

化学斑点法による煙霧体の粒度測定——

硝酸塩水溶液ミストの粒度

佐野 悞^{*}, 太田 洋^{*}, 矢野 洋三^{**}

Particle Size Determination of Aerosols by Chemical Spot Method—— Droplet Diameter of Nitrate Solution Mist

Isamu SANO, Hiroshi OHTA, Yōzō YANO

はじめに

大気汚染物として、数年来、窒素酸化物が注目され、二酸化窒素に対して環境基準値 0.02ppm と定められている（昭和48年5月8日、環境庁告示）。一方、一酸化窒素については、まだ、定められていないが、一酸化窒素は大気中で酸化されて二酸化窒素に変化する。

二酸化窒素はオゾンと反応して硝酸に移行し易く ($\text{NO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_3 + \text{O}_2$, $\text{NO}_3 + \text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$, $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$), 大気中にオゾンが含まれていない場合でも硝酸に変化するが ($\text{OH} + \text{NO}_2 + \text{M} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{M}^*$), 次の反応 $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$ は起り難いなどといわれている¹⁾。この辺の詳細は明らかでないが、これらの反応によって硝酸が生じ、つぎにこれがアンモニア——例えば尿処理場から発生する——と化合すれば硝酸アンモニウムに変化する。ロサンゼルス地区の野外調査（1973年8月末～9月始）で硝酸の24時間平均3ppb, 1時間値の最高10ppbと測定され、また、空内実験により低～中湿度下の場合に硝酸が生成し、高湿度下の場合に硝酸ミストの生成することが観察されている¹⁾。大気中の場合、硝酸はミストとして存在するであろうが、硝酸塩は湿度の低いときダスト、高いときミストとして存在する可能性がある。

大気中の煙霧体の重量濃度、化学成分、粒度分布などの調査には一般にハイボリウムサンプラー、ローボリウムサンプラー、アンダーセンサンプラーなどが用いられるが、これらの結果、硝酸塩 $3 \sim 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (大阪市内, 1966年4月～1974年3月), アンモニウム塩 $2 \sim 4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (名古屋市内, 1973年11月～1974年7月) などの測定値が報告されている^{2), 3)}。

大気中の煙霧体に関する調査はガス体の場合にくらべると遙かに事例に乏しく、しかもその殆どが重量濃度の調査に終始し、粒度分布、個数濃度などに関する調査は至って少ないが⁴⁾、さらに硫酸ナトリウム粒子とか硝酸アンモニウム粒子とかの如く対象を絞った場合ともなると殆ど無に近いといつてよいであろう。

筆者らは粒度測定の一方法として化学スポット法を研究し、食塩煙霧体（ダストおよびミスト）、硫酸ナトリウム煙霧体（ダストおよびミスト）などの粒度分布や個数濃度を測定し、あわせてこれらの煙霧体のコロイド科学的性質の一、二を追究したことがあるが⁵⁾、これをうけて、今回、筆者らは硝酸アンモニウム水溶液煙霧体（ミスト）および硝酸煙霧体（ミスト）について基礎研究的に化学スポット法を実験し、粒度測定の可能性を検討したのでその概要をここに報告する。

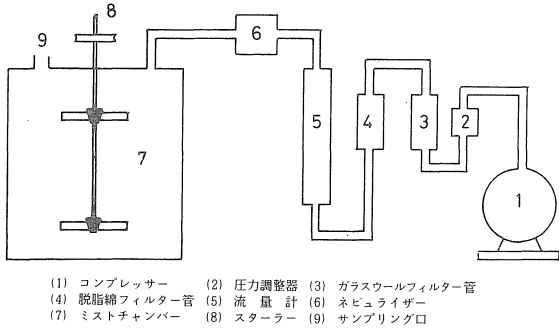
実験の方法とその結果

方法の原理：硝酸アンモニウム水溶液あるいは硝酸の煙霧体（ミスト）をネビュライザーから噴き出し、これをニトロン（1,4-ジフェニル-エンドアニリノジヒドロトリアゾール）を含ませたゼラチンゲル膜上に捕集すると、 NO_3^- とニトロンとの反応によって白色のスポットができるのでその直径を顕微鏡下に測定すれば検量線からミストの粒度を知ることができる。検量線はミストをシリコンオイル中に懸濁させ顕微鏡によって粒度を測定し、これとスポットの直径の間の相関性を追求することによって作成する。

ミストの調製：装置は図1の通りである。コンプレッサーで加圧した空気を圧力調整し、ガラスウールフィルター管や脱脂綿フィルター管を通して空気中に含まれ

* 環境工学研究所

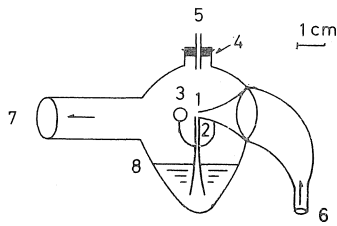
** 応用化学科



(1) コンプレッサー (2) 圧力調整器 (3) ガラスウールフィルター管
(4) 脱脂綿フィルター管 (5) 流量計 (6) ネビュライザー
(7) ミストチャンパー (8) スターラー (9) サンプリング口

図1 実験装置

ている塵埃やコンプレッサーからの油ミストを除き、ネビュライザーに導いて硝酸アンモニウム水溶液や硝酸ミストを得、これをガラス製シリンダー状のミストチャンパー（高さ30cm, 直径29cm, 容積20l）の中へ5分間充填する。ネビュライザーを通過する空気流量は浮遊式流量計で測定し、ミストの充填中、ミストチャンパーのスターラーを定速度^{*1}で回転することによりミストを均一に分散させた。ネビュライザーの詳細は図2に示してある



(1) 空気噴出口 (2) 液体吸い上げ管
(3) 球状障害体 (4) ゴム栓
(5) ビュレット先端 (6) 突気送入口
(7) 噴霧口 (8) 液面

図2 ネビュライザー

が、その底部から吸い上げ管で吸い上げられる溶液は空気噴出口の空気流により球状の障害体にたたくつけられて霧化し、噴霧口を経てミストチャンパー内に導かれる。溶液をビュレットから定速度でネビュライザーに流し込み、その液面を、ミスト充填中、ネビュライザーに刻みであるスケール線（5ml）^{*2}に保つことにより溶液消費

*1 60回/分の場合が殆どで、その他80回/分

*2 図に示されていない

*3 ミスト粒子の蒸発防止のために、チャンパーの内壁を霧化用溶液で潤した後、次の条件下で充填した。
空気流量 6l/分, 回転速度 60回/分, 充填時間 5分

*4 なお、K 05161976NOおよびNO₂（標準試料）を参考とした

*5 スルファニルアミド3.33g + 塩酸(1+1) 10ml + 水50mlの溶液に酢酸ナトリウム(三水塩, 窒素酸化物測定用) 500g + 水 400mlの溶液を加えた後(pH 7 ± 0.1), 水を加えて全量を1lとした溶液

量を知ることができ、これと空気流量とを色々な組み合わせることにより種々の濃度のミストを得ることができる。空気流量と溶液消費量の関係は、測定上、表1および図3、図4の如くであった。

表1 ネビュライザーの性能—溶液消費量(ml/分)におよぼす空気流量(l/分)の影響

溶液	流量 (l/分)			
	4	5	6	7
H ₂ SO ₄ (10%)	0.056	0.125	0.164	-
H ₂ SO ₄ (5%)	0.101	0.153	0.195	0.242
HNO ₃ (10%)	0.050	0.132	0.195	0.271
蒸留水	0.118	0.167	0.220	0.273

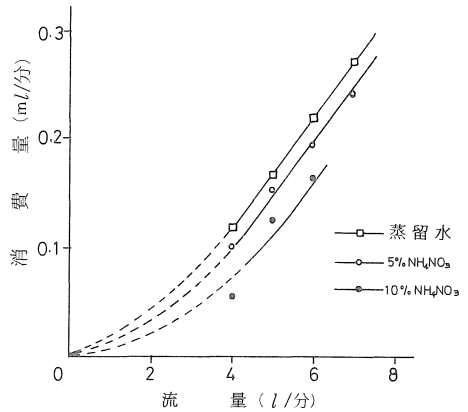


図3 ネビュライザーにおける空気流量と溶液消費量の関係

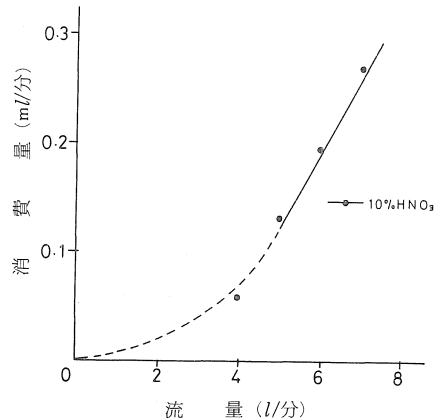


図4 ネビュライザーにおける空気流量と溶液消費量の関係

重量濃度の測定：方法は下の通りであるが、煙霧体はダスト、ミストを問わず安定度に乏しいので測定は必ずしも容易ではなかった。

チャンパーにミストを充填^{*3}した後、直ちにスターラーを停止、ミストを放置して老化させながら経過時間とともに JIS K 01041974 排ガス中の窒素酸化物分析手法—亜鉛還元ナフチルエチレンジアミン法(適用範囲: 10~1,000 ppm)—に従ってミスト中のNO₃⁻を定量した^{*4}

長さ10cmのゴム管(内径1cm)をつけたガラス製注射器(容量 200ml)でミストを吸出し、その体積を読んだ後、水に吸収させ、これをスルファニルアミド混合溶液^{*5}

15 ml と混合し、さらに亜鉛末^{*6}0.5gを加えて直ちに全量を100 mlとし、1分間振盪後、亜鉛末を汙別する。汙液20mlに塩酸(1+1) 3 mlを混ぜ、さらにナフチルエチレンジアミン溶液^{*7}1mlを加えて発色させ(橙赤色)、15分間放置した後(15~30℃)、対照液とともに分光光度計で吸光度を測定し(波長 545nm)、検量線とくらべて、まずNO₂の体積を求め、次にこれからミストの重量濃度を算定した。結果は表2、表3および図5、図6の如くである。

表2 硝酸塩水溶液ミストの重量濃度 (mg HNO₃/l ミスト)

濃度	老化時間 (分)						
	0	5	10	15	20	25	30
10%	0.359	0.171	0.128	0.109	0.036	0.003	0.067
	0.402	0.158	0.147	0.057	0.057	0.055	0.041
	0.500	0.159	0.108	0.092	0.087	0.076	0.057
	平均	0.420	0.163	0.128	0.086	0.077	0.071
5%	0.283	0.121	0.073	0.061	0.057	0.048	0.046
	0.279	0.125	0.089	0.079	0.058	0.042	0.038
	0.304	0.207	0.085	0.048	0.048	0.034	-
	平均	0.289	0.151	0.082	0.063	0.054	0.041
3%	0.228	0.095	0.073	0.052	0.050	0.043	0.042
	0.149	0.067	0.066	0.045	0.042	0.033	0.029
	0.179	0.073	0.066	0.057	0.052	0.052	0.042
	平均	0.185	0.078	0.068	0.051	0.048	0.043

表3 硝酸ミストの重量濃度 (mg HNO₃ / l ミスト)

濃度	老化時間 (分)						
	0	5	10	15	20	25	30
10%	0.432	0.184	0.050	0.026	0.021	0.015	0.015
	0.411	0.150	0.066	0.028	0.018	0.015	0.015
	0.419	0.146	0.065	0.036	0.023	0.016	0.015
	平均	0.421	0.160	0.060	0.030	0.021	0.015

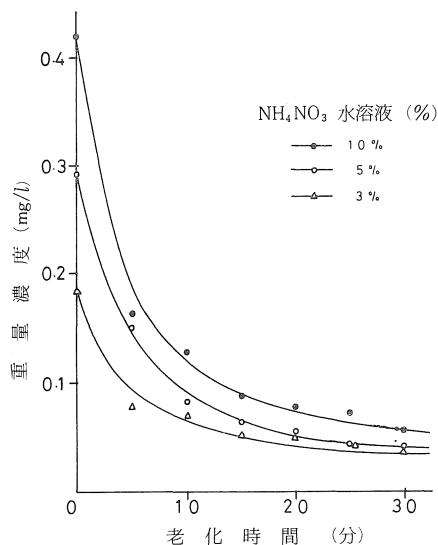


図5 硝酸アンモニウム水溶液ミストの重量濃度

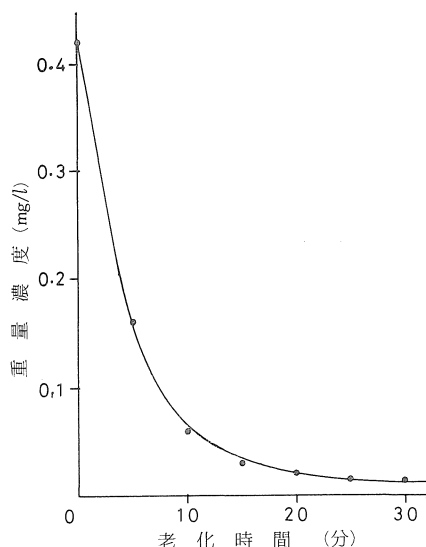


図6 硝酸(10%)水溶液ミストの重量濃度

ゲル膜つきスライドガラスの調製：ゲル物質としてゼラチン、寒天、アルギン酸ナトリウム、メチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、ポリビニルアルコールなどを選び、円形のスプレットの出来易さを実験した結果、ゼラチンを使用することにした。ゲル膜つきスライドガラスの作り方は下の通りである。

ゼラチン0.2gを温水50mlに溶かし、さらにグリセリン5gを加えた温水溶液(18.8g)にニトロン0.2gを蟻酸^{*8}1mlに溶かした溶液(1.4g)を加えて、ゼラチン-ニトロン-蟻酸の混合溶液^{*9}を調製し、これを温い内にスライドガラス^{*10}上に薄く流して放冷、膜状に固化させる(厚さ、50~200μ)。蟻酸の代わりに水酢酸でもよいが、刺激臭がより強いので好ましくない。

ゲル膜つきスライドガラスは調製後、まず乾燥剤(シリカゲル)の入っているデシケーター内に一夜放置し、次に乾燥剤の入っていないデシケーター内に保存した。保存期間は1ヶ月程度である。

ゲル膜上に硝酸や硝酸アンモニウム溶液のミスト粒子を落下させるとニトロン硝酸塩の白色で円形のスプレットができる。ミストチャンバーからミストを吸い出すために、長さ10cmのニプロン管^{*11}(内径5mm)をつけた注射器(容量100ml)を使った。

*6 窒素酸化物測定用—還元率90%以上
 *7 N-1-ナフチルエチレンジアミン二塩酸塩0.1g+水100mlの溶液
 *8 ニトロンは蟻酸、酢酸などに溶解するが、水に難溶

*9 ニトロンにつき1%(重量)
 *10 クロム酸混液中に一夜放置し、蒸留水で洗滌後、デシケーター内に保存し、これを随時使用
 *11 ポリ塩化ビニル-シリコンゴム製

油膜つきスライドガラスの調製：スライドガラス上に油状物質を薄く膜状に流し、これにミスト粒子（液滴）を浮遊させて顕微鏡下に観察，粒度を測定した。この場合，油膜用の油状物質は次の条件⁶⁾——

- 1) 表面張力が液滴のそれより小さいこと
- 2) 密度が液滴より小さいこと
- 3) 粘度は大きい方がよい
- 4) 液滴と溶解し合わないこと
- 5) 写真撮影上，無色透明であること

を満たすものであることが望ましいので，シリコンオイル，流動パラフィン，灯油，モービルオイル，スピンドル油，真空ポンプ用オイルなどをテストした結果，シリコンオイル^{*12}を用いることにした。ミスト粒子の捕集に際してはスライドガラス上に一様に塗ればよく（厚さ，100~500 μ ），化学スポット法の場合と同様に油膜中の粒子を顕微鏡下に観察し，あるいは顕微鏡写真（倍率，500倍以下）に撮って粒度を測定する（測定限界，直径0.5 μ 程度）。

油膜中およびゲル膜上の粒度分布の決定と検量線の作成：チャンパー内のスターラーを種々の定速度^{*13}で回転，空気流量を色々に変えて^{*14}ミストを定時間^{*15}充填後，スターラーを停止，ミストを放置し老化させつつ，注射器でチャンパーからミストを吸い出し，油膜およびゲル膜上に落下させることによりミスト粒子およびスポット粒子の直径を測定した。結果の一例を示すと表4(a)，図7および表4(b)，図8の如くで，ミストおよび

スポットの粒度分布は500個以上⁷⁾の粒子につき定方向径を測定して得たものである。

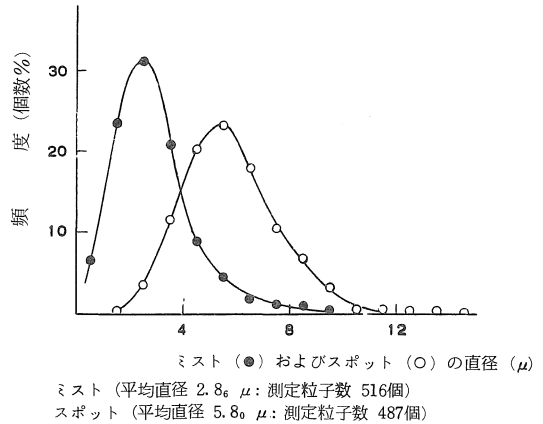


図7 硝酸アンモニウム水溶液(5%)ミスト(表4(a)参照)の油膜中およびゲル膜上の粒度分布

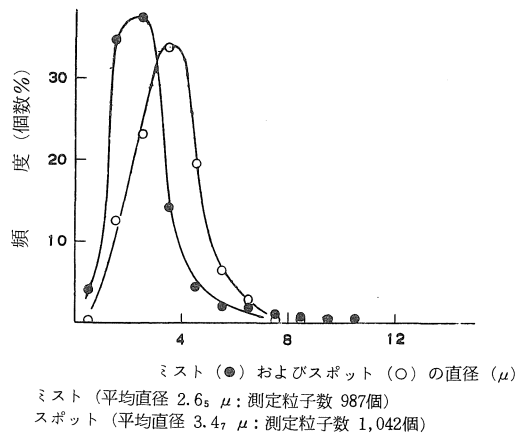


図8 硝酸(10%)ミスト(表4(b)参照)の油膜中およびゲル膜上の粒度分布

表4 油膜中およびゲル膜上の粒度

(a) 硝酸アンモニウム水溶液ミスト (溶液濃度5%, 回転速度60回/分, 空気流量5L/分, 充填時間5分, 老化時間10分)															
シリコンオイル膜上の粒度															
径径 (μ)	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15
個数	34	122	161	108	46	23	9	6	5	2	-	-	-	-	-
% (個数)	6.6	23.6	31.2	20.9	8.9	4.5	1.7	1.2	1.0	0.4	-	-	-	-	-
平均直径 5.80 μ															
流動パラフィン膜上の粒度															
個数	0	2	19	56	99	113	87	51	33	16	3	2	2	1	
% (個数)	0	0.4	3.9	11.5	20.3	23.2	17.9	10.5	6.8	3.2	0.6	0.6	0.4	0.4	0.2
平均直径 2.86 μ															
(b) 硝酸水溶液ミスト (溶液濃度10%, 回転速度60回/分, 空気流量5L/分, 充填時間10分, 老化時間0分)															
シリコンオイル膜上の粒度															
個数	24	342	371	140	43	20	19	11	7	5	5	-	-	-	-
% (個数)	2.4	34.7	37.6	14.2	4.4	2.0	1.9	1.1	0.7	0.5	0.5	-	-	-	-
平均直径 3.47 μ															
流動パラフィン膜上の粒度															
個数	3	131	241	353	204	68	30	7	4	1	-	-	-	-	-
% (個数)	0.3	12.6	23.1	33.9	19.6	6.5	2.9	0.7	0.4	0.1	-	-	-	-	-
平均直径 2.65 μ															

*12 信越シリコンオイルKF99(粘度15~25cs), 東芝

シリコンオイルTSF451(粘度10~1000cs) など

*13 60, 80回/分など

*14 4~7l/分

*15 5, 10分など

様々な条件の下で発生させたミストについて油膜中およびゲル膜上の粒度分布を測定し，これからそれぞれ平均直径を算出すると表5，表6の如くで，これらの間に直線関係が成立する(図9，図10)。これらの直線の方程式はそれぞれ下の通りである (y: スポット粒子の平均直径, x: ミスト粒子の直径)。

硝酸アンモニウム水溶液ミスト

10% : $y=2.63x$

5% : $y=2.10x$

3% : $y=1.72x$

硝酸水溶液ミスト

10% : $y=1.43x$

5% : $y=1.32x$

表5 硝酸アンモニウム水溶液ミストのミスト粒子とスポット粒子の粒度

10%水溶液		5%水溶液		3%水溶液	
液滴(μ)	スポット(μ)	液滴(μ)	スポット(μ)	液滴(μ)	スポット(μ)
3.66 (583)	9.26 (561)	3.48 (508)	7.94 (473)	3.05 (503)	5.95 (586)
2.57 (557)	7.34 (482)	3.28 (505)	6.86 (514)	3.09 (544)	5.07 (527)
2.42 (553)	5.90 (531)	2.85 (510)	6.47 (509)	2.78 (533)	4.59 (593)
2.24 (615)	6.32 (522)	2.86 (516)	5.80 (487)	2.49 (509)	4.39 (522)
2.15 (360)	5.74 (478)	1.87 (503)	3.77 (780)	2.20 (513)	4.02 (526)
2.01 (531)	4.85 (567)	1.69 (592)	3.76 (898)	1.87 (515)	3.61 (686)

*1 油膜に最良ニコニコイルTSF451-100(100cc)を使用し、他はすべて宿願ニコニコイルKF99を使用
*2 最良ニコニコイル参照

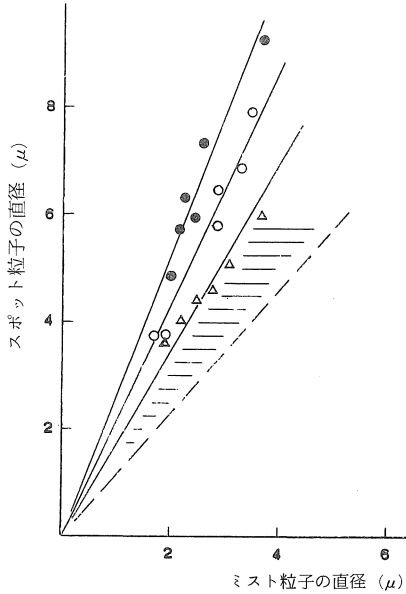


図9 ミスト粒子とスポット粒子の粒度間の関係 (硝酸アンモニウム水溶液, 10%●, 5%○, 3%△)

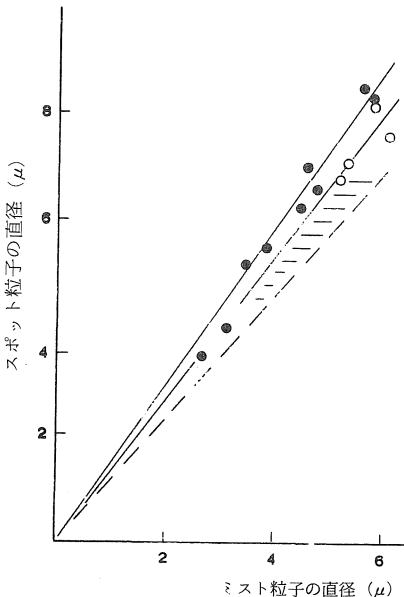


図10 ミスト粒子とスポット粒子の粒度間の関係 (硝酸, 10%●, 5%○)

表6 硝酸ミストのミスト粒子とスポット粒子の粒度

10%水溶液		5%水溶液	
液滴(μ)	スポット(μ)	液滴(μ)	スポット(μ)
5.78 (474)	8.29 (460)	6.08 (513)	7.57 (503)
5.60 (499)	8.47 (556)	5.80 (549)	8.12 (532)
4.78 (376)	6.57 (560)	5.33 (516)	7.07 (508)
4.60 (520)	7.00 (502)	5.18 (498)	6.78 (485)
4.47 (519)	6.24 (553)	-	-
3.84 (530)	5.49 (568)	-	-
3.46 (537)	5.17 (549)	-	-
3.11 (530)	4.00 (527)	-	-
2.65 (987)	3.47 (1042)	-	-

*1 油膜に最良ニコニコイルTSF451-100(100cc)を使用
*2 最良ニコニコイル参照

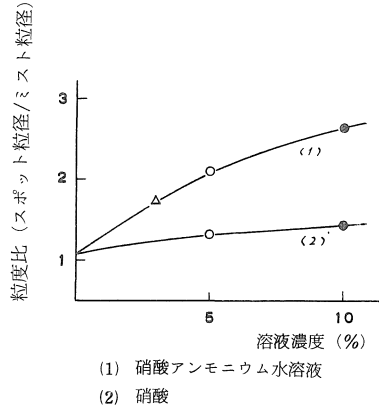


図11 溶液濃度による粒度比の変化

これらの直線の傾きと溶液の濃度の間の関係を図示すると図11の如くで、図中の曲線を外挿すると濃度0% (蒸留水)の傾きとして1.15が得られる。図9, 図10中にこの傾きの直線が破線で示してあるが、この結果からミスト粒子が硝酸アンモニウムあるいは硝酸についてそれぞれ3あるいは5%以下の場合にはミストの粒度間の関係が図中の斜線の領域内にあることが窺われる。

結果に対する考察

1) 重量濃度の減少速度からミスト粒子の粒度の算定: ミスト中の粗大粒子は重力のために沈降し去るが、一方、微細粒子は粒子のブラウン運動のために衝突、合一して粗大化し、あるいは器壁に向かって拡散、付着する。これらの過程のために表2, 表3および図5, 図6の如くミストの重量濃度が減少するが、これに対し次の関係が成

$$-\frac{dc}{c} = \frac{vdt}{H}$$

c: 老化時間 t における重量濃度
v: 老化時間 t における粒子の沈降速度
H: ミスト採取点の器底上高さ

立する。従って log c と t の間の曲線から v/H を読みとる

と下式 (Stokes の式)

$$v = \frac{2\rho g}{9\eta} \cdot r^2$$

ρ : ミスト粒子の密度 (1 g/cm^3)

g : 重力の加速度 (980 cm/sec^2)

η : ミスト媒体 (空気) の粘性係数
($1.8 \times 10^{-4}\text{ g/cm} \cdot \text{sec}$)

によって r (粒子半径) を算出することができる。

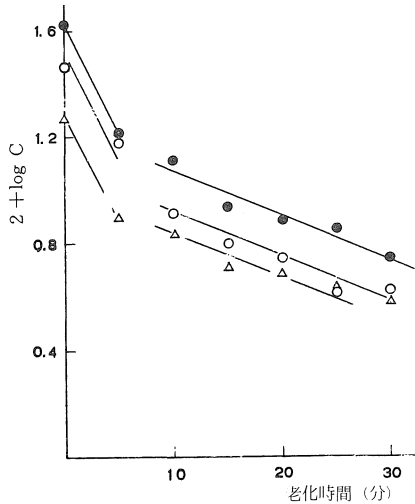


図12 硝酸アンモニウム水溶液 (10%●, 5%○, 3%△)ミストの重量濃度 (C) の時間的变化

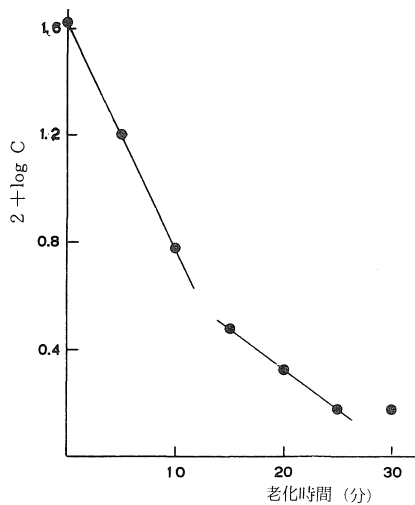


図13 硝酸(10%)ミストの重量濃度(C)の時間的变化

*16 $H = (\text{ミストチャンバーの高さ, } 30\text{cm}) - (\text{注射器のニプロン管の長さ, } 10\text{cm}) = 20\text{cm}$

*17 $C = 5, \rho = 1, M = 80$ (硝酸アンモニウム), 67 (硝酸), $M' = 312$ (ニトロン)

表2, 表3から作成すると図12, 図13が得られ, 図中の曲線に対し老化の初期, 後期などで勾配を読みとると, それぞれ, 表7 (左半部) の如くなるので, これから

表7 重量濃度減少速度から粒度の算定

ミスト	勾配 ($\times 10^{-3}\text{ sec}^{-1}$)		粒度 (直径 μ)	
	初期	後期	初期	後期
(10, 5, 3%)	- 1.4	- 0.29	4.6	2.1
(10%)	- 1.4	- 0.47	4.6	2.7

粒度を勘定したところ^{*16}, 表7 (右半部) の結果が得られた。この計算結果については, これに対応する実験結果がないので妥当性を検討することができないが, 表4 (a, b) の粒度分布 (測定値) や表5, 表6の平均粒径 (測定値) などから判断し, 恐らく正鵠を得ているのではなかろうかと思われる。

2) スポット粒子の粒度とミスト粒子の粒度の間関係: ミスト粒子がゲル膜上に落下することによって形成されたスポット粒子を半球と仮定すると次式

$$\frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \rho C}{M} = \frac{\frac{2}{3}\pi R^3 \rho' C'}{M'}$$

r : ミスト粒子の半径

ρ : 溶液の密度

C : 溶液中の硝酸アンモニウムあるいは硝酸の濃度 (%)

M : 硝酸アンモニウムあるいは硝酸の分子量

R : スポット粒子の半径

ρ' : ゲル膜の密度

C' : ゲル膜中のニトロンの濃度 (%)

M' : ニトロンの分子量

が成立する。一例として硝酸アンモニウム溶液 (5%) および硝酸 (5%) の場合を $C = 1(\%), \rho = 1(\text{ g/cm}^3)$ とみなして計算^{*17}すると R/r (検量線の勾配) として, それぞれ, 3.4および3.6が得られる。

しかし, ゲル膜中のニトロン濃度 (C') およびゲル膜密度 (ρ') をそれぞれ 1 (%) および $1(\text{ g/cm}^3)$ と置くことには合理性が乏しいので $C' = 6.3(\%)$ ^{*18} および

*18 ゼラチン0.2g, 水50ml, グリセリン5gの混合物か

ら, その18.8をニトロン0.2g, 蟻酸1ml (1.2g) の混合物 (1.4g) と混ぜて放置, ゲル膜を得ているので, 水50mlが全部ゲル膜中に含まれる場合には, ニトロン濃度1%であるが, 水が全部失われている場合にはゲル膜中のニトロンの濃度は, 下の如く, 6.3%と算出される。

$$\frac{0.2 + 5}{0.2 + 50 + 5} \times 18.8 = 1.77\%, \frac{0.2}{1.77 + 1.4} \times 100 = 6.3\%$$

$\rho = 1.5 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ と置いて計算すると、それぞれ 1.6 (硝酸アンモニウム溶液 5%) および 1.7 (硝酸 5%) が得られる。

同様に他の場合も計算したところ、結果は表 8 の通りであった。

表 8 スポット対ミスト粒度比の測定値と計算値

条件	硝酸アンモニウム溶液			硝酸		
	濃度 (%)			濃度 (%)		
測定値	1.0	5	3	1.0	5	
	2.6 ₃	2.1 ₀	1.7 ₂	1.4 ₃	1.3 ₂	
計算値	(1) $f' = 1, c = 1$	4.3	3.4	2.9	4.5	3.6
	(2) $f' = 1.5, c' = 6.3$	2.0	1.6	1.4	2.1	1.7

表によると計算値(2)の方が(1)よりも測定値と遥かに良く一致している。これは計算値(2)の方に合理性がより強いためであろうと考えられる。

おわりに

以上は基礎研究の結果の一端に過ぎず、従ってこれを現実の大気に適用して硝酸あるいは硝酸塩の煙霧体(ミスト、ダスト)の重量濃度や粒度分布などを調査し、成果をあげるためには、なお、種々の点を探究、解明しなければならない。例えば硝酸アンモニウムのダスト粒子に対する適用性の問題がその一例であるが、その外

- 1) 他の硝酸塩(硝酸ナトリウム, 硝酸カルシウム, 硝酸鉛など)の検討
- 2) 妨害物質の種類とその程度, とくに硫酸イオン, 亜硝酸イオンに対する追及

などの点があるし、進んでは重量濃度や粒度分布に関するこの方法の測定限界を拡大する努力が必要にもなろうと思われる。

文 献

- 1) C. W. Spicer, D. W. Miller: J. Air Poll. Contr. Assoc., 25 (1975), No. 9, 940~942; 26 (1976), No. 1, 45~50; R. Louw, Jvan Ham, H. Nieboer: 23 (1973), No. 8, 716~718
- 2) 藤江喜美子: 大気汚染研究, 10 (1975), No. 3, 6~20
- 3) 角脇 怜, 小島一郎, 小池一美: 愛知県公害調査報告, No. 4 (1976), 1~5
- 4) 佐野 悺, 藤谷 義保, 小島 晃, 石川 宗雄: 名古屋市衛生局報告, 昭37. 12月; 昭38. 4月
- 5) 佐野 悺, 藤谷 義保, 杉山 健: 日化, 76 (昭30), 466~468; 佐野 悺, 植野 泰夫: 日化, 90 (昭44), 47~52; 佐野 悺, 匹田 茂行, 植野 泰夫: 日化, 90 (昭44), 876~879; Y. Ueno, I. Sano: Bull. Chem. Soc. Japan, 44 (1971), 637~641; 佐野 悺, 植野 泰夫: 天気, 18 (昭46), 529~530; Y. Ueno, I. Sano: Bull. Chem. Soc. Japan, 45 (1972), 626~627; Y. Ueno, I. Sano: 45 (1972), 975~980; 植野 泰夫, 佐野 悺: 10 (昭48), 139~145; Y. Ueno, I. Sano: Chem. Letters (Chem. Soc. Japan), 1283~1288 (1973)
- 6) 佐野 悺, 植野 泰夫: 日化, 90 (昭44), 47~52; 宇敷建一, 井伊谷綱一, 粉体工学研究会誌, 13 (昭51), No. 6, 315~327
- 7) 佐野 悺, 植野 泰夫: 粉体工学研究会誌, 8 (昭46), No. 2, 94~98