

# 粒子状大気汚染物質の解析

(放射化分析法による空気微塵中の  $M_n$ ,  $B_r$  の  
測定<sup>註1</sup>および拡散分離法による微塵の粒径の測定<sup>註2</sup>)

朝来野国彦\* 山崎 博\* 猪越 幸雄\*  
山本 龍夫\* 篠崎 善治\*

## Analysis of Sub-Micron Particles in Air Pollution at Tokyo Tower.

(Measurement of Mn and Br in Air by Activation Analysis, and that of Particle Size  
of Aerosole by Diffusion Method.)

Kunihiko Asakuno, Hiroshi Yamazaki, Yukio Inokoshi,  
Tatsuo Yamamoto and Yoshiharu Shinozaki

### 概 要

大気汚染機構説明の一環として東京タワーで高度別に採取した空気微塵中の特定物質  $M_n$  および  $B_r$  について放射化分析法により同定し、また空気微塵の粒径の経時変化を測定した。

これらの資料の解析から

1.  $M_n$  は  $SO_2$  と同じ挙動を示すことから、これらの汚染源として主に工場群が考えられ、また  $B_r$  は  $NO$  と同じ挙動を示すことから自動車の排気ガスによるものと考えられる。
2. 粒径測定から粒子個数は  $0.01 \sim 0.05 \mu m$  が70%を占めているが、重量分布で示される  $M_n$  と  $S_r$  の直径は  $0.5 \sim 0.8 \mu m$  が20%、 $0.5 \mu m$  以下が80%を占めている。

### 目 的

都市における大気汚染は主として、工場排煙、自動車排気ガス等の汚染源によるものである。大気汚染機構の解析は汚染物質の核種、濃度、粒径、気象条件等のデータの集積により始めて可能となる。

これまでに、我々は放射能を利用したエアロゾルの性質およびその挙動について研究をおこなってきた<sup>註3</sup>。本報は大気汚染機構説明の一環として空気微塵中の特定物質 ( $Mn, V, Na, Br, Cl, Sb$ ) について非常に検出感度の高い放射化分析法を用いて同定するとともに人体に対して影響の大きいと言われる直径  $1 \mu m$  以下の空気微塵の粒径を拡散分離法ならびにポラックカウンターにより測定し、これらの測定結果から大気汚染機構説明に関する若干の知見を得たので報告する。

### 方 法

1. 放射化分析 粒子状物質の捕集は沓紙を用いるが、被測定物質の含有量が低いこと、捕集効率が高いことが条件となる。この条件を満たす沓紙として本実験ではミリポア沓紙を用いた。測定は東京タワーの地上5m、25m、127mの3点でおこない、1回の試料採取時間は2時間で昼夜採取をおこなった。採取した試料の放射化は東京原子力産業のHTR第1気送管 ( $7.8 \times 10^{11} n. cm^2. sec^{-1}$ ) で5時間照射した後  $30 cm^3$  のSSDと512チャンネル波高分析器を用いて分析した。照射後3~5時間に短寿命核種を15~20時間後に長寿命核種を解析した。

2. 粒径測定 使用した拡散箱はステンレス製の平行板10枚を  $10 \mu m$  の間隔で並べてあり、粒子を含んだ空気を層流で流すと小さい粒子程急速に平行板に付着する。 $0.01 \mu m \phi$  以上の粒子を計測できるポラックカウ

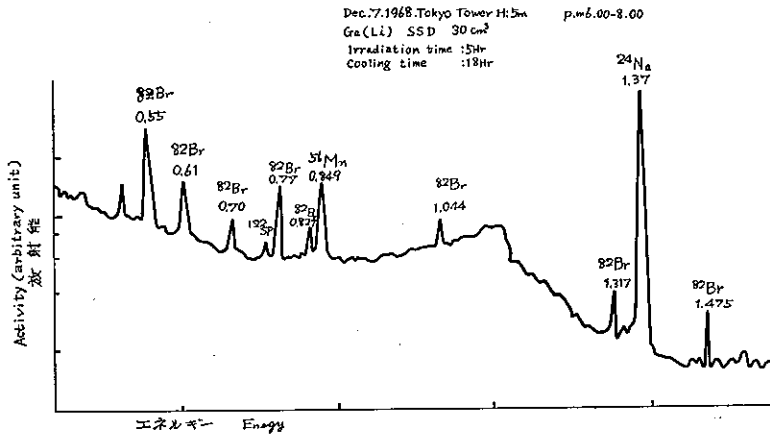


Fig 1 Energy spectrum of  $\gamma$ -rays in particulate air pollutants irradiated by neutron.

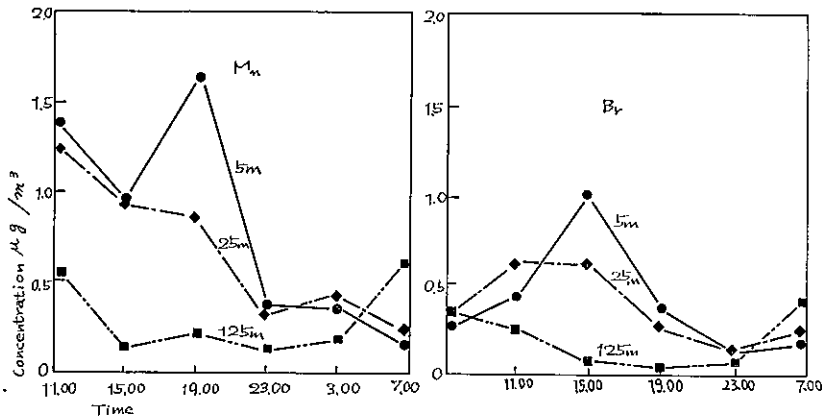


Fig 2 Diurnal variation in concentration of Br and Mn at H:5m, 25m, 127m. (Tokyo Tower Dec, 7-8, 1968.)

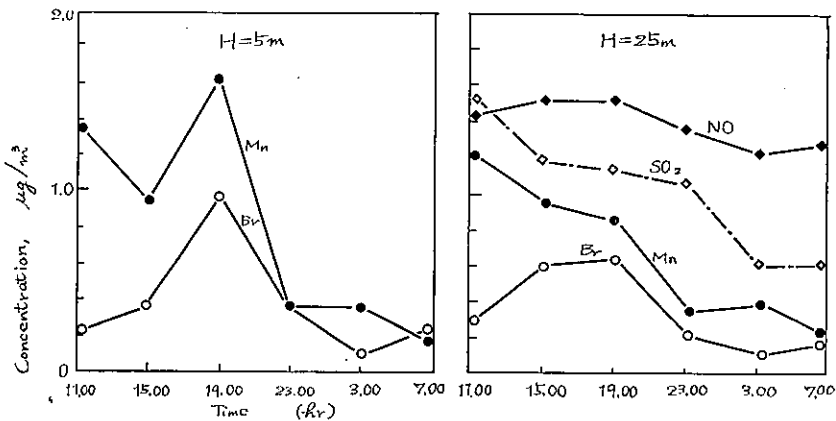


Fig 3 Diurnal variation in concentration of Mn, Br, NO and SO<sub>2</sub> at H:5m, 25m (Tokyo Tower Dec, 7-8, 1968.)

ンターで付着量を知り、平均粒径を算出する。

### 結果および討論

1. 放射化分析 図1は東京タワーで捕集した試料を分析したスペクトルであるが、Na, Br, Mn, Sb等が同定できた。これらのなかで特に大気汚染物質として注目されているMnと自動車の排気ガスから排出されると考えられているBrに着目して時間的変動のパターンを解析した。

図2に1968. 12. 7~8日にかけての観測例を示したが、BrとMnではそのパターンが異なっており、あきらかに発生源を異にしていることがわかる。

図3に高度5mと25mについてBr, Mnのパターンの比較をおこなったが、25mで2つの物質間に差があり、MnはSO<sub>2</sub>またBrはNOとほぼ対応している。また表1にカスケードインパクターで測定した粒径の高度差を示したが、これが125mでBrの粒径も大きくなっている。以上のことからBrとMnでは発生源が異なり、MnはSO<sub>2</sub>と同様に主

表 1 高度別粒径分布 (重量)

( $\mu$ m) Diameter	25 m		125 m	
	Mn	Br	Mn	Br
0.80~2.0	0(%)	3(%)	0(%)	6(%)
0.50~0.80	18	29	38	80
~0.50	82	68	62	14

Table 1  
Vertical distribution of particle sizes for Mn and Br at H:25m, 127m (Dec. 7, 14, 00—16, 00 1968, Tokyo Tower.)

として工場から、BrはNOと同様に自動車によるものと考えられる。自動車の排気ガス中の鉛が有毒物質として特に注目されているが、臭化物となってBrと共に排出していると言われているので、検出感度の高いBrを同

表 2 Mn, Brの濃度

測定場所 Site	物質 Element	$\mu$ g/m <sup>3</sup> Concentration	Reference
ハワイ	Br	0.018	Dure
ワシントン	Mn	0.04	Gordon
	Br	0.22	"
坂戸町 (埼玉県)	Mn	0.019	Yano, Asakuno
	Br	0.028	矢野, 朝来野
館野町 (茨城県)	Mn	0.05	" "
	Br	0.01	" "

Table 2  
Composition of Mn and Br in various sites.

定することにより検出の困難な鉛の拡散機構についても精度の高い資料が期待される。

表2に他の地域との比較を示したが、東京はかなり金属物質にも汚染されていることがわかる。

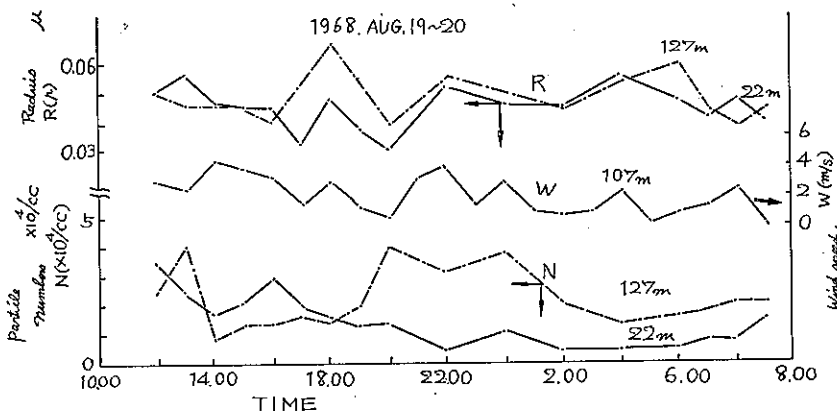


Fig. 4 Diurnal variation in concentration and radius of particulate air pollutant at H:22m, 127m. (Aug. 19-20, 1968, Tokyo Tower)

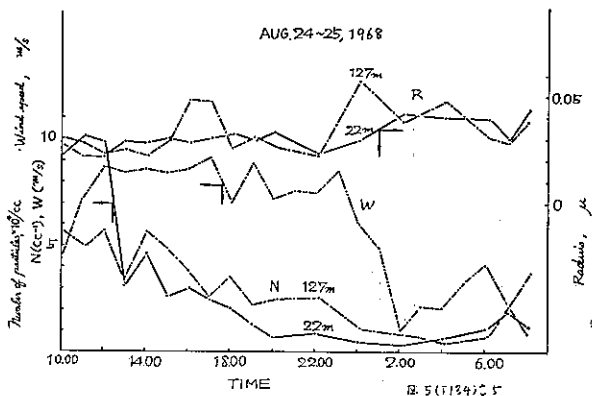


Fig. 5 Diurnal variation in concentration and radius particulate air pollutant at H:25m, 127m. (Aug. 24-25, 1968, Tokyo Tower)

## 2. 粒径測定

図4, 図5に測定例を示したが, 粒径は非常に小さく $0.01 \mu\text{m} \sim 0.05 \mu\text{m}$ にあることがわかる。これは表1に示したカスケードインパクト法によるMn, Brの重量分布とは個数分布を考慮してもかなり小さく, 物質によって粒径が大きく異なることが予想される。また, 粒径(R)と濃度(N)の関係を25m, 127mについて整理したのが図6, 図7であるが,

$$25\text{m} \quad N=KR^{-1.6}$$

$$127\text{m} \quad N=KR^{-1.5}$$

で示される。空気塵の成長分裂過程は非常に複雑で断定的なことは言えないが, 滞空時間の長い粒子が127m点でより多いことが, 低濃度点での粒径の比較から考えられる。人体に対する空気塵自体の直接的な影響の他に,  $\text{SO}_2$ , CO等のガスとの反応について考える場合にも粒径分布を知ることが必要となる。

### 結語

大気汚染物質中の微量金属は発光, 吸光分析法によって同定がおこなわれている。これらの方法では検体試料を得るのに多量の空気を捕集する必要があり, 測定に至るまでには種々の前処理も必要である。したがって, 24時間平均値を示すような環境濃度の同定に適している。しかし, 汚染機構を解析するには1時間程度の短い時間変化を知る必要があり, この点において特定物質について非常に高い検出感度を有する放射化分析法は他の方法に比較して優れている。

また, 空気微塵の粒径も短時間周期で連続自動測定をおこなうことで, これら空気微塵の時間変化に対する挙動もさらにあきらかとなり大気汚染機構解析に資することが期待される。

### 参考文献

- 1) 朝来野国彦 Tokyo Metro Politan Isotope Research Center Annual Report

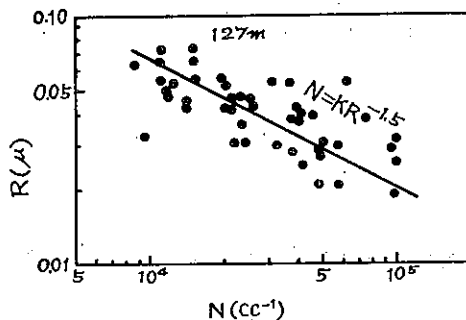


Fig. 6 Relation between concentration and radius of particulate air pollutant at H:127m. (Tokyo Tower, Aug., 1968)

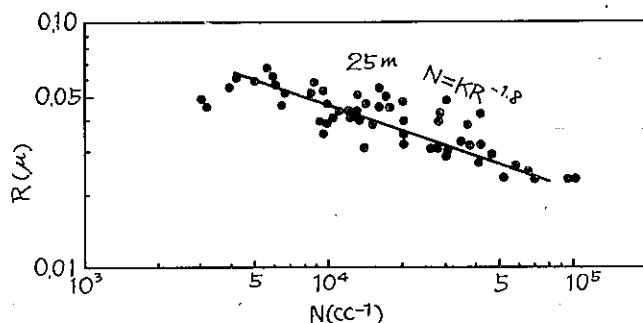


Fig. 7 Relation between concentration and radius of particulate air pollutant at H:25m (Tokyo Tower, Aug., 1968)

3, 145 (1964)

朝来野国彦, 篠崎善治 *ibid.* 4 61 (1965)

朝来野国彦, 篠崎善治 東京都立アイソトープ総合研究所年報 昭和41年度 71頁

朝来野国彦, 篠崎善治 同, 昭和42年度 46頁

" " " 72頁

- 2) 註1 朝来野国彦, 山崎博, 山本竜夫, 篠崎善治, 大平俊男 第9回大気汚染全国協議会
- 註2 山崎博, 朝来野国彦, 山本竜夫, 篠崎善治, 大平俊男 第6回大気汚染全国協議会
- 註3 朝来野国彦, 山崎博, 篠崎善治 第8回大気汚染全国協議会