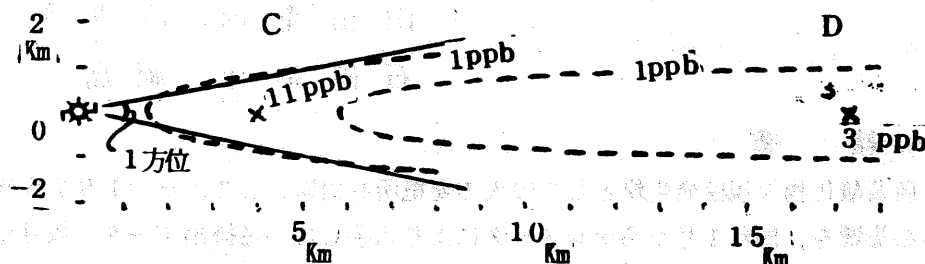


図2 通常時の着地濃度

最大着地濃度はDの場合 3 ppb 、Cの場合 11 ppb となる。気象条件によってはこれより高い濃度も低い濃度も出現しうるが通常時の1時間値への寄与としてはこの程度の値が推定される。

2 年平均値への寄与(1)

図3に三国局における1976年の風向出現率を示した。沿岸及び内陸部へ向かう風向の出現率はNNEとSを除いて約5%またはそれ以下である。(NNE, Sは約10%)

図2の着地濃度が 0 ppb でないのはほぼ1方位内に収まっていることから、もしある風向の時、常に安定度Cの場合の着地濃度(同図)が実現すると考えると最大着地濃度地点の年平均値は $11\text{ ppb} \times 5\% = \text{約}0.5\text{ ppb}$ となる。実際には最大着地濃度地点とその濃度が一定ではないため、年平均値への寄与としては平均化の効果を受けてこれより低い値になる地点が多いものと考えられる。しかし静穏時や弱風時には発電所周辺を中心に計算外の直接的、間接的影響が予想されること、5%以上の出現率をもつ風向もあることなどから 0.5 ppb 以下の地点ばかりとも断定できない。いずれにしても約 0.5 ppb という値を年平均値への発電所の寄与の一応の目安と考えることができる。

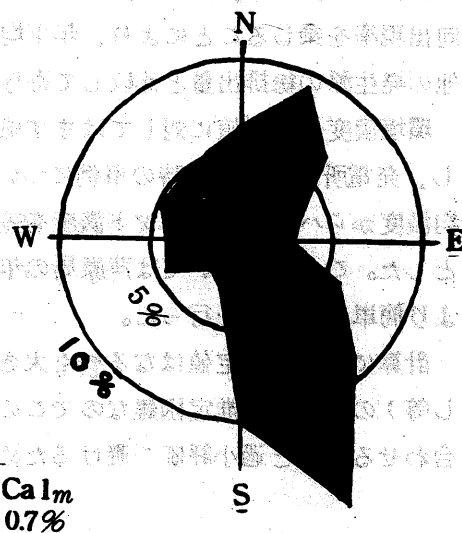


図3 風向出現率
(三国局 1976年)

3 硫黄酸化物排出量の比較

図4に年間の総排出量の経年変化を示した。ここ2、3年低いおう分燃料の使用、排煙脱硫装置の移動(1975.7~)により排出量のかなりの減少が見られる。同図には総量規制実施に際し算定されたその他の発生源の総排出量も付記した。

1976年度において発電所の排出量の割合は坂井福井地区の総排出量の約30%と考えられる。地上濃度に対する平均的な寄与率としては同発電

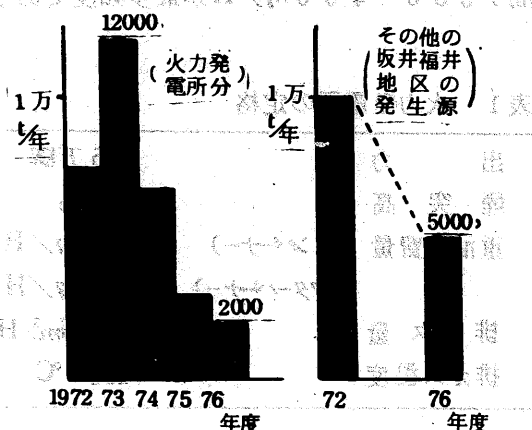


図4 硫黄酸化物年間排出量の経年変化

出典：環境白書、いおう酸化物にかかる大気汚染解析報告書、但し1975 1976年度の値は燃料使用量、いおう分などからの推定値もしくは予想値

所の有効煙突高が通常約300m（図2：コンケーブ式で算出，後出の図7も同じ）と高いので30%には達しないと考えられる。実際，1976年度の坂井地区6観測局の硫黄酸化物の年平均値は，平均13.3 ppb であり，仮りにバックグラウンド濃度を10 ppbとすると先に推定した0.5 ppbという値は15%に過ぎない。

4 1時間値への寄与(2)

坂井地区（鶉局を含む）の7局における15 ppb及び30 ppbオーバーの風向別時間数を1976年1年間のデータについて表2に示した。発電所の方角での回数（丸印を付したものの）の合計は497

表2-1 風向別15 ppbオーバー出現回数（1時間値，1976年）

局 名	三 国	芦 原	金 津	丸 岡	春 江	坂 井	鶉
CALM	8	25	9	39	21	11	13
N	51	166	30	86	127	81	● 88
NNE	151	216	175	37	61	53	55
NE	75	63	92	18	24	12	16
ENE	50	32	26	24	18	17	11
E	53	84	18	26	45	24	30
ESE	148	148	31	56	98	48	134
SE	230	214	75	198	493	185	167
SSE	359	398	99	383	1025	445	69
S	171	258	197	265	472	349	64
SSW	45	92	128	160	97	81	38
SW	21	48	27	47	30	34	19
WSW	42	● 98	14	27	31	20	38
W	37	88	● 30	25	56	16	31
WNW	62	52	20	● 95	88	● 27	120
NW	64	88	9	148	● 110	49	109
NNW	● 49	96	17	126	117	172	70
ALL	1616	2166	997	1760	2913	1524	1072
火力発電所からの距離	2.4 Km	5.5 Km	7.8 Km	14.1 Km	7.8 Km	9.6 Km	7.8 Km

表2-2 風向別30 ppbオーバー出現回数（1時間値，1976年）

局 名	三 国	芦 原	金 津	丸 岡	春 江	坂 井	鶉
CALM	0	1	1	1	2	1	0
N	0	1	0	1	3	0	● 2
NNE	1	1	5	0	1	0	1
NE	1	0	2	1	0	1	0
ENE	1	1	0	1	2	0	0
E	4	2	0	0	9	5	0
ESE	9	5	5	0	10	3	2
SE	24	6	3	7	95	22	0
SSE	19	16	9	14	129	63	0
S	9	6	22	10	37	33	0
SSW	0	0	11	11	3	5	0
SW	0	2	0	1	1	0	0
WSW	0	● 1	0	0	2	2	1
W	0	1	● 0	1	2	0	0
WNW	1	0	1	● 0	3	● 0	1
NW	0	0	0	3	● 0	0	0
NNW	● 0	1	0	1	0	3	1
ALL	69	44	59	52	299	138	8

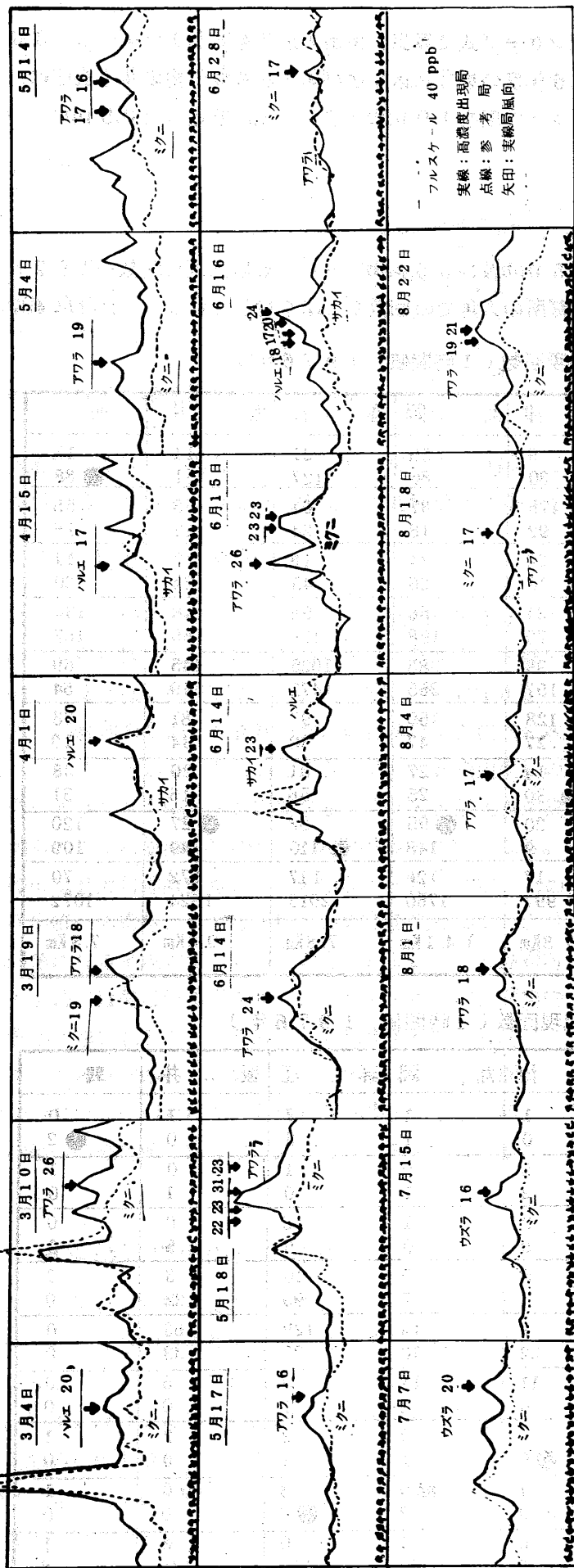


図5 風向が発電所の方角に当たるとなる場合の15ppbオーバー出現例(1976年)

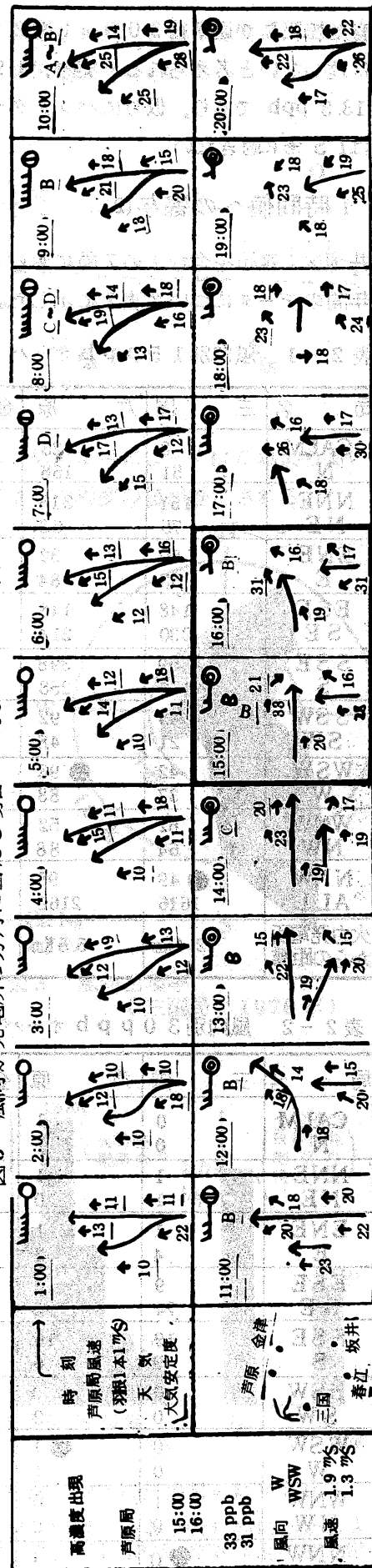


図6 5月18日の風向分布と濃度分布の推移(図中の数字は濃度ppb)

回(約4%)である。このなかから出現日の濃度変化、風向変化、他局との相違を検討した結果、発電所の影響と考えると理解しやすいものは約20例見出された。(図5) このうち30ppbを越えたのは5月18日の芦原局の1例のみである。(16時31ppb 但し経時変化のピークは15時33ppb。鶴局の2例は他の発生源が考えられる。)この時風上の三国局は約20ppbであった。気圧配置は南高北低型であり高気圧のあとへ低気圧が近づいていた。この日の天気の変化、気流の変化、濃度分布の変化等を図6に示した。午後天気はくもりとなり、海風が弱い西風として吹いた。風速(2m/s)風向(WSWとWの間)、大気安定度(B)及び排出量について当時の状況そのままの値をパラメータとした拡散計算結果は図7のようになる。この図から芦原局で三国局よりも約10ppb高い濃度が出現することは計算上も予想されることと言える。1時間値への影響は発電所方角の風向以外の時にも現われうるが、因果関係を想定しやすい形ではこの芦原局の例が代表的と考えられる。

5 年平均値への寄与(2)

各局における発電所の排ガスの平均着地濃度(C)は発電所方角の風向別平均濃度(A)から(発電所に起因しない)バックグラウンド濃度(B)を差し引いたものと考えることができる。しかし(B)の値は不明であるため仮りに(B)=(C) $=\frac{1}{2}(A)$ と考え、(C)に各局での風向出現率を乗じると年平均への寄与(推定値)は下表のようになる。

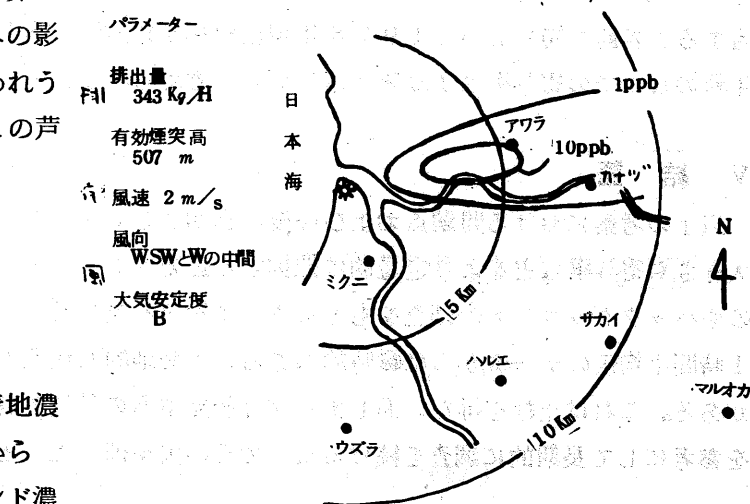


図7 1976年5月18日16時頃の予想地上濃度分布(火力発電所の寄与分)

この結果は2.での推定とはほぼ合致する。この計算に当たっても影響する方位は1方位しか考えていないが、気流が曲がりやすい弱風時は有効煙突高が高くなることや、バックグラウンドとして仮定した値が小さ目であること(ほとんど発生源のない方位の風向別平均濃度も10ppb近い値が観測されている。)からここでの計算値が小さすぎるということはないと考えられる。

局名	平均着地濃度	風向出現率	年平均値への寄与
三国	5.5 ppb	5.3%	0.29 ppb
芦原	7.0 ppb	4.6%	0.32 ppb
金津	5.5 ppb	4.0%	0.22 ppb
丸岡	6.5 ppb	4.6%	0.30 ppb
春江	6.0 ppb	7.2%	0.43 ppb
坂井	4.5 ppb	4.9%	0.22 ppb
鶴	5.5 ppb	6.8%	0.37 ppb

6 経年変化からの考察

芦原局は1時間値の例から発電所の影響を比較的多く受けている可能性があると考えられる。1973年度と1976年度の同局の年平均値の減少量は3ppb(17→14ppb)である。一方その間の発電所の排出量の減少量は10000tである。(12,000t→2,000t)従ってもし3ppbの減少が全く発電所の排出量の減少に由来するとした場合現在の年平均値への寄与は

$$3 \text{ ppb} \times \frac{2000 \text{ t}}{10000 \text{ t}} = 0.6 \text{ ppb}$$

となる。しかし年平均値の減少要因は他の発生源の排出量の減少にも求めなければならないので0.6

ppb という値は発電所の寄与としては過大評価になる。実際は 0.5 ppb 以下と考えるのが妥当であろう。他局の場合も同様なことが言える。(年平均値の減少量は三国局 0ppb, 金津局 4ppb, 丸岡局 1ppb, 春江局 6ppb, 坂井局 5ppb, 鶴局 2ppb)

Ⅳ まとめ

1976年現在の火力発電所の排出量から推定した1時間値への寄与は、最大着地濃度地点で通常 3~11ppb の程度となる。実測値においても発電所の方角の風向時にこの程度の段差をもつピークがいくつか見出された。この場合の濃度の最高値は芦原局の 33ppb であった。

年平均値への寄与は拡散計算結果による推定、実測値からの推定、経年変化からの推定の三者を総合すると各観測局において1976年現在約 0.5 ppb 以内と考えられる。また坂井福井地区の全発生源のなかでの寄与率は30%に達しないと考えられる。

Ⅴ 結 語

以上の考察における問題点および今後の課題として次のことが挙げられる。第1に間接的な影響の大きさや寄与率などをより定量的に把握する必要があると考えられる。この点に関しては他の発生源のやバックグラウンドの調査をもとにさらに検討を重ねたいと考える。第2に限られた地点における1時間平均値のデータからは瞬時的なあるいは局地的な状況が十分には捉えられていない^{1,2)}という懸念がある。これは止むを得ない面もあるが今後発電所の付近で観測を始める予定の上空気象のデータ等を参考にして長期的に調査を続けることでその欠を補いたいと考える。

参 考 文 献

- 1) 大志野章, 佐藤功, 水間満郎, 塚谷恒雄: 単一大発生源と大気汚染Ⅰ, 科学45(5), 302~308, 1975
- 2) 同上, 科学45(6), 352~360, 1975
- 3) 碓宏八郎: 唐津地区のSO₂汚染と発生源規制, 大気汚染研究11(6), 493~506, 1977