

高湿度中に噴霧された水性 エアロゾル粒子径の挙動をさぐる

帝京大学

佐藤素一

茨城工専

清水 勲

はじめに

上気道は吸入気に湿度を与えて、mucous blanketからの脱水を防ぎ、湿潤を保ちつづけている。

エアロゾル療法は、薬剤をエアロゾル化して、ハナまたは口腔を経て治療対象部位に噴霧し、治療する方法だが、空气中（ガス体）に噴霧されたときの状態と、気道中、つまりある程度またはそれ以上の湿度が保たれているところに噴霧されたときとは、その粒径の挙動には差異を生じるものかどうか、または全く同じと考えて

よいのか、いままで hygroscopic な、例えば tobacco smoke とか、粉末、例えば塩のおのこの結晶を気道に入れた状態としての実験報告はあるが、水性エアロゾルを用いて行った粒径の気道内つまり高湿度中での変化についての記述はあまり見当たらない。

そこで、水性エアロゾルの高湿度環境下での粒径変化をさぐってみた。

実験環境

図1に示したとおりで、加湿器にはサンヨー

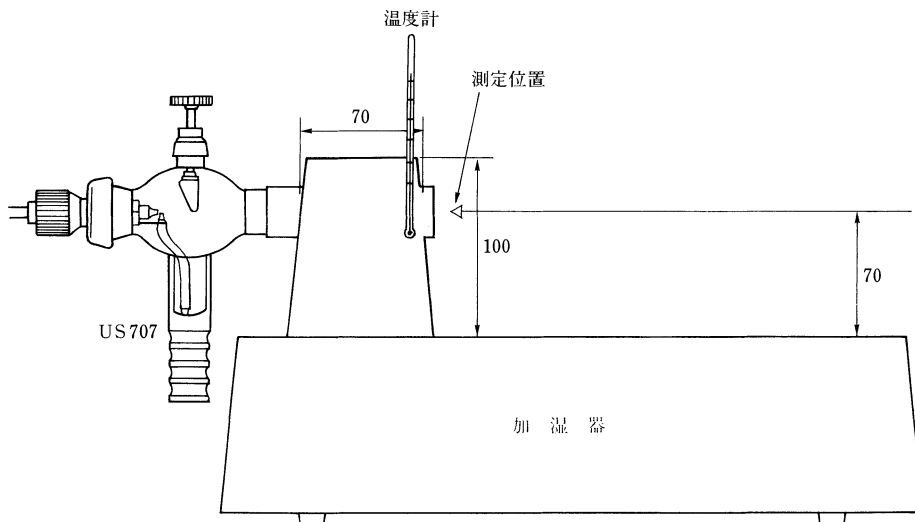


図-1

CFK-H450Fを使用し、コップを伏せたチアンバー内に吹出口をセットした。nebulizerはUS

707、コントローラー最上段の条件で、5%グリセリン液を用いた。

実験目的

図1の向って左側 nebulizerから噴霧圧力0.5 kg/cm²で噴霧される水性粒子がチャンバー内、すなわち高湿度内を通過した時点で粒径にいかなる変化を生ずるか、そのエアロゾル粒径の挙動をさぐるにある。

実験結果

粒径測定は清水の2ビーム光散乱粒子カウンタ法を用い、同時に粒径測定を正確づけるため、一部エアロゾル粒子をフルオロカーボン塗布のオブジェクトガラスに捕集、受止め法で検鏡、誤差のないよう配慮した。

表-1

データ数	: 100
最大粒径	: 24.25 [μm]
最小粒径	: 1.62 [μm]
平均粒径	: 5.55 [μm]

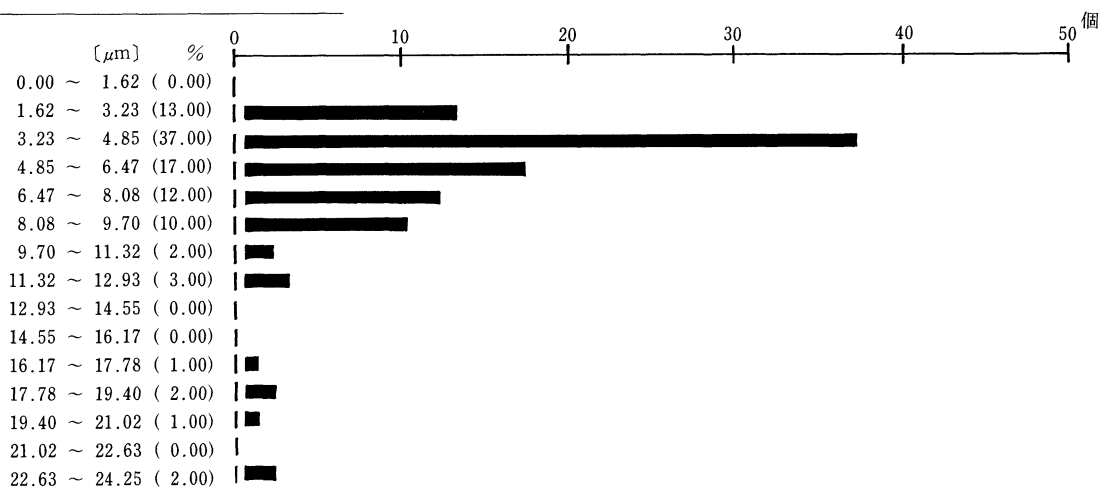


表1は加湿器から噴霧された水性エアロゾルの測定結果（100回分を測定）。

表2, 3は nebulizerから噴霧されたエアロゾルの粒径、これもおのおの100回ずつ測定し、平均粒径を求めた。

表4, 5はチャンバー内を通過して出てきた水性粒子の粒径で△印のところ測定した。

(図1参照)

考 按

それまでは、人体が吸入する空気は肺の近くにいたって加湿されると思われていたが、1829年 Magendieは、この現象は既に上気道で行われていることを認め、ついで57年後 Aschenbrandtは12℃の吸気が後部咽頭を通過する時点で30℃に上昇することを発表し、その後多数の研

究者がこれを追認し、この方面の検索が拡大していった。その後、温度だけでなく、呼気に対する湿度の問題も取り上げられ、吸気同様、上気道粘膜がこれに関与していることが明らかにされ、鼻直前で0℃近くの寒気も気管に入れば30℃~32℃に加湿され、37℃体温の人体では湿度もおおむね100%に保たれることが明らかになった。

さて、現在行われている医用エアロゾル療法は薬剤をエアロゾルのかたちで気道に噴霧し、目的個所の病態を改善しようとするもので、このエアロゾル導入方法として鼻疾患であれば nostril から、下部気道を対象とするならば through mouth で入れるか、その手段はいろいろ考えられてはいるが、この両者のいずれにしろ、

表-2

ネビライザー ONLY	No.1
データ数	: 100
最大粒径	: 63.05 [μm]
最小粒径	: 4.85 [μm]
平均粒径	: 24.43 [μm]

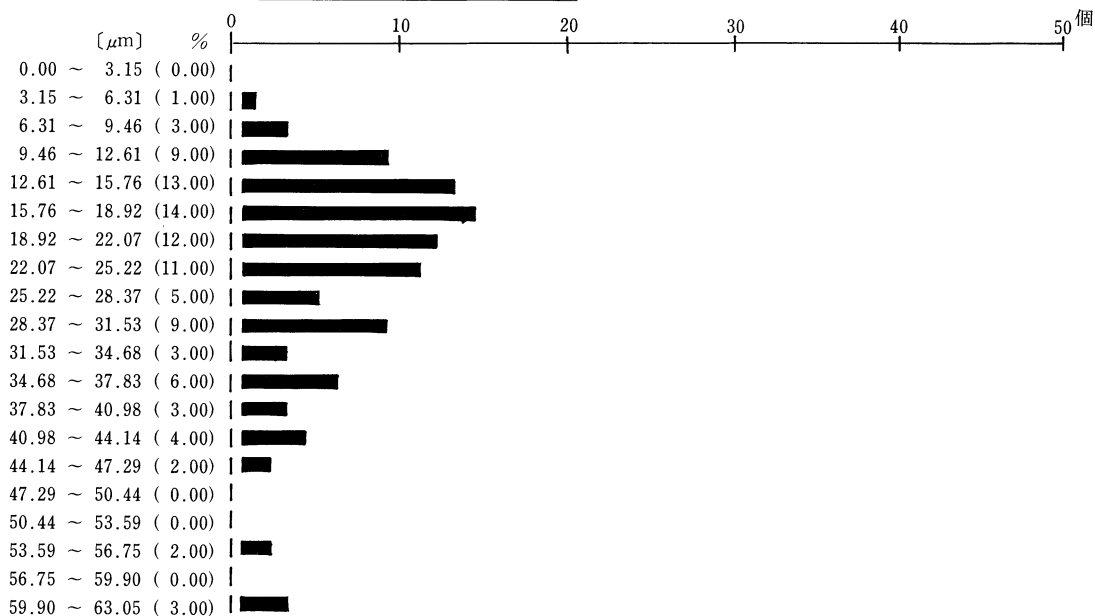


表-3

ネビライザー ONLY	No.2
データ数	: 100
最大粒径	: 87.30 [μm]
最小粒径	: 4.85 [μm]
平均粒径	: 22.73 [μm]

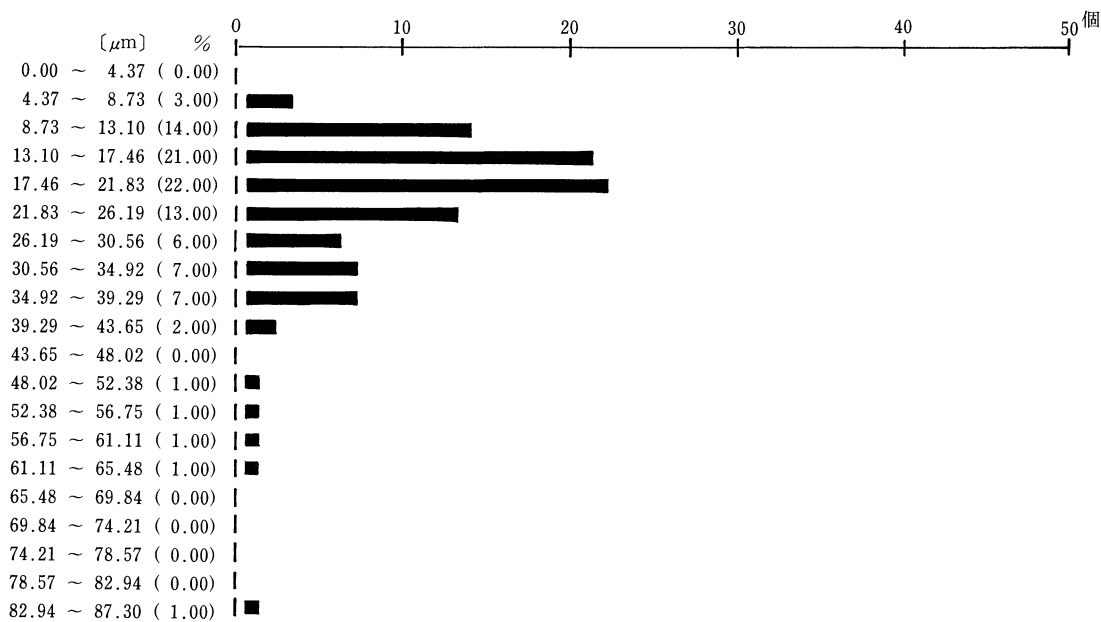


表-4 ネビライザー&カシツキ t =37°C No.1

データ数	: 100
最大粒径	: 135.80 [μm]
最小粒径	: 12.93 [μm]
平均粒径	: 47.66 [μm]

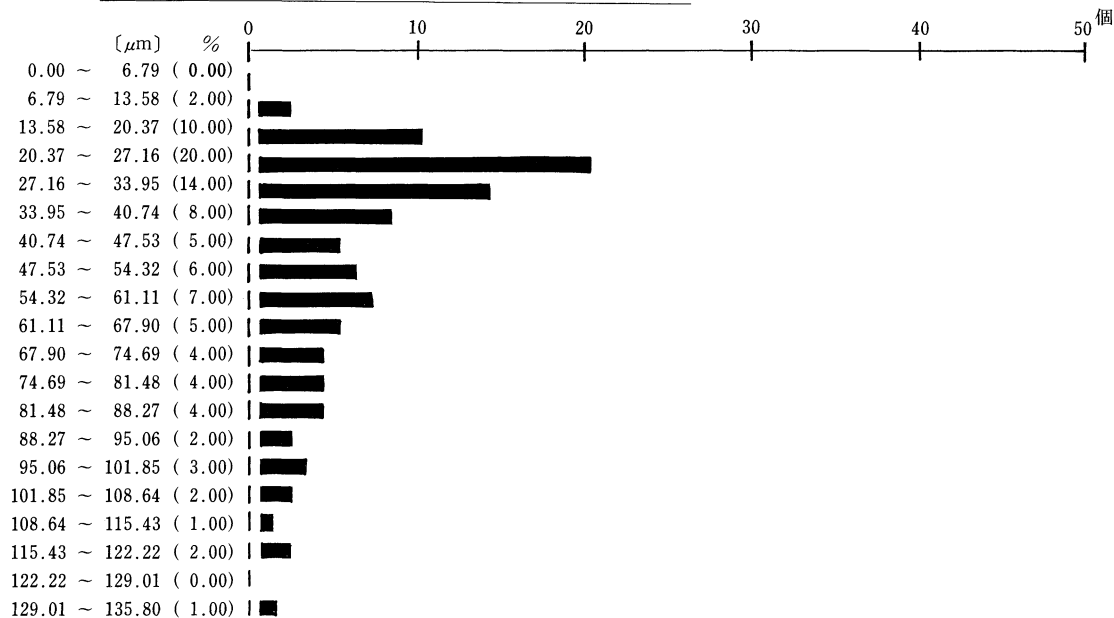
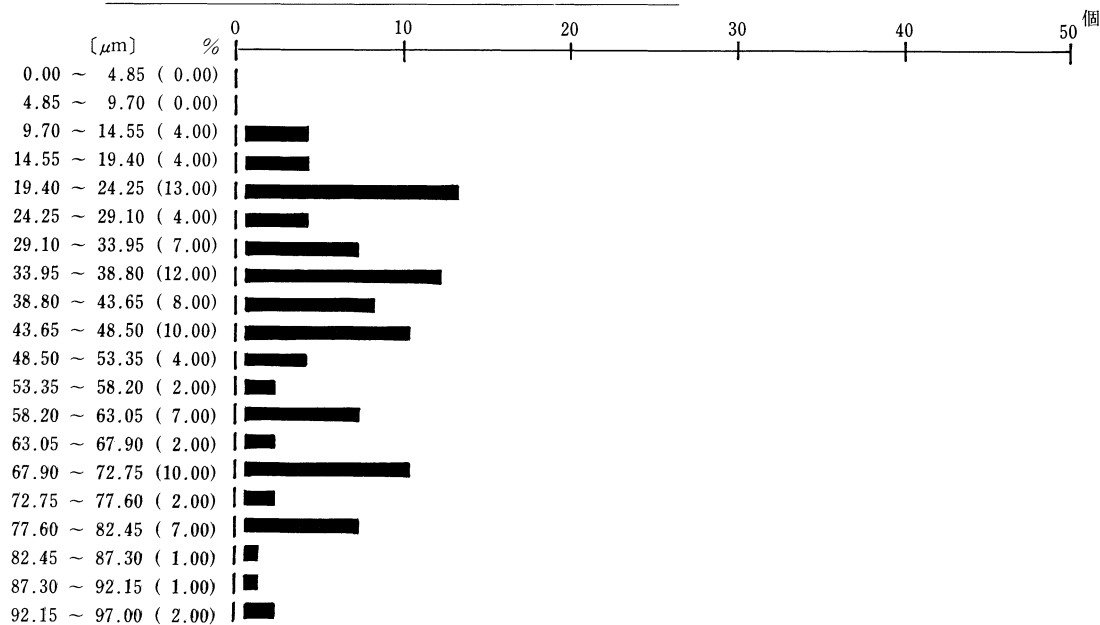


表-5 ネビライザー&カシツキ t =37°C No.2

データ数	: 100
最大粒径	: 97.00 [μm]
最小粒径	: 12.93 [μm]
平均粒径	: 45.35 [μm]



エアロゾル療法の原点である使用主成分は有効量の最小限を用い、副作用をできるだけ少なくし、目的個所以外への無駄な薬液附着を避けつつ、しかも最大の効果が挙るよう実施すべきではあるが、それには使用薬剤にどんな条件を附与したらよろしいか、懸案事項は少なくない。

今回はこのうちの1つ、湿度の問題をとり上げてみた。それは、噴霧薬液がいったん体腔内に入り、高湿度環境下におかれた場合、その粒径はいかなる挙動を示すのであろうか、その基本的問題についてさぐってみた。

エアロゾル療法に用いられる薬剤はそのおのおの分類で、その目的とする薬効を果し、有効性を発揮するものが多いところから、各部位の粘膜並びに各個所の receptor に作用していることはうなづけるが、生体気道各部位の温度、湿度は緻密に現存しており、呼吸パターンに伴い刻々と変化し、複雑であると同時に外気の温度差、湿度差によりめまぐるしく変化しよう。

そこで、本実験においては、チャンバー内の温度37°C、湿度100%設定に苦心した、例えば、チャンバー内を加温するために内部に発熱体を置くとか、外部から加熱しようとするれば、チャンバー内のエアロゾル粒子の流動が起り、温度並びに湿度が渦流化して均一性を欠き、エアロゾル発生装置から出る粒子の噴霧流が乱れて、目的とする粒径をとらえられにくくなること、またチャンバー内の容積が大き過ぎるとチャンバー内粒子の sedimentation, diffusion が増大し、エアロゾル発生装置からの噴霧流に mobilization が起り、凝集が均一化しないことなどがある。結局、チャンバー内の湿度を100%に近づけ、なおかつ内部温度を37°Cにするため、加湿器に入れる水（グリセリンを5%加えてある）の温度を約70°Cに上げて加湿器を作動させ、数十回の実験の結果、チャンバー内の温度が平均して37°C、湿度 (relative humidity) 100%になるのを待って、エアロゾル発生装置（この場合 nebulizer）からの噴霧を開始した。

その結果は表に（表2、3及び表4、5で平均粒径のところをみていただきたい）示すとおりで、nebulizer の out put から出る水性エアロゾ

ル平均粒径は、チャンバーを通過した時点で約2倍になって観測された。従って、チャンバー内での水性エアロゾル相互間の凝集が起ってこの結果が生じたと考えられる。

加湿器内並びに nebulize する液体に5%グリセリン溶液を用いたのは、通常用いられている水性エアロゾル用薬液が5%グリセリン相当の粘度を保たせてあること、単なる水では、初め行った実験で、チャンバー内でうまく凝集が起らなかったことの原因による。しかし一方、いかなる大きさの粒径の水性エアロゾル粒子も、おのおの、本実験結果と同じくおおむねその粒径が2倍になるかどうか判らない。その理由として、極めて小さい粒子、また反対にかなり粒径の大きな粒子が、それぞれに湿度100%の条件下で同様の凝集現象を起すかは不詳であり、それなりにまた実験する必要がある。だが、本実験は通常われわれが実際に治療に用いているごく一般的な条件での粒径を対象として行ったもので、おおかたの傾向はつかめたと思う。

Reference

- 1) Shapiro, B. A., et al.
Respiratory care 2nd Edi.
Chicago; Year book med. pub. Inc. 164p.
1979.
- 2) Klin, E. F., et al.
Performance characteristics of conventional and prototype humidifiers and nebulizers
Chest, vol. 64, 690 p. Dec. 1973.
- 3) Walker, J. E. C., Wells, R. E.
Heat and water exchange in the respiratory tract
Amer. J. Med., 259p. 1961
- 4) Cushing, I. E., Miller, W. F.
Considerations in humidification by nebulization
Chest, vol. 34 388 p. 1958
- 5) Houtman, R. F. Morgan, A.
Respiratory defence mechanism
New York; Dekker, 125p. 1977

討 論

質問；海野（旭川医大）

水溶性粒子について述べられたが，例えばフレオンで噴出されるような固形の物質は水蒸気下でどうなるか。

応答；佐藤（帝京大）

おっしゃる様にエアロゾルには大別して，solidとliquidがあり，このうちsolidについては実験してないので不詳，過去の文献（微粉末・食塩など）を参照いただければ，と思います。