

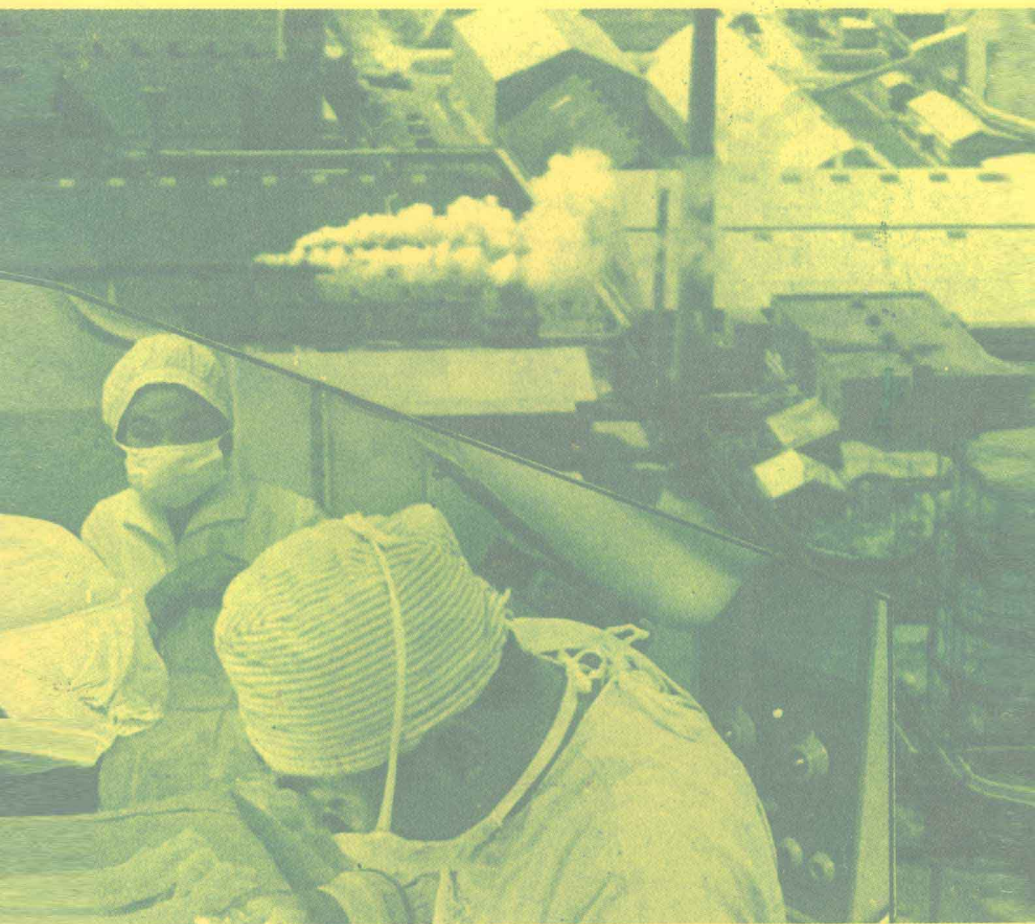
空氣淨化技術用書

氣溶膠工學應用

Theory and Application
of AEROSOL

一、空氣污染與防治

二、空氣淨化無塵菌



高橋幹二編著

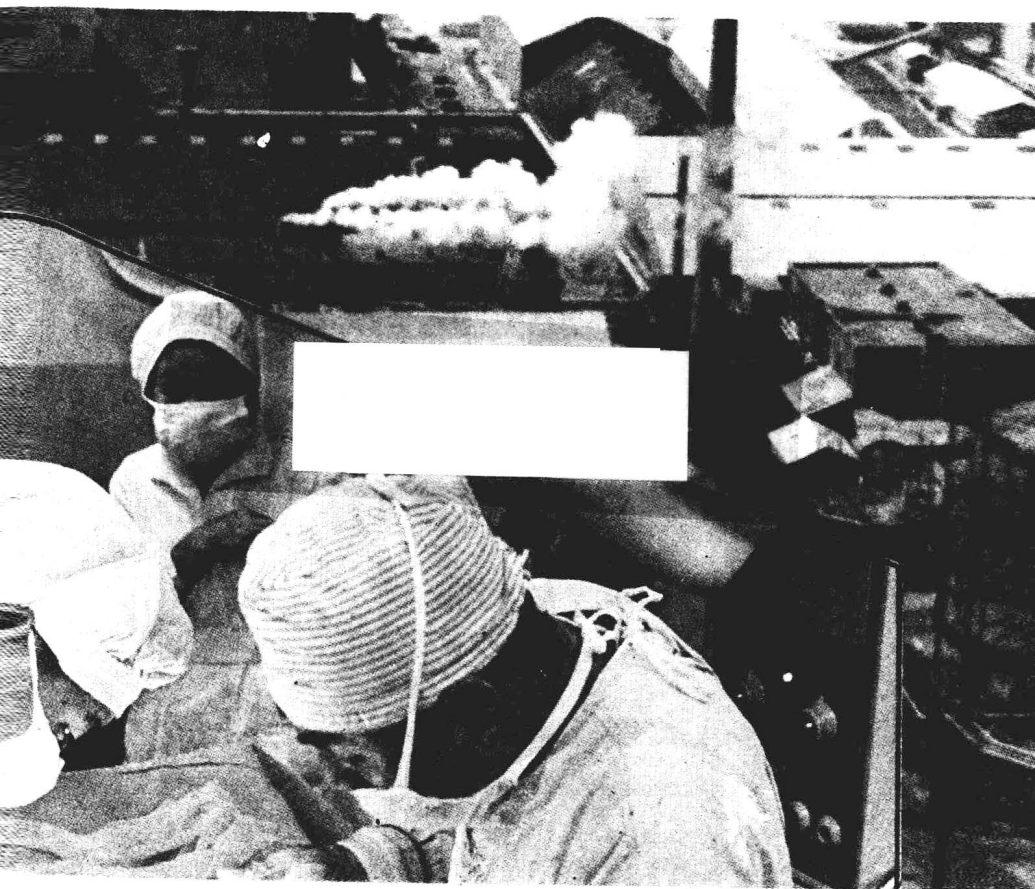
高正雄譯著

空氣淨化技術用書

氣溶膠工學應用

Theory and Application
of AEROSOL

- 一、空氣污染與防治
- 二、空氣淨化無塵菌



高橋幹二編著

高正雄譯著

中華民國七十四年二月一日出版

氣溶膠工學應用

原著者：高橋幹二

譯著者：高正雄

出版者：復漢出版社

地址：台南市德光街六五一號

郵政劃撥三一五九一號

發行人：沈岳林

印刷者：國發印刷廠

地址：台南市安平路五五六號

打字者：克林照相植字排版打字行

地址：台南市海安路和平街一二七巷一二號

本社業經行政院新聞局核准登記局版台業字第○四○二號

版權所有
翻印必究

B 平裝 二四〇元
精裝 二八〇元

編集・執筆者一覧（執筆順）

	所 属	分 担
高 橋 幹 二	京都大学原子エネルギー研究所	[全般, 1章, 2章], (1章, 2章; ただし a を除く)
伊 藤 春 海	京都大学医学部附属病院	(1.1 節, 1.3.3 項) ^a
笠 原 三紀夫	京都大学原子エネルギー研究所	(2.3 節) ^a
江 見 準	金沢大学工学部化学工学科	[3章], (3章; ただし b を除く)
金 岡 千嘉男	金沢大学工学部化学工学科	(3.4 節) ^b
早 川 一 也	東京工業大学工学部建築学科	[4章], (4章)
向 阪 保 雄	大阪府立大学工学部化学工学科	[5章], (5章; ただし c を除く)
伊 藤 正 行	京都大学原子エネルギー研究所	(5.1.6 項) ^c
東 野 達	京都大学原子エネルギー研究所	(5.1.7 項) ^c

[] は編集, () は執筆

序

氣溶膠 (aerosol) 工學是『究明氣溶膠粒子在各種環境的性狀和舉動，並着眼於與其他相的相互作用或其功用而評價或控制的科學技術領域』，其關連分野極多，將之有系統地整理成氣溶膠工學乃筆者多年的心願。

歐洲氣溶膠學會已創設10多年，1982年發起美國氣溶膠學會，1983年8月——也召開綜合性的『氣溶膠研究討論會』，有來自各分野約300人參加。

氣溶膠關連很多分野，本書盡量網羅其中的應用、實際問題，但重點在產業醫學、大氣污染、室內環境等分野與它們的基礎力學或工學問題。

第1章敘述經由呼吸作用的氣溶膠與人體的關係，也論及氣溶膠的醫學利用。第2章對關連大氣污染問題的大氣氣溶膠，以大氣中的輸送與變質為中心敘述。第3章對氣溶膠粒子的捕集和集塵，解說實際上的問題與其基礎的粒子動力學。第4章敘述室內環境空氣中的氣溶膠——特別是清淨室、生物學清淨室等問題，第5章解說氣溶膠的測定與實驗技術的最近問題。

本書的讀者可能各有不同的專門分野，關心的領域也各異，所以各章力求能獨立瞭解，各基礎事項請參閱基礎篇各章節。

用語或記號盡量全體統一，不過，各章專門分野也沿用一部份慣用者。單位併用CGS單位與工學單位，主要單位與SI單位的換算詳附錄。

本書各章由學有專長的人士執筆，謹對各專家的研究成果致敬意，並感謝對本書的協力。

編 者

1984年10月

記 號 表

(主要的記號)

A : 投影斷面積; 反射率	h, h_K, h_L : 流體力學因子, 桑原的因子, Lamb 的因子
a : 粒子半徑; 纖維半徑	I : 光強度; 電流; 放射線強度; 降雨強度
B : 粒子的移動度; 亮度	i : 虛數單位; 化學種
B_s : 粒子的電氣移動度 ($=Bq$)	J : 輸送通量
b : 潤度	K : 凝集常數; 響應函數
C : 蒸氣(粒子)的質量濃度; 對比	$K_C, K_G, K_I, K_M, K_{EC}$: 有關靜電力的參數(表 3.5, 表 3.14)
C_c : Cunningham 的補正項	K_s : 各種外力參數
C_D : 阻力係數	K_{ext} : 光的衰減係數
D : 擴散係數(Brown 運動); 粒子量	K_f, K_p, K_r : 有關濾清器的參數(表 3.10)
D_f : 條紋間隔	Kn : Knudsen 數 ($=2l/d_p$)
d_c : 捕集體的代表徑	k : Boltzmann 常數
d_f : 纖維直徑	k : 速度常數(附加各種腳字)
d_p : 粒子直徑(d 附加各種腳字)	k : 波數向量
E : 粒子捕集效率; 能量; 電場強度	L : 長度; Obukhov 長度; 水分濃度
e : 電氣素量	l : 管長; 纖維長; 洩漏率
e : 自然對數的底 ($=2.7182818$)	l, l_B, l_i : 氣體分子(粒子, 離子)的平均自由行程
F : 外力; 函數	M : 氣體分子量; 物質總量
F_D : 抗力	m : 分子或粒子質量; 光的折射率 ($=n-in'$)
f : 函數; 周波數	N : Avogadro 數; 粒子數濃度; 換氣次數
f_D : Doppler 周波數偏移	
G : 熱運動速度; 重力參數 ($=v_s/u$); 自己相關函數	
g : 重力加速度; 函數	
H : 高度; 硬度	

n : 分子或粒子的個數濃度；折 射率的實數部；粒度分布函 數	u_* : 摩擦速度
n' : 折射率的虛數部	V : 粒子體積；容積；電壓；視 程；空氣量
P : 壓力；信號強度；通過率	V, v : 粒子速度（附加各種腳字）
Pe : Peclet 數 ($=ud/D$)	v_d : 沈着速度
p : 蒸氣壓；荷電數	V_s, v_s : 重力沈降速度
Q : 流量；換氣量；污染物放出 率	W : 寬度；物質重量
Q_a, Q_{att}, Q_s : 吸收（衰減，散射） 斷面積	w : 降水洗淨比
q : 帶電量 ($=pe$)	α : 光散射粒徑參數 ($=\pi d_p/\lambda$) ；纖維充填率
q : 光散射向量	α_m : 運動量 accommodation factor
R : 半徑（曲率，圓管，容器， 液滴）；($=d_p/d_c$)；沈着量	β : 粒子沈着常數；粒子凝集函 數
R : 氣體常數	γ : 表面張力
Re : Reynolds 數 ($=ud/\nu, ux/\nu$)	δ : 微小量
R_f : 再飛散係數	ε : 電介質常數率；亂流擴散係 數；rain-out 效率
r : 距離；反射率	ε_0 : 空氣電介質常數
r : 空間向量	η : 結合係數；捕集，沈着等各 種效率（附加各種腳字）； 信號的 visibility
S : 面積；蒸氣壓的過飽和度； 表面強度；發生源強度	θ : 各種角度
Sc : Schmidt 數 ($=\nu/D$)	k : Kármán 常數
Sh : Sherwood 數	Λ : 降水洗淨率；飛散率
Stk : 慣性參數 ($=\tau_p u/R$)	λ : 熱傳導率；光的波長；淨化 作用常數
s : 粒子飛程	μ : 粘度；質量吸收係數
T : 溫度	ν : 動粘度 ($=\mu/\rho_f$)
$T_{1/2}$: 半減時間	ρ : 密度
t : 時間；透過率	σ : 標準偏差；擴散幅度
U, u : 速度（媒質氣體，流體的）	τ : 時間；遲延時間
u : 速度或空塔速度（第 3 章）	

τ_p : 粒子緩和時間 ($=d_p^2 \rho_p C_c / 18\mu$)
 Φ, ϕ : 輸送通量; 偏光角; 體積濃度; 形狀係數
 φ : 相位差; 函數
 Ψ : 慣性參數 ($=Stk/2$)
 ψ : 流動函數
 χ : 大氣擴散函數
 Ω : 乾性沈着率
 ω : 角速度; 角周波數

腳字

a : 吸收
 ae : 空氣力學的
 B : Brown 運動
 C, c : 離心力; 界限值; 捕集體
 D : 擴散
 E : 電氣的; 呼氣
 e : 電氣的; 外力
 f : 媒質氣體
 G : 重力; 氣體分子

g : 氣體
 I : 慣性
 i : 離子; 次數
 m : 運動量
 n : 法線成分
 p : 粒子
 R : 遮斷
 r : 相對的; 極座標半徑方向
 s : 散射
 T, t : 亂流; 熱; 全效果
 w : 水
 x, y, g : 直角座標的各方向
 0 : 初期值; 基準值

肩字

f : 風扇模型濾清器
 r : 實濾清器
 $*$: 平衡量
 $+$: 無次元量
 $\sim$: 無次元量

氣溶膠工學・應用篇／目次

第1章	空氣膠溶體與人體	1
1.1	呼吸與粒子的吸入	1
1.1.1	呼吸器官的構造與機能	1
1.1.2	沈着粒子在身體內的舉動	7
1.2	吸入粒子的沈着與動力學的計算模型	11
1.2.1	吸入沈着實驗例	11
1.2.2	粒子沈着的模型	17
1.3	空氣膠溶體的曝露與吸入投與	27
1.3.1	曝露與吸入	27
1.3.2	吸入用空氣膠溶體的發生	31
1.3.3	空氣膠溶體醫藥的利用	32
1.4	防護吸入有害的粒子	34
1.4.1	環境空氣中的粒子濃度基準	34
1.4.2	粉塵的吸入防止的對策	34
1.4.3	作業環境的粉塵測定法	35
第2章	大氣氣溶膠	38
2.1	大氣氣溶膠諸特性	38
2.1.1	概說	38
2.1.2	粒子的種類與粒度分佈	39
2.1.3	粒子的化學組成	42
2.2	粒子狀大氣污染物質	45
2.2.1	濃度變化的模樣	45
2.2.2	發生源與粒子的性狀	48
2.2.3	發生源的追查	49
2.3	氣體狀物質的粒子轉換與粒子的變質	53

2.3.1	氣體的粒子轉換	53
2.3.2	大氣中氣體的粒子轉換	61
2.3.3	粒子的性狀變化與動態模型	64
2.3.4	伴有物理化學變化的物質之大氣輸送模型	72
2.4	大氣與地表之間的輸送	77
2.4.1	往地表的乾性沈着	77
2.4.2	降水所致的洗淨	82
2.4.3	從地表的沈着與大氣中的濃度	86
2.4.4	地表的飛散	90
2.5	大氣的混濁	94
2.5.1	氣溶膠粒子所致光的散射和衰減	94
2.5.2	視程	95
2.5.3	氣溶膠與太陽能收支	99
2.6	大氣氣溶膠粒子的抽樣與測定	100
2.6.1	抽樣	100
2.6.2	濃度、粒徑測定	103
2.6.3	粒子的組成分析	107
2.6.4	大氣中的放射能測定法	110

第3章 粒子的捕集理論與集塵性能 112

3.1	氣溶膠動力學與沈着現象概要	112
3.2	粒子往各種障礙物壁的沈着	115
3.2.1	單一體捕集效率	115
3.2.2	粒子運動的基礎式與單一體捕集效率	116
3.2.3	往各種障礙物壁的慣性衝撞效率	119
3.2.4	遮蔽所致的衝撞效率	124
3.2.5	單一球的擴散捕集效率	124
3.2.6	各種沈着機構對衝撞效率的影響	125
3.3	空氣濾清器的集塵理論	126
3.3.1	裝置的形式和濾材構造	126
3.3.2	濾清器構造的模型化與體系化	128

3.3.3	纖維層濾清器的捕集效率與捕集機構	128
3.3.4	各機構的單一纖維捕集效率	131
3.3.5	捕集效率的粒徑及速度依存性與最小捕集效率	139
3.3.6	靜電纖維層濾清器的粒子捕集性能	140
3.3.7	高性能濾清器的集塵性能	147
3.3.8	壓力損失	150
3.3.9	粒子的附着和再飛散	152
3.4	集塵法的理論與實際	155
3.4.1	集塵裝置的種類與特色	155
3.4.2	重力集塵	155
3.4.3	慣性集塵	158
3.4.4	過濾集塵	159
3.4.5	洗淨集塵	169
3.4.6	離心集塵	173
3.4.7	電氣集塵	174
3.4.8	音波集塵	177

第 4 章 室內空氣的污染 178

4.1	建築物內的空氣污染	178
4.2	室內空氣污染物質	179
4.2.1	室內空氣污染物質的種類和性質	179
4.2.2	室內空氣污染物質的發生	181
4.2.3	室內空氣污染物質濃度的計算	181
4.3	室內空氣污染物質的除去	187
4.3.1	室內空氣淨化計劃	187
4.3.2	空氣清淨裝置的種類	189
4.3.3	粉塵用空氣清淨裝置	190
4.4	清淨室	195
4.4.1	清淨室的定義及必要性	195
4.4.2	清淨室的對象污染物質	196
4.4.3	清淨室的方式與比較	199

4.5	生物學清淨室	202
4.5.1	生物學清淨室的定義與必要性	202
4.5.2	生物學清淨室的對象污染物質	203
4.5.3	生物學清淨室的方式與比較	205

第 5 章 應用氣溶膠計測及實驗技術 207

5.1	最近粒徑測定法的進步	207
5.1.1	粒徑測定法的概要與研究現況	207
5.1.2	低壓 impactor 法	210
5.1.3	氣溶膠束法	213
5.1.4	微分型 mobility analyzer	215
5.1.5	凝結核測定器	220
5.1.6	雷射光散射光譜學	222
5.1.7	測定粒度分佈時的資料處理	228
5.2	氣溶膠實驗技術	232
5.2.1	超微小標準氣溶膠粒子的發生法	233
5.2.2	用可視化手法測定粒徑、電荷、電氣移動度、密度及熱 泳動速度	234
5.2.3	超微小氣溶膠粒子的可視化	238
5.2.4	氣溶膠粒子的中和及帶電	239
5.2.5	氣溶膠的稀釋	241
5.2.6	粒徑及濃度測定器的校正	241
5.2.7	實驗上應注意的若干現象	244
5.2.8	各種標準粒子發生法與粒徑測定法的適用範圍	246

附錄 I	國際單位系 (SI)	247
附錄 II	相關的 JIS 規格	248
附錄 III	環境空氣中的粉塵濃度基準	254
附錄 IV	清淨室、清淨作業台的粒子濃度基準	256

1. 空氣膠溶體與人體

(譯註：空氣膠溶體 = aero sol，或譯氣溶膠)

1.1 呼吸與粒子的吸入

1.1.1 呼吸器官的構造與機能

(1) 呼吸器官的一般構造

呼吸器官(圖 1.1)最重要的機能是從外界取入氧，排出二氧化碳的氣體交換。身體為此而具備氣體交換領域(respiratory zone)、遷移領域(transitional zone)、傳導領域(conductive zone)。在呼吸器官深處的肺泡(alveolus)進行氣體交換，肺泡表面被極薄的上皮($0.5\mu\text{m}$ 以內)包覆，其下有豐富的毛細血管網。氧與二氧化碳依濃度斜度在肺泡上皮與血管壁擴散，氧從肺泡取入血液中，二氧化碳從血液中排出於肺泡內，這些氣體的移行量約 $150 \sim 200 \text{ cm}^3/\text{min}$ ，肺泡內的這些氣體濃度只在小範圍內變動，理由是肺泡的全容積大於氧的吸收與二氧化碳排出量，吸入與呼出(安靜時約 $500 \text{ cm}^3/\text{次}$)

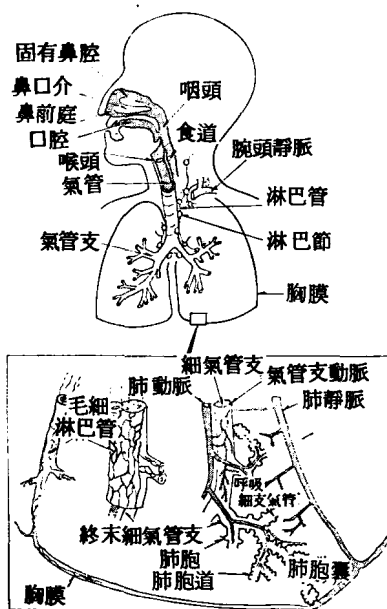


圖 1.1 呼吸器的構造

上段為上部氣道(N-P)與氣管、氣管支(T-B)。心臟省略，出自右心室的肺動脈沿氣管支到達末梢，來自末梢肺的淋巴液經肺門、氣管周圍的淋巴節，注入腕頭靜脈。

下段為末梢構造，細氣管支有固有的營養血管之氣管支動脈。肺動脈沿氣道系到達肺泡，形成毛細血管網後，細氣管支、肺動靜脈分別被毛細淋巴管網包住。

）逐步洗出老舊肺泡氣。吹入與呼出用氣體傳導路從中樞部起依序為鼻腔（nasal cavity）、口腔（oral cavity）、咽頭（pharynx）、喉頭（larynx）、氣管（trachea）、氣管支（bronchus）、細氣管支（bronchiole）。

氣體依吸氣與呼氣運動在這些腔內往復運動。呼吸運動形式肺泡內壓與大氣壓的壓力斜度引起此氣流。亦即，吸氣時，肺泡內壓成為陰壓（大氣壓以下），空氣從鼻腔流入，呼氣時相反。遷移領域為呼吸細氣管支（respiratory bronchiole），肺泡在管壁各處開口，兼任氣體交換與傳導路。吸入的空氣膠溶體在從鼻孔到肺泡的流路內沈著。沈著是依存於局部流動狀態與空氣膠溶體粒子的物理性質。把鼻腔到肺泡的各流路模型化，可在理論上考察呼吸狀態、空氣膠溶體粒子的大小等所致的沈著量與沈著模樣的變化（1.2）。為瞭解沈著的空氣膠溶體粒子在身體內的舉動，須認識下述呼吸器官的生物學。

呼吸器官內面被上皮細胞包覆，其中，傳導路的上皮有很多線毛，上皮或其下的粘液腺產生分泌液，包覆上皮或線毛。分泌液藉線毛的規則性拍動，不斷運動咽頭，從該處藉嚥而下連同唾液等流往食道。分泌液供給的水分或熱對吸入氣供應濕度和熱，以免末端肺泡乾燥。沈著的空氣膠溶體最先接觸的即是分泌液層。空氣膠溶體粒子為不溶性，因連同分泌液運往咽頭，不會永久停留於沈著部位。

呼吸器的上皮下有豐富的血管網，這是要供養能源代謝旺盛的上皮細胞，因而，溶性的空氣膠溶體粒子通過分泌液層→上皮→上皮下組織→血管各部份，進入血流。此通過速度比消化管的吸收迅速，所以，不易從血管或消化管投藥時，或可以空氣膠溶體的形態經呼吸器官投與藥劑。未被血流或線毛較迅速處理的沈著粒子進入淋巴組織。淋巴組織再吸收血管漏出的水分或蛋白，以免組織浮腫。有害的空氣膠溶體粒子從淋巴管運到淋巴節，在此無害化，誘發免疫反應，防禦身體。淋巴管詳後述。

傳導路的上皮下有神經末端分佈，對氣道所受的物理、化學刺激起反應。密切關連防禦的反應是噴嚏、咳嗽、氣道收縮。噴嚏、咳嗽之際，深吸氣後接著急速呼氣，把沈著物噴向外界。

（2）上部氣道（upper airways）

氣體傳導路依構造的不同分爲上部氣道、氣管、氣管支，後者的分枝構造很獨特。上部氣道包括鼻孔（nostril）到喉頭的領域，簡稱N-P領域。

鼻腔是人體最先接觸外氣的部份，有各種巧妙的形態及機能特色，鼻腔全長爲10cm以內，以從鼻孔起1.5～2cm深的內孔分爲前方的鼻前庭與後方的固有鼻腔。鼻前庭成向下的漏斗狀，有鼻毛。前庭部主軸從水平向上60°，所以到達鼻孔的吸入氣向下畫凸弧而吸上，所以，質量大空氣膠溶體粒子不被吸氣捕捉。內孔是鼻腔中最窄的細縫狀部份，流路寬度爲2mm以內。此部份的吸入氣顯著加速，在固有鼻腔內再減速，流路大致成水平，此流路的集束、散開、位移使吸入的空氣膠溶體粒子在固有鼻腔前半部強力沈著。特別是相當於主流部的中鼻甲介與鼻中隔的前半部易受空氣膠溶體污染，古來家具製造業者的中鼻甲介前端一直被木屑污染。鼻前庭與固有鼻腔前端部上皮無絨毛，因而，沈著於這些部位的空氣膠溶體粒子若不被擦去或以噴嚏等除去，會永久停留。

鼻腔粘膜富血管，分佈於此部份的神經終端微妙調節粘膜的血流量，例如寒冷刺激會使粘膜腫脹，造成鼻塞。粘膜的腫脹與其消退是以較短時間反覆，以上的特色使鼻腔成爲最適當的外氣調節機構。來自鼻孔的乾燥冷氣也在鼻腔變成溫度約100%的暖氣。鼻腔爲富血管的空氣膠溶體粒子捕集器表示溶性空氣膠溶體粒子或有害氣體會迅速移行到血中。鼻呼吸可有效調節氣體或除去空氣膠溶體，成爲適於防禦氣體交換領域的呼吸法，反之，口呼吸使鼻腔成爲旁路，下部氣道易受空氣膠溶體影響，抽煙即其一例。

鼻腔從後鼻孔接到咽頭，氣流方向在此部份從水平變成約略垂直。絨毛只存在於與鼻腔的連接部，大半部份並無絨毛。咽頭壁有稱爲扁桃的很多淋巴裝置。處理沈著、侵入的病毒或細菌。上部氣道的最後部份爲喉頭。關連發聲的聲帶部份狹窄，影響後續氣管內的氣流形式。

(3) 氣管、氣管支 (lower airways)

從氣管到直徑約0.6mm之終端細氣管支 (terminal bronchiole) 的部份，又稱T-B領域。此領域的特色在被絨毛包覆的分枝構造。氣管支分枝的形式以非對稱2分枝爲原則，在此分枝法，從母枝分開的2枝直徑、長度、分枝角度不相等。在對稱2分枝模型，以銳角分枝的

粗中樞氣管支分枝部附近無法形成末梢部。實際上，從中樞氣管支以接近直角的角度分出細枝，又反覆分枝而回頭，填埋母氣管支附近。由肺的割斷面可知區域氣管支（segmental bronchus）以下的氣管支滿滿埋沒於末梢肺組織中。

Weibel考慮分枝的非對稱性，用各氣管支的平均直徑、長度等作成對稱2分枝模型（1.2.2），此模型的細部不合實際，但可在理論上考察空氣膠溶體粒子的局部沈著或局部氣道阻力。圖1.2用Weibel模型計算單位流量的氣道阻力。證實末梢氣道阻力極小於中樞氣道阻力，此事的臨床醫學意義很大。

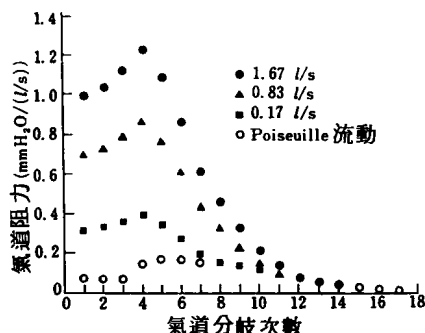


圖 1.2 各分枝次數的氣道阻力

。亦即，小空氣膠溶體粒子主要污染部位一末梢氣管支的狹窄若不相當廣泛，無法檢出明顯的氣道阻力上升，例如抽煙的影響最先發現於末梢氣管支，這是由於此部份的異常可客觀診斷。Weibel的氣道模型應用於吸入粒子的局部沈著量計算模型。分枝部為受空氣膠溶體粒子濃度污染的部位。源自環境因子的肺癌常發生於葉（lobar）、區域（segmental）、亞區域（subsegmental）各氣管支分枝部，這也可用這些模型說明。

氣管、氣管支內面被線毛上皮包覆，線毛長約 $5\mu\text{m}$ ，為上皮細胞的延長，此規則性拍動把包覆線毛上的分泌液運往咽頭。移動速度在氣管為 $1\sim 2\text{ cm/min}$ ，愈是末梢氣管支愈慢。咳嗽可有效除去局限性的刺激空氣膠溶體粒子。但廣泛沈著於氣道的粒子以線毛的淨化作用較有效。抽煙的有害空氣膠溶體會阻礙線毛的運動。慢性氣管支炎時，分泌液量雖增大，線毛淨化能力却減退，有害空氣膠溶體也容易滯留，形成不良循環。

氣管支粘膜下有氣管支動脈、靜脈分佈，供養上皮細胞，溶性粒子沈著後，與鼻腔同樣迅速進入上皮下。刺激神經末端，使氣管支收縮，或進入血流運到全身。

(4) 肺 (pulmonary region)

這是終端細氣管支起的末梢部份，為氣體交換領域，簡稱P領域，終端細氣管支無肺泡。其次的呼吸細氣管支壁有零散的肺泡。此部份稱為遷移領域。呼吸細氣管支分枝2~4次，移行到肺泡道(alveolar duct)。肺泡道為直徑0.3~0.4 μm 的管狀構造，壁完全被肺泡置換，肺泡道周圍通常配列6~8個肺泡，肺泡道也分枝2~3次，不只2分枝，也有3分枝。肺泡道在肺泡囊(alveolar sack)終了，肺泡囊壁也全被肺泡包覆，肺泡的大小因呼吸運動而變化，為0.2~0.3mm，為有若干稜的多面體，其底部在肺泡道、肺泡囊開放，肺泡數在兩肺約3~6億，其全表面積相當於一個網球場，在極薄的肺泡間壁內，寬10 μm 的毛細血管形成濃密的網目，此血管網在人體為最密，表面積也約佔肺泡的70%。

如此確保氣體與血液的廣大接觸面積，有利於氣體交換，但對溶性空氣膠溶體粒子而言，在呼吸器中為最易進入血液的領域。

呼吸器本是容量變化大的臟器，其中以肺泡占最大容量，而且容量變化大，肺收容於肋骨及肌肉組成的硬胸廓內，為富伸縮性的臟器。肺的收縮傾向與抵抗它的胸廓之間形成陰壓，吸氣時，此陰壓度因橫隔膜下垂而增大，肺泡伸展，同時，吸入氣流入，肺為輕臟器(比重約0.3)，因在鉛直方向長，在接近橫隔膜的下肺，加算肺的重量，在與胸廓之間形成的陰壓度小(上肺為-15 cm H₂O，下肺為-5 cm H₂O)。所以，即將吸氣前的肺泡大小因肺尖部與肺底部而異，亦即，肺底部的肺泡小，吸氣時的容量變化大，反之，肺尖部的肺泡因強陰壓而在即將吸氣前較伸展，吸氣時的容量變化小。它們之差在立姿很顯著，但在仰臥姿會消失。所以在立姿時，下肺每一肺泡的空氣膠溶量流入量比上肺大。

如圖1.3所示，即使縮肺到不能再呼出的狀態，兩肺也殘留約1200 cm³的氣體，此容量稱為殘氣量(residual volume)，其次，肺伸展到不能再吸的狀態時，得肺的最大容量，此容量稱為全肺氣量(total lung capacity, TLC)，TLC為5000~6000 cm³，此時，上肺與下肺的肺泡大小相等，TLC與RV之差即是肺活量(vital capacity, VC)，安靜時的吸入是從普通呼出的肺容量開始，此容量稱為機能殘氣量(functional residual capacity, FRC)，約2400 cm³，最大吸氣量(