

畜牧場及堆肥場臭味 污染防制處理技術

蕭庭訓

行政院農業委員會

畜產試驗所

大綱

- 一、前言
- 二、空氣污染物之濃度及來源
- 三、臭味問題特徵
- 四、空氣污染物防治方法
- 五、畜禽舍空氣污染物去除試驗
- 六、畜舍規劃設計
- 七、堆肥舍臭氣防治
- 八、總結

一、前言

台灣畜牧產業除需面對生產管理技術外，飼養過程中所產生之污染物一直是與人詬病且不容忽視的環境問題。

廢水：水污染防治法規

環保法令 廢棄物：廢棄物清理工法規

空氣污染：空氣污染防制法規

臭味是？

當聞到某種氣味而感覺厭惡，該氣味即為我們認知之臭味。

而植物芳香精油、香水、咖啡、食物香味、花香等為大多數人所喜愛，但人們對氣味之好惡可能因時、地、心情等而異。

二、空氣污染物之濃度及來源

畜牧場之空氣污染物主要包括孢子(spora)、氨氣、臭氣、二氧化碳(CO₂)、硫化氫(H₂S)、內毒素及粉塵。

畜舍臭味來源

畜舍排出

糞尿貯存

動物屍體處理

飼料預混

堆肥化

土壤利用

粉塵

粉塵主要由外界之砂塵及畜禽舍內之飼料、乾糞便及豬隻表皮層代謝散布至空氣中，除此之外，尚且含有一部份之微生物，如原生動物、酵母菌、細菌、濾過性病毒等。

CO₂

CO₂為豬隻呼吸及糞便醱酵分解所產生。



糞尿中之尿酸、尿素、胺和飼糧中未消化蛋白質中之氮經由細菌醱酵分解轉換而成。



H_2S 由豬隻糞便醱酵分解而產生。

臭氣

臭氣主要來源為豬隻的排泄物，即糞便經厭氧發酵分解之揮發性有機酸混合物，豬糞中之臭氣成分超過300種。

粉塵、**NH₃**、臭氣等空氣污染物受眾多因素影響，包括風速、溫度、溼度、季節、飼養策略、豬床面材質、糞便貯存方式、排泄物之管理及豬隻活動情形等。

臭氣中的成分可略分為有機酸、醇類、酮類、醛類、酚、雜環族、胺、硫化物及經化學反應後所產生之新物質，其中以硫化氫、氨、揮發性脂肪酸、酚類及引塚等為最具代表性。

臭氣中之酸和酮反應中會產生新的刺激性臭味；氨及醇反應會形成胺，硫化氫與醇反應會形成硫醇，所以臭氣由許多氣體及揮發性物質所組成，這些組成成分會交互反應產生新的臭味物質，造成空氣污染之困難度。

畜舍空氣污染物濃度

豬舍粉塵含量

畜舍內大部分之粉塵顆粒介於**0.5~5 μm** ，但在保育舍內之粉塵顆粒亦有大於**10 μm** 。Aarnink (1997)報告指出在餵飼豬時，豬舍內粉塵濃度為**1.59 mg/m^3** ；張等(1997)調查豬場環境之總粉塵平均濃度介於**0.15 - 0.34 mg/m^3** 。

豬舍臭氣含量

以官能測定法評估豬場之保育舍進氣與排氣處之臭味平均分別為**18(7~85)** 與**199 (94~635)OU/m³**；保育豬(**20.5 kg/頭**；**475頭**)舍風扇出口處之臭氣濃度為**765 OU/m³**。

國內水簾式豬舍風扇出口處為**185.7**，範圍**30~227**；開放式豬場為**114.5**，範圍**71~175**。

豬舍CO₂含量

國外在自然通風之豬舍內測得CO₂濃度分別為**1106** (378~2095) ppm，而機械通風豬舍內為**1417** (550~2225) ppm，另外於北歐國家15個肥育豬場測得之CO₂濃度介於455~2355 ppm，平均為**1400** ppm。

張等(1997) 指出豬場環境內二氧化碳濃度則介於**600 ppm**與**894 ppm**之間。

豬舍NH₃含量

張等(1997) 指出開放式豬場環境內
氨氣與硫化氫分別低於**5 ppm** 與**0.2 ppm**之間。

國外在自然通風之豬舍測得NH₃濃
度平均為**6.6** (<1~17.1) ppm；機械通
風豬舍為**11.9** (5.2~24.7) ppm；北歐一
些國家豬場之NH₃濃度範圍為12.1~
18.2 ppm，平均為**14.8** ppm。

畜牧設施臭氣濃度調查(2002,高銘木)

產業別	採樣點	臭味濃度
堆肥舍	堆肥舍	15~242
	周界	5~78
肉雞舍	舍內	16
	周界	10
水簾式 肉雞舍	舍內	39~546
	周界	50~366
豬舍	舍內	22~100
	周界	17~65

三、臭味問題特徵

- 臭味之定義—空氣污染防治法施行細則第二十六條，所謂惡臭，指足以引起厭惡或其他不良情緒反應之氣味。
- 臭味之來源—生物分解、化學反應、物理作用等。
- 臭味之影響—嗅覺干擾、健康危害、影響情緒。

- 臭味之管制——「固定污染源空氣污染物排放標準」臭氣或厭惡性異味的周界濃度標準為工業區及農業區以內為**50**，工業區及農業區以外地區為**10**（三點比較式嗅袋法）。粒狀物**500 ug/Nm³**，氨氣**1 ppm**、硫化氫**0.1ppm**、硫醇**0.01 ppm**、甲基胺**0.02 ppm**。

罰責

「空氣污染防治法」第六十條：違反第31條第1項各款情形者(工業區及農業區以外地區)，處新台幣五千元以上十萬元以下罰鍰；其違反者為工商廠、場，處新台幣十萬元以上一百萬元以下罰鍰。

四、空氣污染物防治方法

目前常用之除臭技術約可分為六大類：

1. 加入芳香物質或混合劑以覆蓋住不被接受的味道。
2. 加入化學物質以中和或消除臭味物質或降低其濃度。
3. 添加酵素或其他除臭的生化製品以降低豬隻在新陳代謝過程中所產生的味道。
4. 利用吸附原理在臭味物質尚未揮發釋放於大氣前以大面積的吸附處理。
5. 利用強氧化劑或殺菌劑消滅在豬隻新陳代謝過程中產生的臭味物質及微生物。
6. 利用稀釋的方式將濃度降低。

空氣污染物去除方法

粉塵去除方式有於畜舍內設計噴油、噴霧、濕餵、添加飼料添加劑等方法。畜舍外加設遮陽網、噴霧、洗滌法等。

日本學者Takai *et al.* (1995)
發現在豬舍內噴油可減少粉塵
量，以蔬菜油在保育豬、中豬
及肥育豬之豬舍內進行噴霧，
分別減少76、54及52% 之粉塵
量。



2003.9.12



2003.9.12



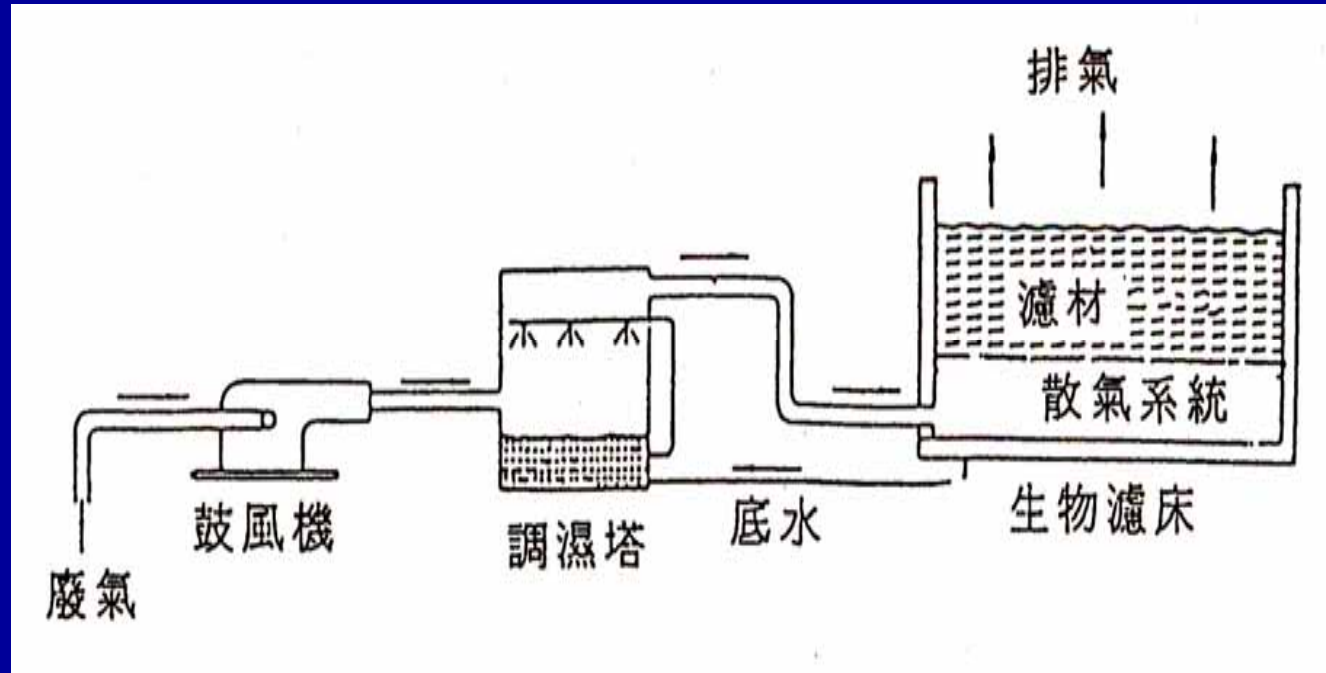
2003.9.12

O'Neill *et al.* (1992)提出
臭氣控制方法有熱焚化、觸
媒焚化、吸附、吸收、**生物
洗滌、生物濾床**、煙囪擴
散、臭氧處理、紫外線處理
及化學處理等方法。

Hartung et al. (2001)長期利用生物濾床法去除保育舍內氨氣及臭氣之資料顯示對於氨氣及臭氣去除效率分別為15~36% 及78~80% 。

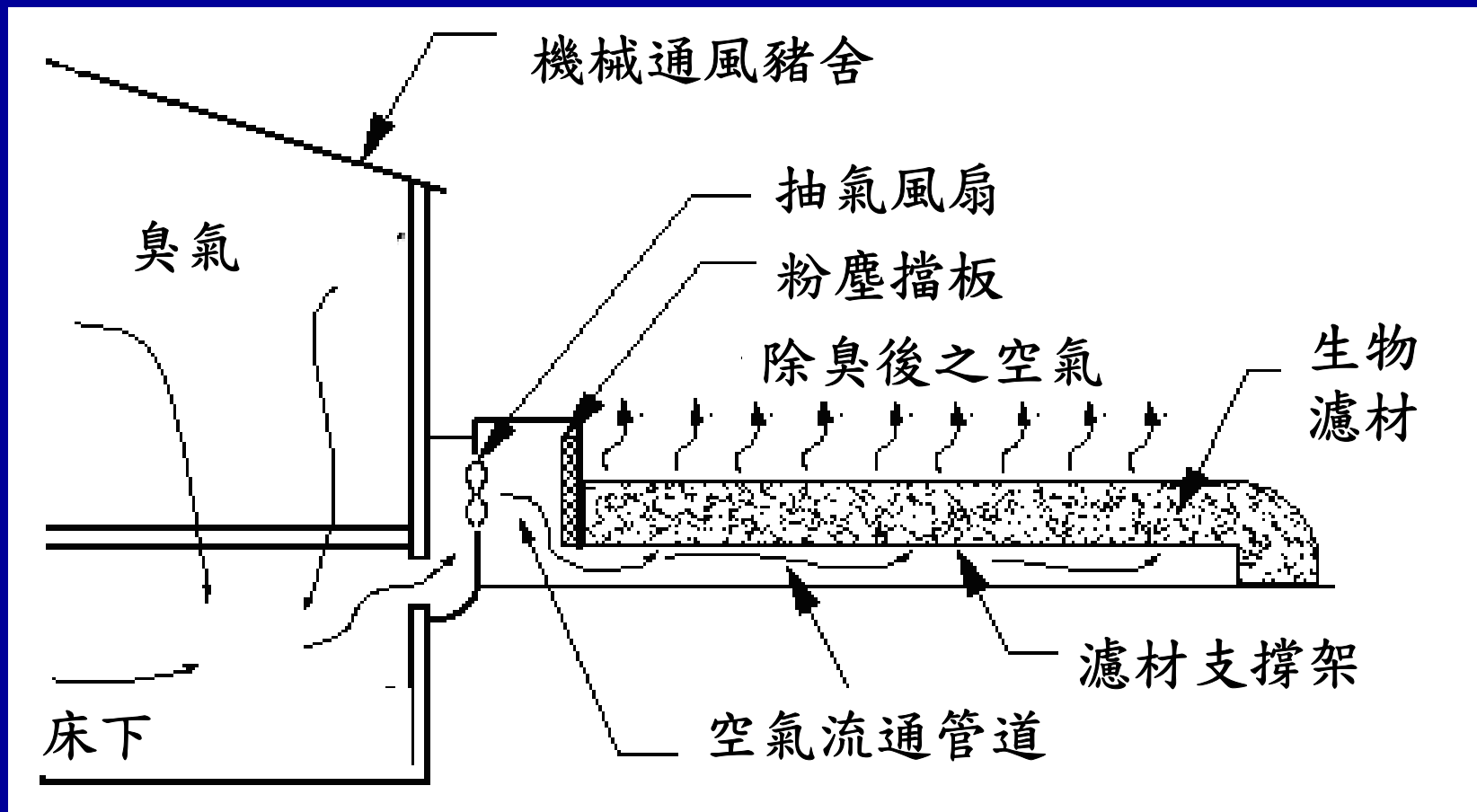
Martens et al. (2001)利用乾糞便、椰子皮、木屑及堆肥木屑混合物作為生物濾床之基質，對於臭味去除可達40-83% 。

生物濾床(Biofiltration)



濾材：以堆肥、泥碳土、木屑、樹皮、酸鹼調節劑、填充劑摻配，並經微生物殖種。

堆積高度小於1公尺，適合處理一般臭味及揮發性有機物。



開放式生物濾床

Nicolai *et al.*, 2002

污染的空氣

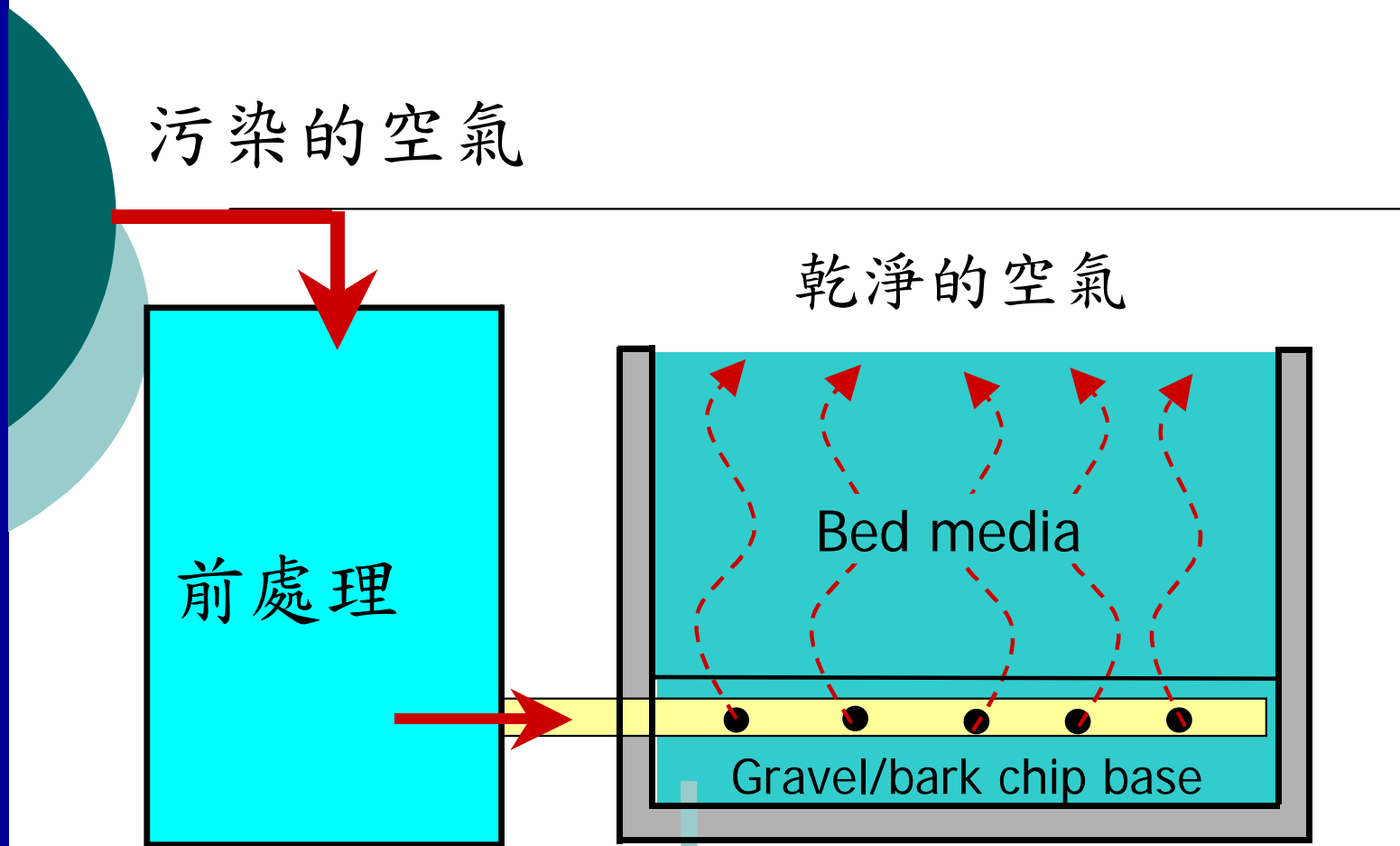
前處理

乾淨的空氣

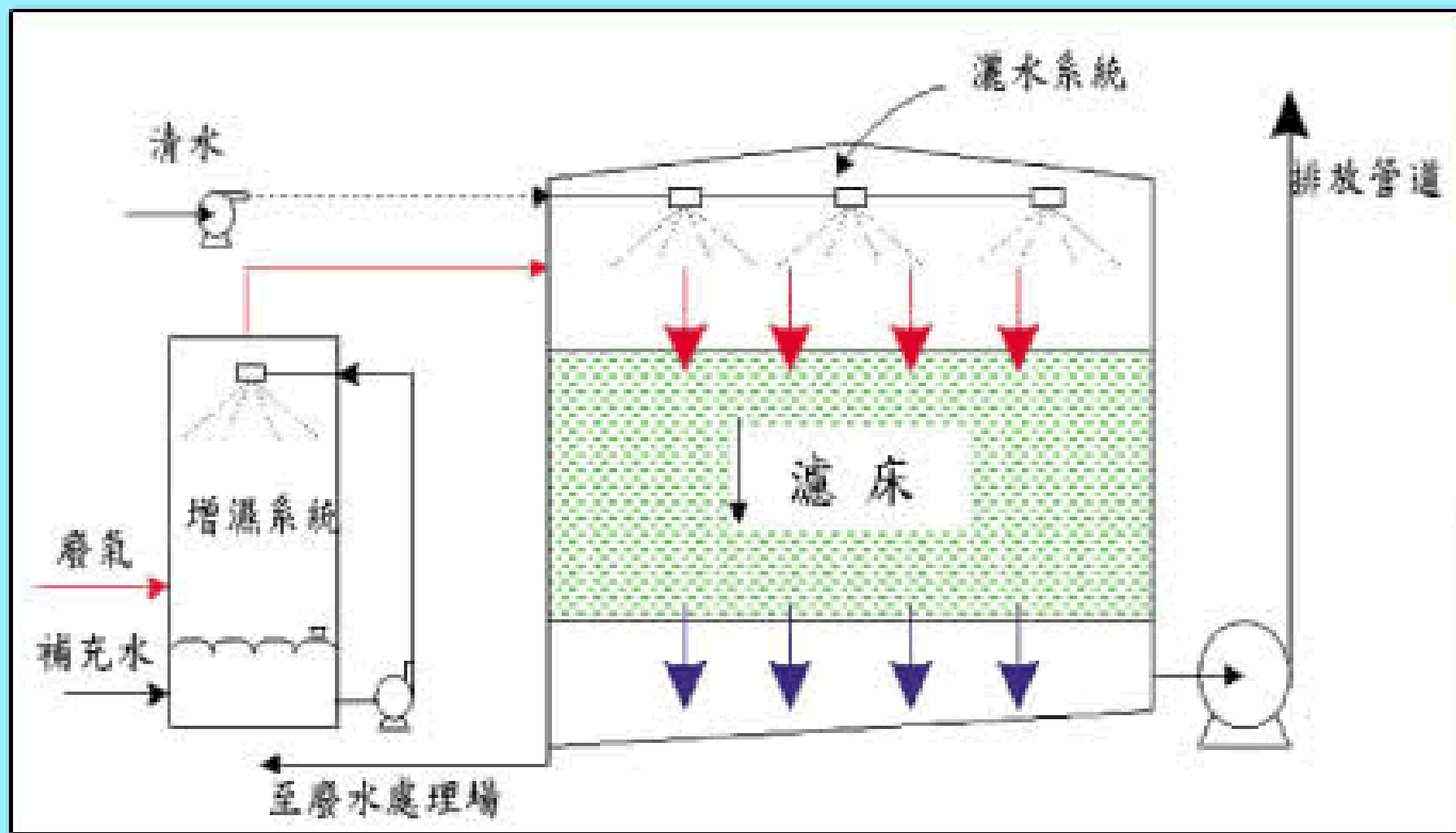
Bed media

Gravel/bark chip base

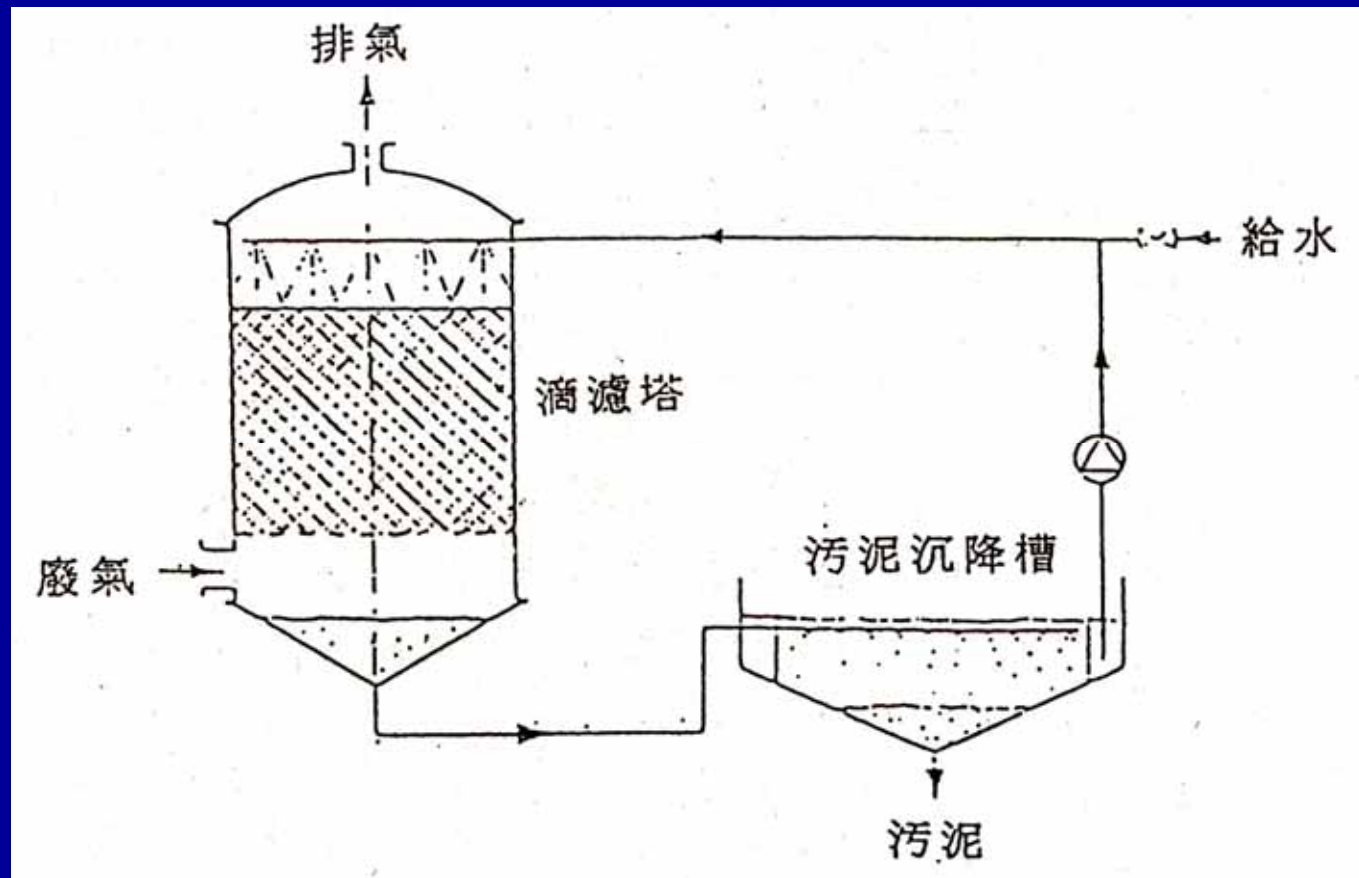
沙礫與樹皮或粗糠等混和物



生物滴濾塔



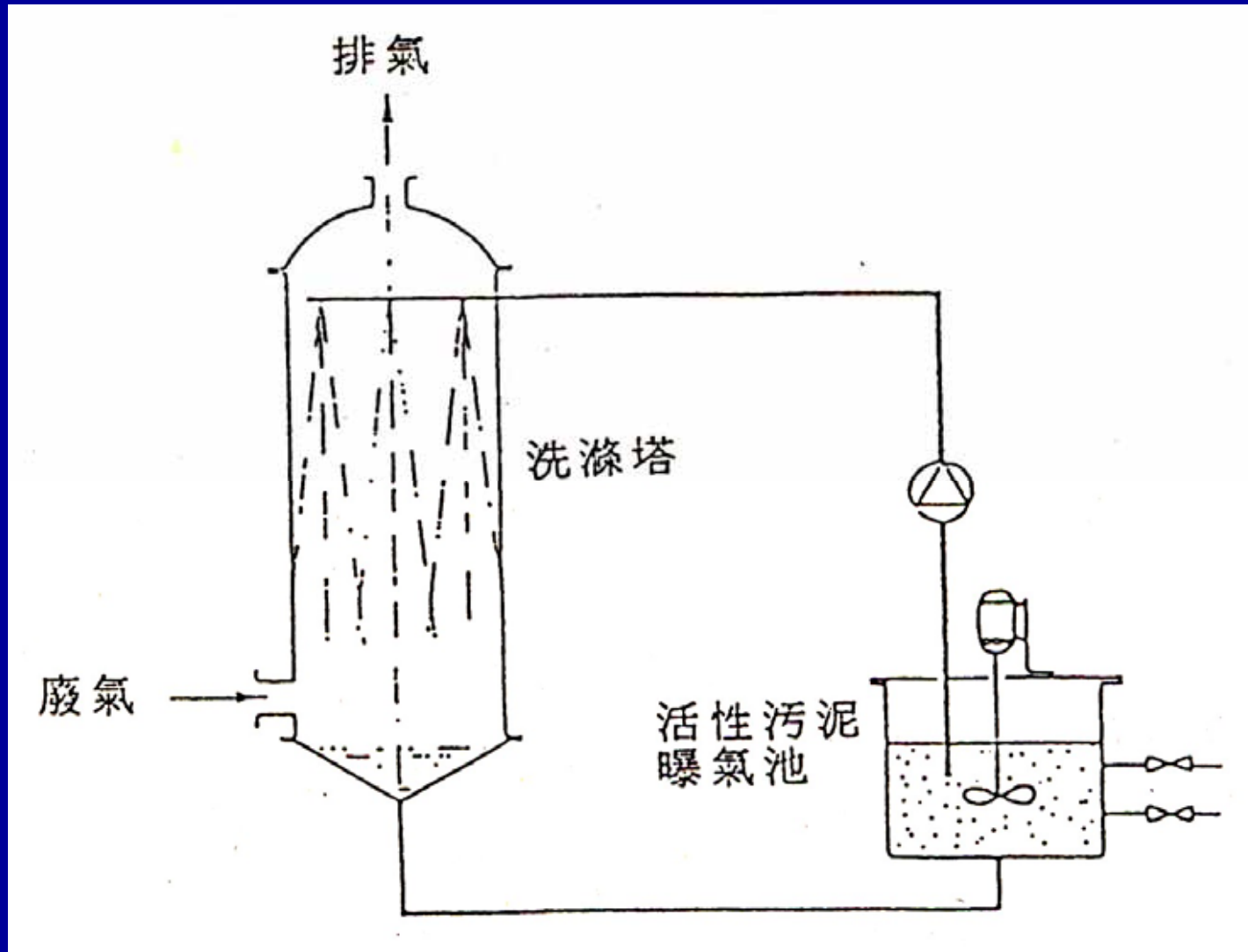
生物滴濾塔



濾材：塑膠、陶瓷。

堆積高度：2~6m

生物洗滌





五、畜禽舍空氣污染物去除試驗

1.水簾式豬舍空氣污染物調查

2.水簾式豬舍除臭試驗

3.開放式豬舍之臭味去除

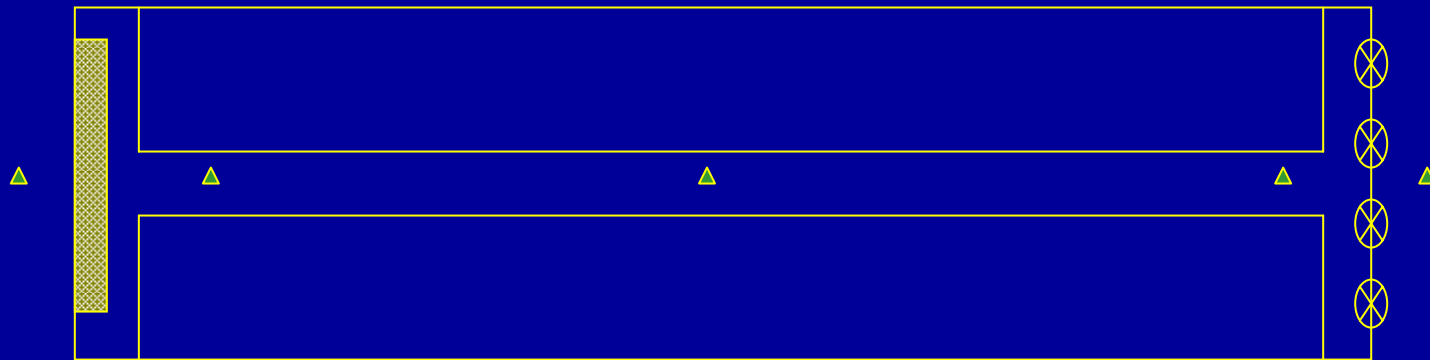
4.生物濾床除臭

5.水簾式雞舍空氣污染物去除

6.洗滌模槽之去除氨氣效果

水簾式豬舍空氣污染物調查

於豬舍外水牆處、豬舍內前、中、後及豬舍外風扇出口處量測粉塵；氨氣、CO₂、甲基胺、風速等，採樣點分別在豬舍內前、中、後三個點，距離地板120 cm處及風扇出口處採樣；臭氣、總細菌量、革蘭氏陰性菌及總真菌量之採樣點為豬舍內靠近風扇處及風扇出口處。



豬舍內及風扇外之空氣污染物濃度

季節	位置	氨氣		甲基胺		風速	溫度
		120cm 豬床面	ppm	120cm 豬床面	ppm		
熱季	前	0.56 ^y	3.65 ^y	0.05 ^z	3.14 ^y	0.98 ^y	27.2
	中	0.48 ^y	3.27 ^y	0.57 ^y	1.07 ^y	0.51 ^y	27.2
	後	1.46 ^x	9.59 ^x	1.30 ^x	6.15 ^x	2.04 ^x	27.3
	外	—	—	—	—	—	—
涼季	前	0.14 ^b	3.97 ^b	0.67 ^b	5.50 ^b	0.77 ^b	26.1
	中	0.41 ^b	1.47 ^c	0.83 ^b	2.25 ^b	0.61 ^b	26.1
	後	1.34 ^a	7.50 ^a	2.67 ^a	1.34 ^a	1.21 ^a	26.4
	外	1.62 ^a	—	1.21 ^a	—	—	23.5

熱季92年3月至7月；涼季92年9月至11月。

a,b,c,x,y,z標示不同字母表差異顯著(P<0.05)。

豬舍內外之粉塵量(mg/m³)

量測位置	熱季	涼季	平均
水牆外	0.183 ^{ab}	0.213 ^a	0.193 ^{ab}
前	0.047 ^b	0.038 ^b	0.041 ^c
豬舍內			
中	0.132 ^{ab}	0.130 ^b	0.131 ^b
後	0.146 ^{ab}	0.254 ^a	0.191 ^{ab}
風扇外	0.234 ^a	0.220 ^a	0.230 ^a

熱季92年3月至7月；涼季92年9月至11月。

a,b,c標示不同字母表差異顯著(P<0.05)。

豬舍內外之微生物濃度(CFU/m³)

微生物別	採樣位置	平均濃度	範圍
總菌數*	Inside	$2.60a \times 10^4$	2500~115000
	Outside	$1.36b \times 10^3$	250~3095
革蘭氏陰 性菌	Inside	1.43×10^3	167~4000
	Outside	4.03×10^2	167~595
總真菌 數	Inside	2.36×10^3	1125~5250
	Outside	1.50×10^3	714~2857

*豬舍內外之總細菌數達顯著水平($P < 0.05$)。

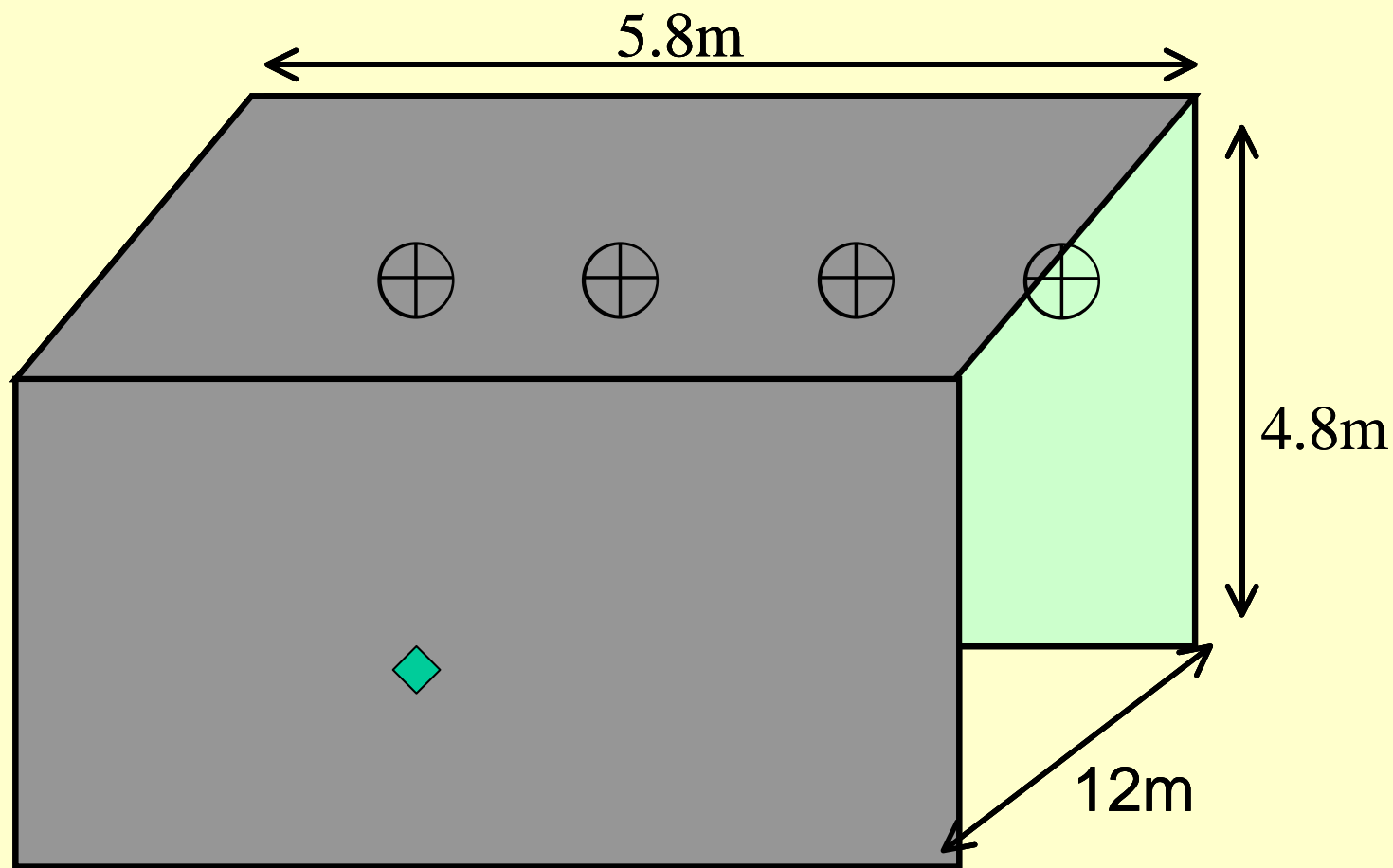
結論

我國目前容許濃度，均為八小時日時量平均容許濃度，總粉塵為 10 mg/m^3 ，氨氣為 50 ppm ，經調查結果顯示水簾式豬舍內氨氣及粉塵濃度並未超越勞工工作容許濃度。

水簾式豬舍外風扇出口處臭氣平均濃度為 185.7 ± 118 ，範圍 $30 \sim 227$ ，若按環保署空氣污染防治法規定之限值為 50 ，養豬場有可能面臨臭味之環保問題，應謀求解決臭味防治方法。

水簾式豬舍除臭試驗

水簾式畜禽舍之通風系統除降溫之功能外，也具將粉塵、臭氣抽出畜禽舍，導入新鮮空氣之功能。然而，畜禽舍風扇出口處之粉塵及臭氣卻造成空氣污染問題。本試驗在水簾式豬舍風扇出口處架設遮陽網並安裝3組噴霧器，進行噴霧，並分別在風扇出口處、遮陽網內與外3個採樣點測定粉塵、氨氣、三甲胺、臭氣。



⊕ 風扇 □ 防塵網 ● 噴霧頭 ○ 噴霧高壓馬達

遮陽網搭配噴霧器去除臭氣裝置







2003.10.22 08:25



2003.10.22 08:27



噴霧處理之結果

樣品(unit)	處理	平均	Min	Max
氨氣 (ppb)	噴霧	141	33	395
	無噴霧	339	100	1292
	去除率(%)	58.4		
硫化氫 (ppb)	噴霧	13.1	2.6	29.3
	無噴霧	23.0	7.22	86.0
	去除率(%)	43.0		
臭氣	噴霧	58.6	25.0	118
	無噴霧	83.3	43.0	175
	去除率(%)	29.6		

開放式豬舍之臭味去除

開放式畜舍之空氣污染物，則隨著風向而飄移，不如密閉水簾式畜舍有固定排氣口，增加空氣污染防治的困難度，目前一些學者專家之做法為於牧場周界裝設遮陽網、禽畜舍屋簷裝設噴霧器、或遮陽網搭配噴霧器使用，期望降低空氣污染物之濃度，甚至添加人工香料於噴霧液來噴霧，改變臭氣之味道，以提高附近居民接受度。







開放式豬舍噴霧處理之結果

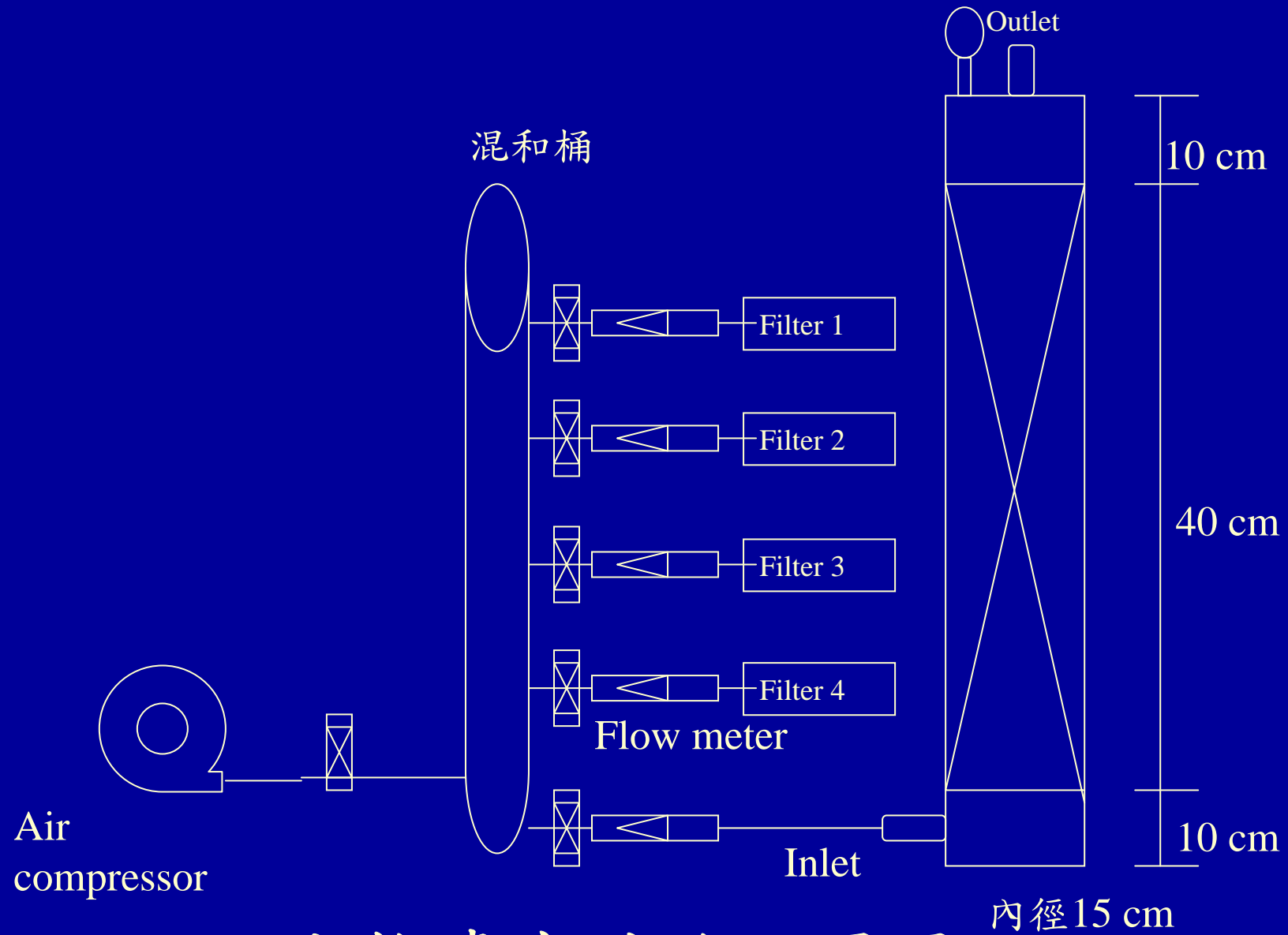
樣品(unit)	處理	平均	Min	Max
氨氣 (ppb)	噴霧	1918	48	6265
	無噴霧	4260	190	15166
去除率(%)		55.0		
硫化氫 (ppb)	噴霧	34.3	23.5	42.1
	無噴霧	39.1	33.2	49.2
去除率(%)		12.3		
臭氣	噴霧	87.4	65.0	109
	無噴霧	114.5	71.0	175
去除率(%)		23.7		

結論

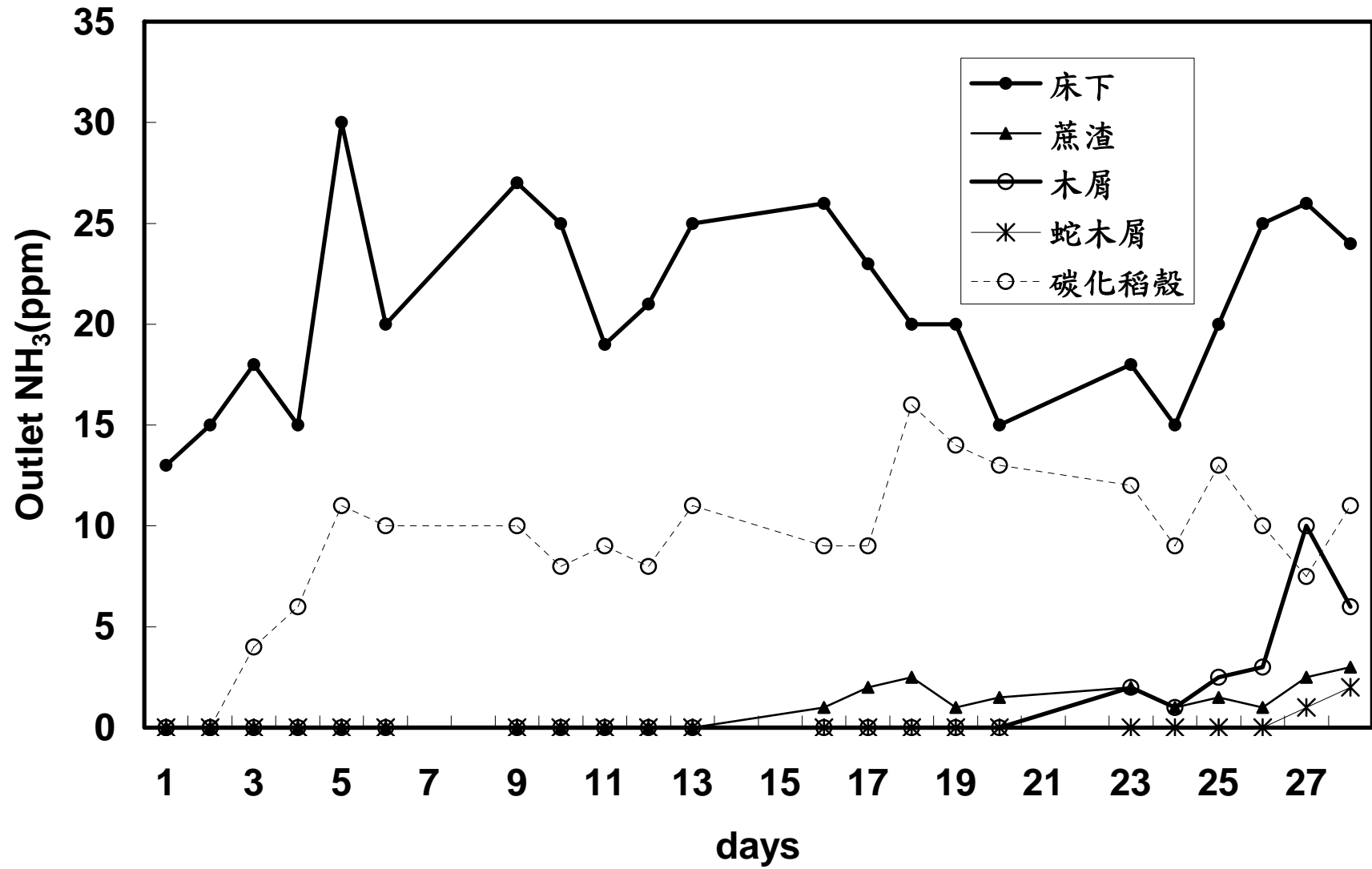
開放式豬舍周界以噴霧處理對氨氣、硫化氫及臭氣去除率分別為55%、12.3%及23.7%，雖可去除部分空氣污染物，但氨氣、臭氣之檢測值則高於周界排放標準。

生物濾床除臭

設計管柱試驗，填充蔗渣、木屑、蛇木屑及碳化稻殼，探討濾床濾材對水簾式豬舍高床內之空氣污染物去除效果。於管柱入口及出口採樣，測定項目包括臭味、氨氣及三甲胺等。



生物濾床試驗配置圖



管柱濾床吸附試驗去除氨氣之效果

表8. 各濾材去除臭氣之效果

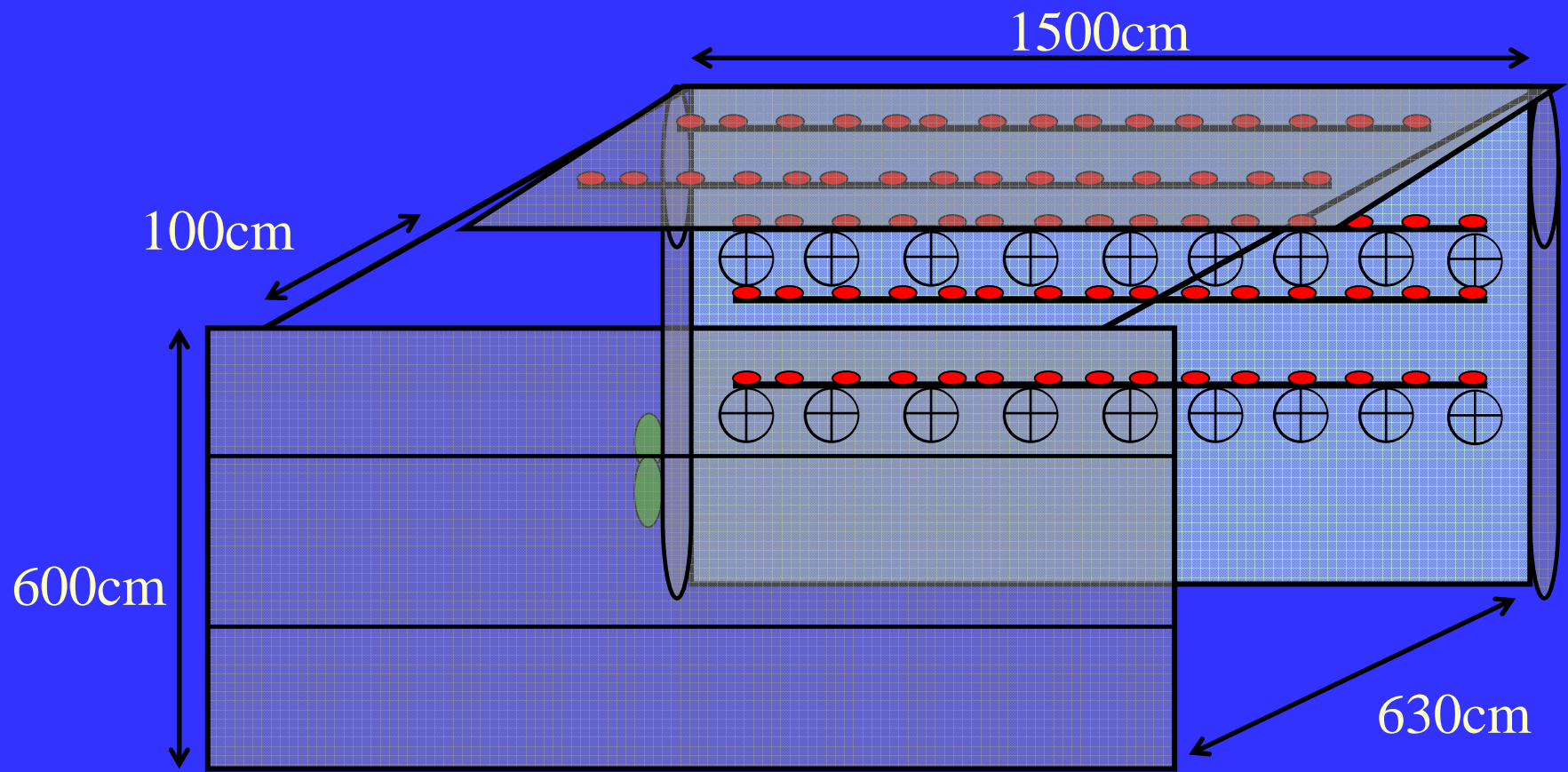
Treat	N	Mean	SD	Removal(%)	Min	Max
床下	6	73.2	75.7	—	24.2	222
蔗渣	4	47.6	25.3	40.0	20.9	81.4
木屑	4	63.3	31.7	13.5	30.0	100
蛇木屑	4	9.7	4.5	86.7	5.8	14.5
碳化稻殼	4	23.6	16.5	67.8	10.0	47.0

結論

管柱濾床吸附試驗，管柱內裝填蔗渣、木屑、蛇木屑、碳化稻殼等濾材去除氨氣之效率除碳化稻殼外皆達95%以上；對於床下糞尿溝之臭氣去除率為40.0%、9.9%、63.5%及49.6%。其中木屑有木材之香味影響除臭效果。

水簾式雞舍空氣污染物去除

水簾式雞舍為雙層式，飼養45000隻肉雞，在雞舍風扇出口處架設遮陽網並安裝0.3、0.5、0.7mm不同霧粒之噴霧器，於水簾式雞舍風扇出口遮陽網內進行不同霧粒之噴霧，噴霧時間為60分鐘，並分別在遮陽網內與外各2個採樣點測定粉塵、氨氣、三甲基胺、臭氣。



⊕ 風扇

防塵網

噴霧頭

噴霧高壓馬達

















水簾式雞舍之空氣污染物去除效果

處理	氨氣 ppm	甲基胺	粉塵 mg/m ³	臭氣
網前	5.38 ^a	5.84 ^a	6.94 ^a	141.1 ^a
網後	2.84 ^b	3.33 ^b	4.26 ^b	76.1 ^b
去除率(%)	47	43	39	46

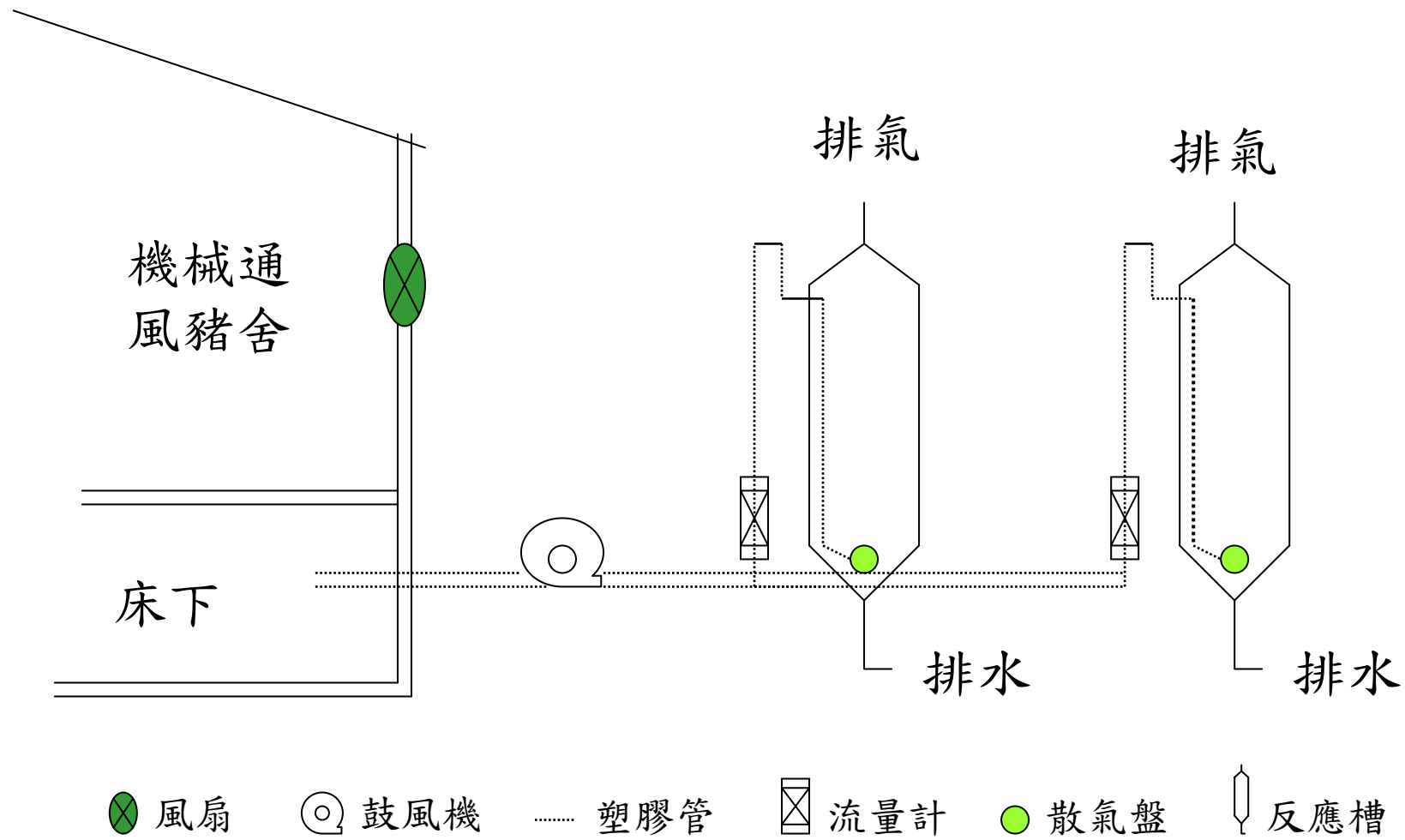
a, b同欄標示不同英文字母時，表示差異顯著。(p<0.01)

結論

於水簾式肉雞舍風扇出口處，架設遮陽網並安裝噴霧設備，對氨氣、甲基胺、粉塵量及臭味之去除效率分別為47、43、39%及46%。由試驗結果顯示水簾式雞舍風扇出口處之空氣污染物可藉由遮陽網搭配噴霧設施之處理而降低空氣污染程度。

洗滌模槽之去除氨氣效果

於密閉式豬舍風扇出口處下方鑿一洞貫穿豬舍牆壁直通豬舍內高床下，裝設0.5馬力之鼓風機，自豬舍高床下抽氣經由鼓風機進入裝填活性污泥及自來水之洗滌模型槽進行試驗，模型槽裝填液體容積分別為20、40、60、80 L，通風量分別為30、40、50、60 L/min，測定對豬舍高床下之氨氣之去除效果。



洗滌模型槽

洗滌模槽去除氨氣效果

樣品	溫度 °C	溼度 %	pH	DO mg/L	水溫 °C	MLSS mg/L	NH ₃ ppb
豬舍高 床下	26.9	62.7	—	—	—	—	3055 ^a
自來水	—	—	7.69 ^a	6.43 ^a	24.4	—	64 ^c
活性 污泥	—	—	7.23 ^b	4.69 ^b	24.8	1315	447 ^b

a,b同欄標示不同英文字母時，表示差異顯著 (P<0.05)。

結論

洗滌模型槽之入口處（豬舍高床下）之氨氣平均濃度為3055 ppb，自來水組及活性污泥組之出口氨氣分別為64 ppb及447 ppb，去除之氨氣達97.9%及85.4%，二處理之氨氣濃度均符合環保署公告之週界排放標準，表示養豬場之氨氣可與其廢水場之活性污泥處理單元結合來降低部分空氣污染物。

六、畜舍規劃設計

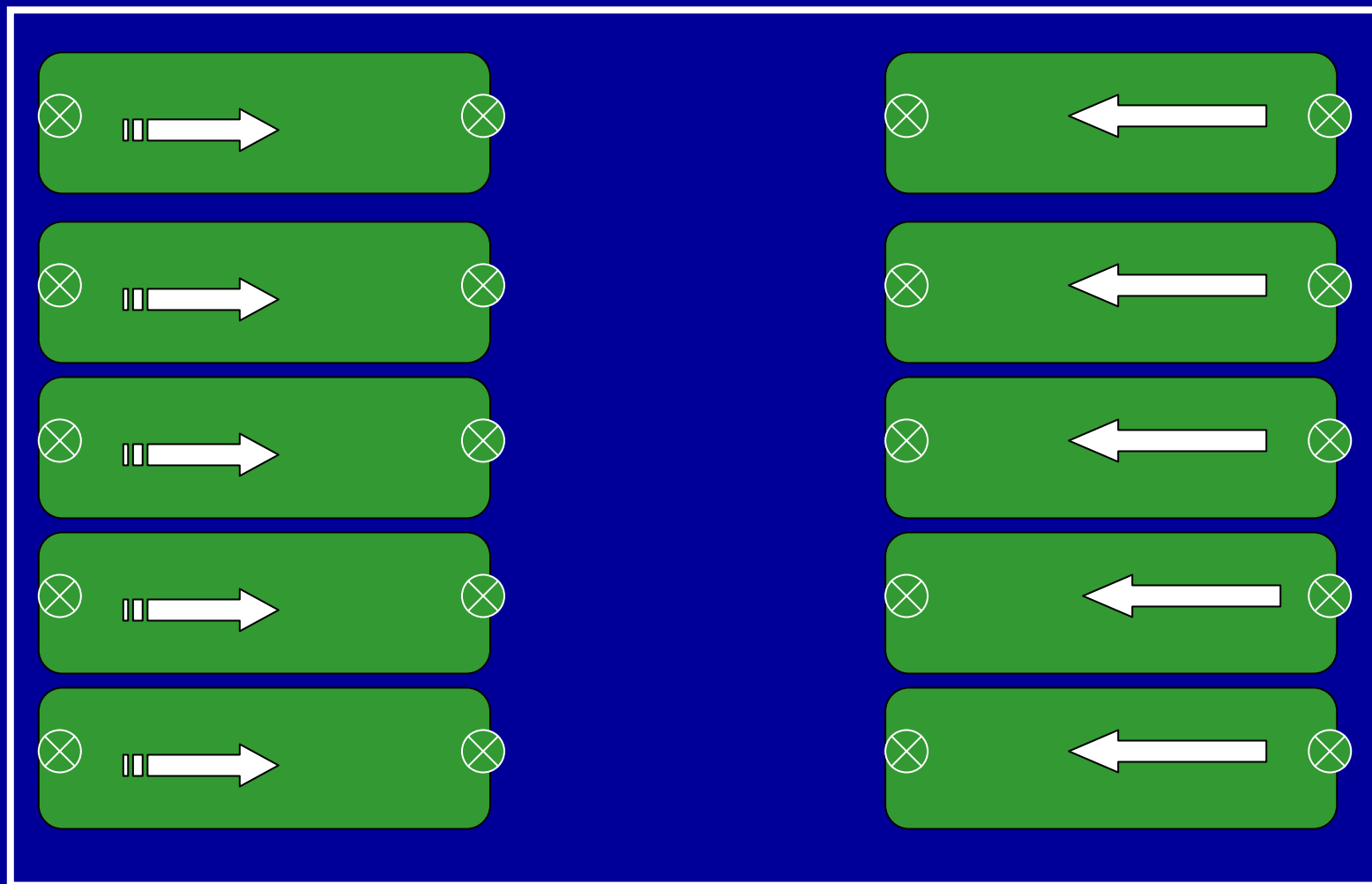
畜牧場內臭味減少逸散與應對

1. 畜禽排泄物清除。如固液分離之豬糞固體應立即入堆肥舍。
2. 堆肥舍或廢水處理場應密閉或覆蓋。廢水處理系統之抽水井、初沉槽、厭氣槽皆需密閉。
3. 牧場綠美化建立隔離綠帶。
4. 與緊鄰牧場附近之住戶和睦相處，做好公關。

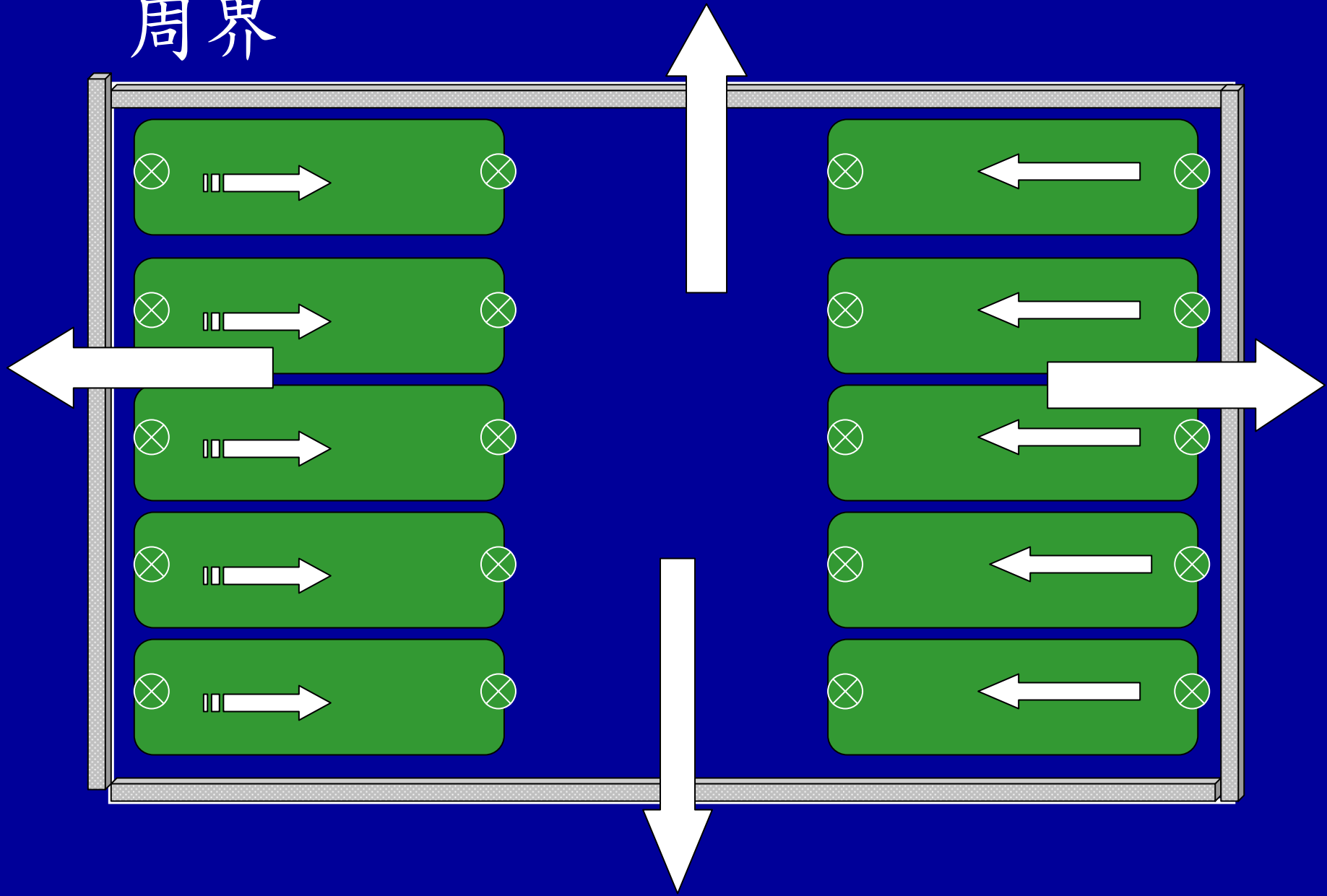




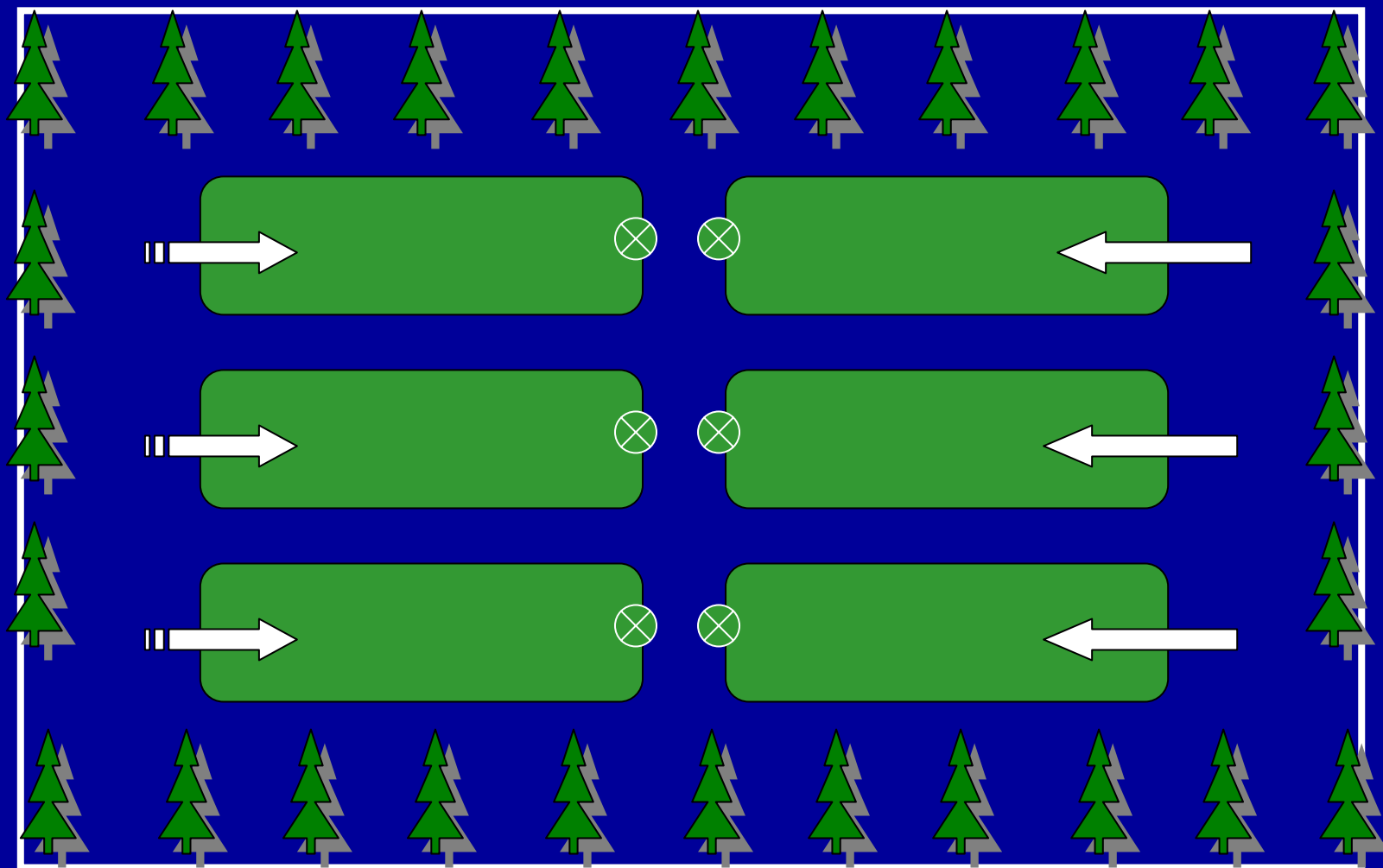
周界



周界

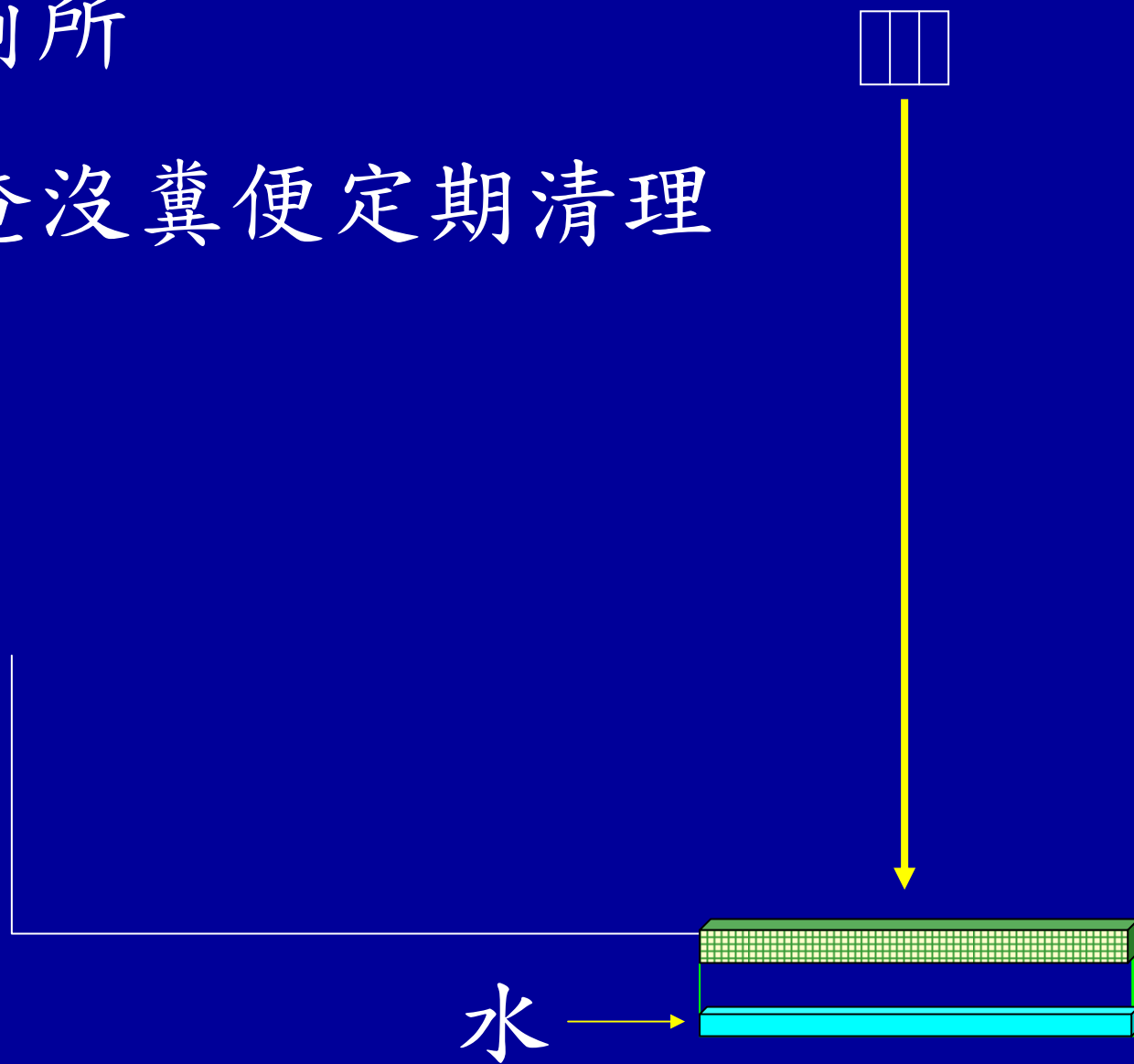


周界



豬廁所

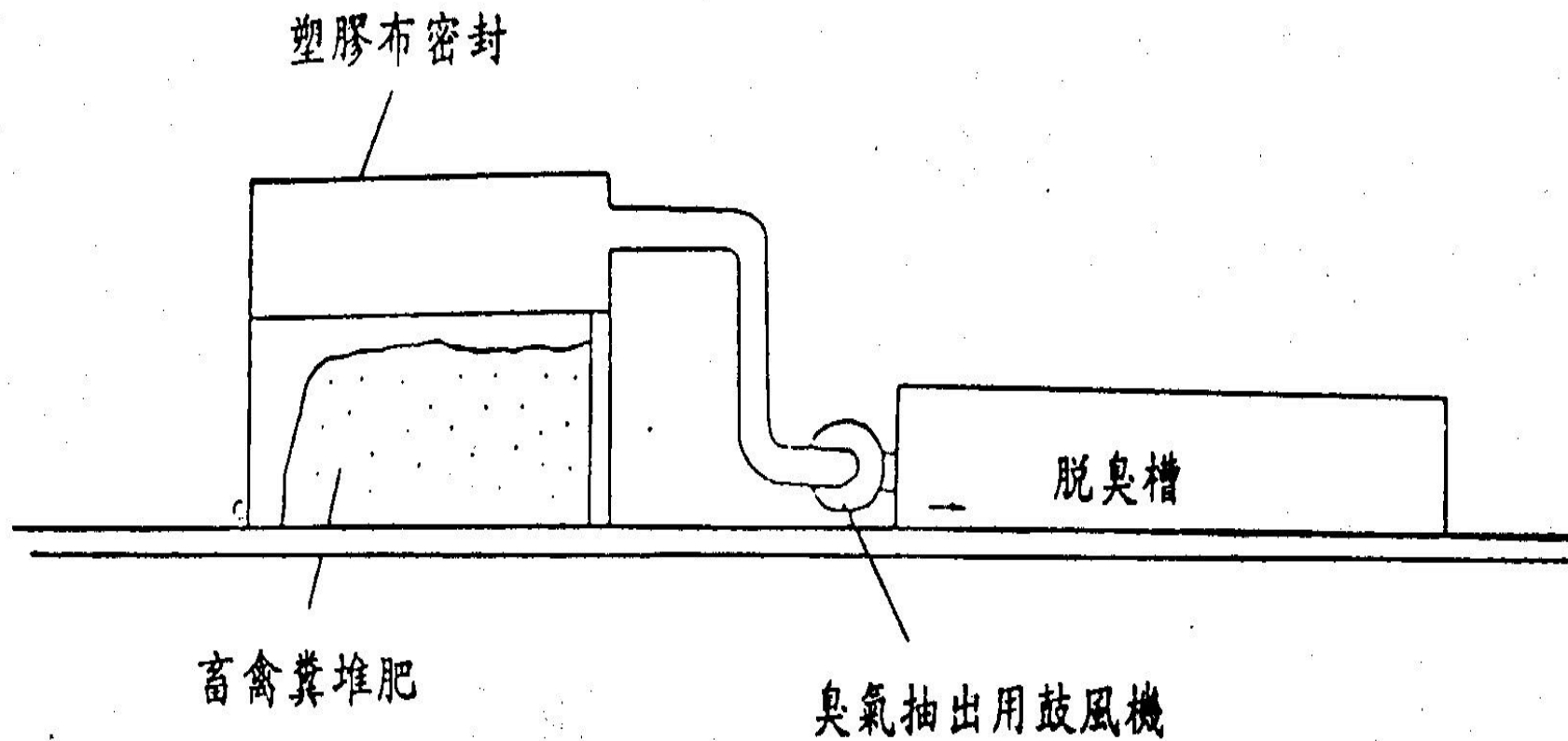
水淹沒糞便定期清理

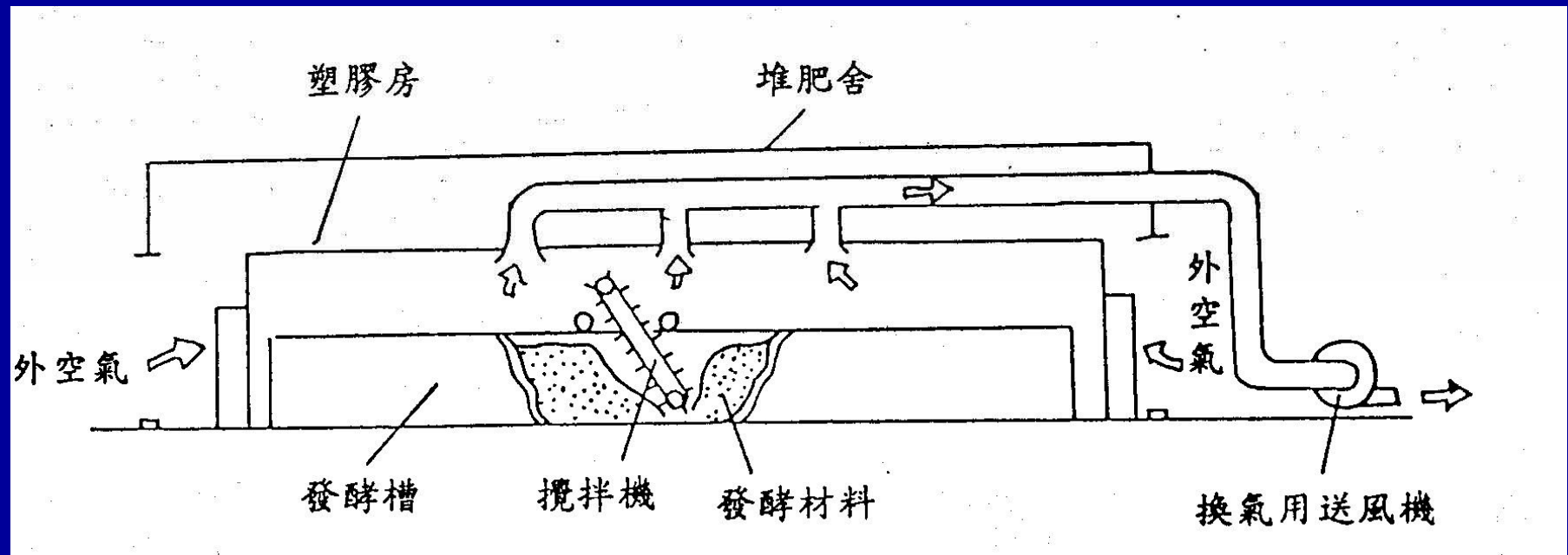


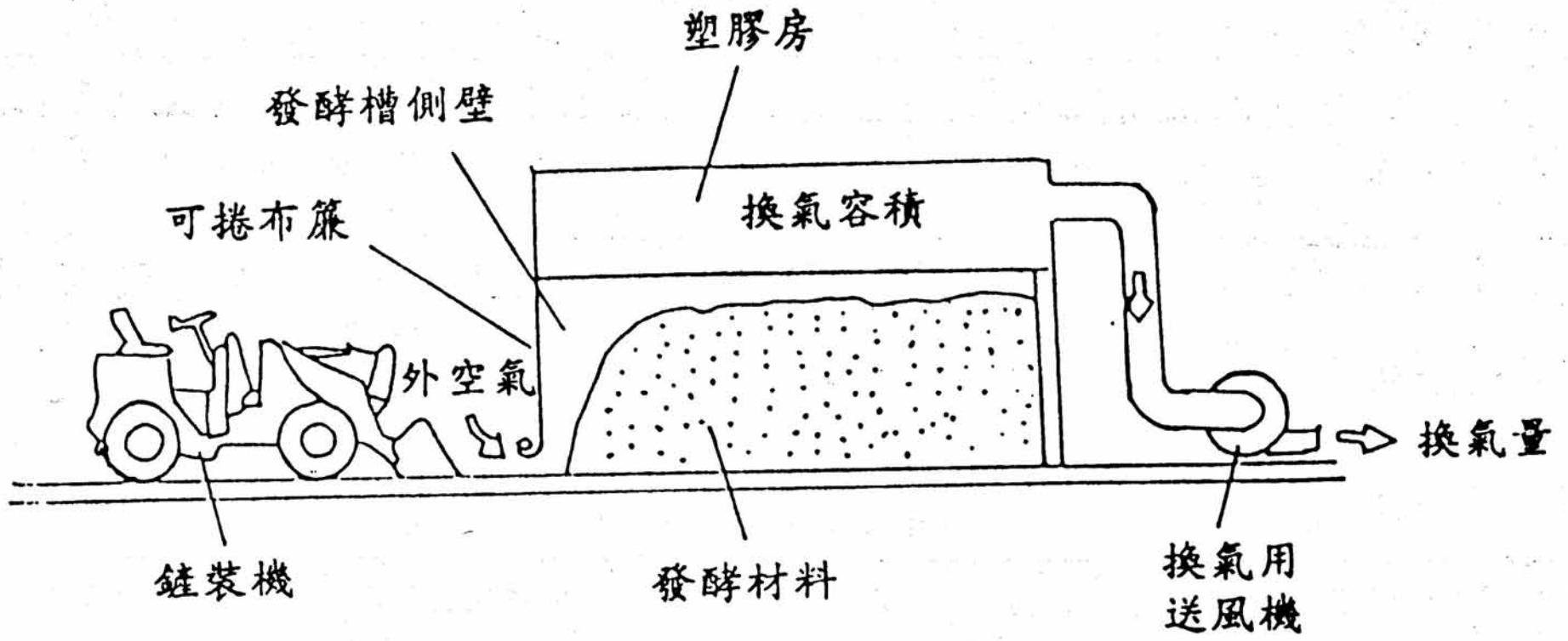
七、堆肥舍臭氣防治

木屑脫臭法

水洗塔脫臭法







密閉塑膠布房(231m³)

28m

3.3m

2.5m

發酵槽

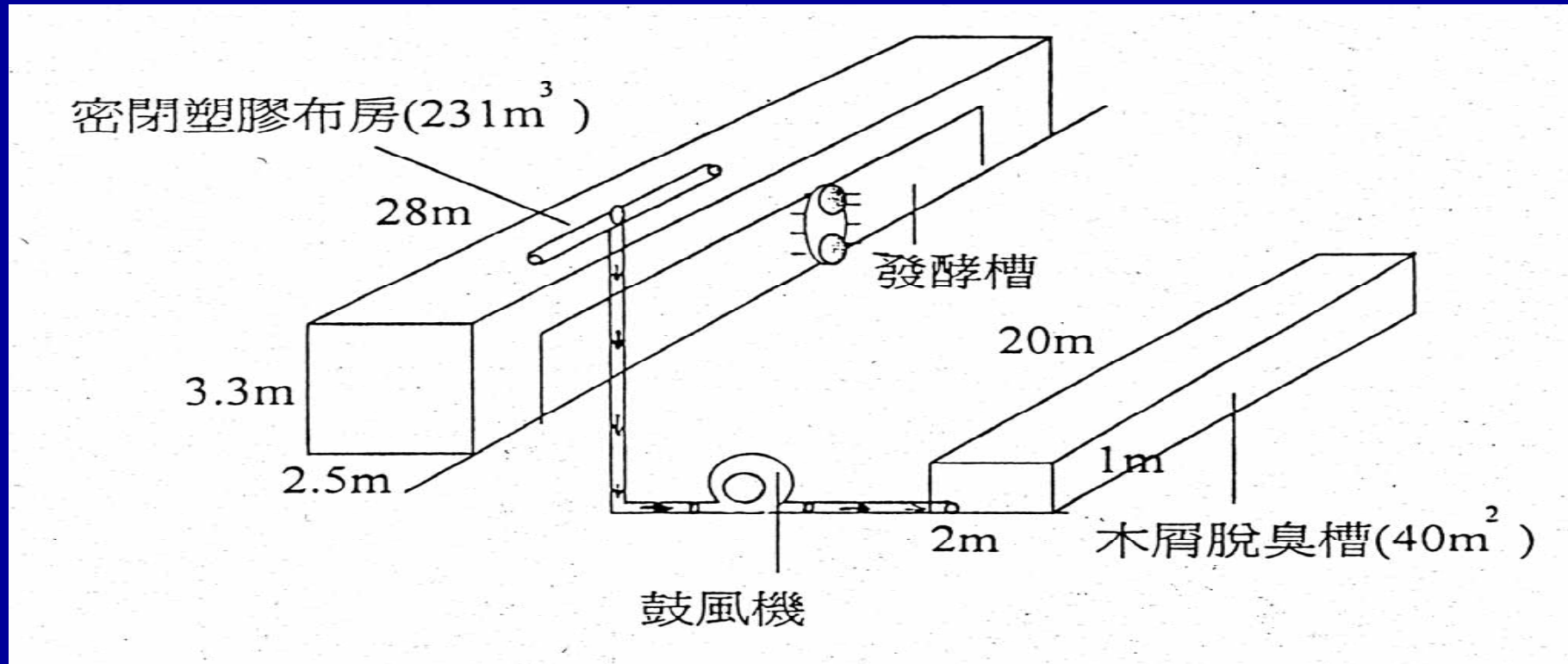
20m

1m

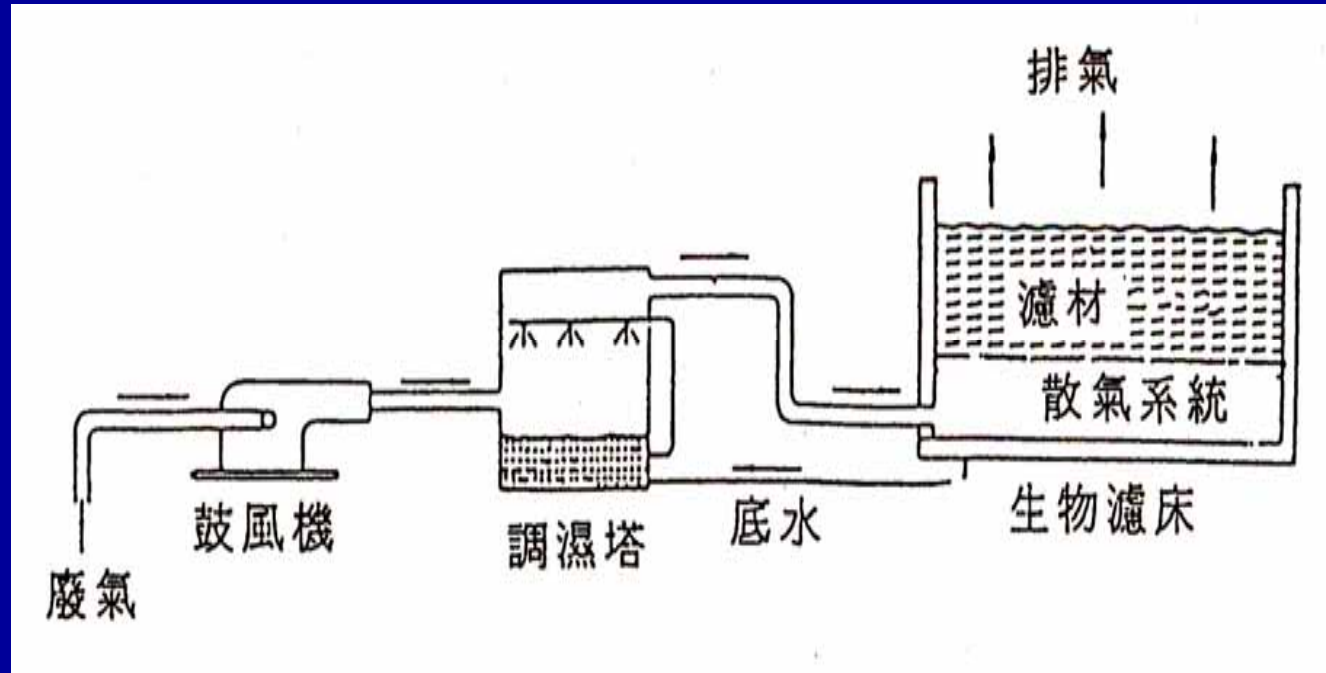
2m

木屑脫臭槽(40m²)

鼓風機

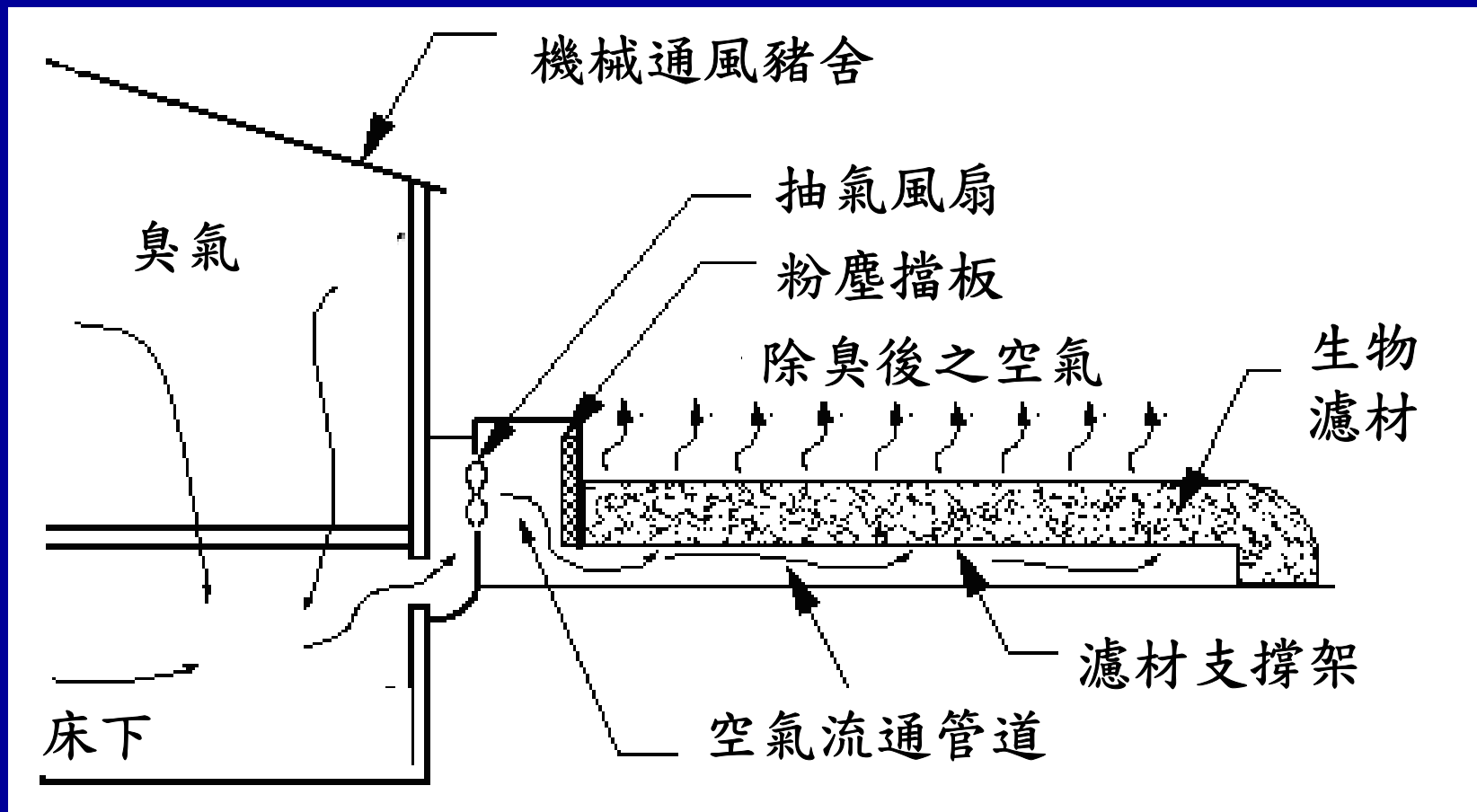


生物濾床(Biofiltration)



濾材：以堆肥、泥碳土、木屑、樹皮、酸鹼調節劑、填充劑摻配，並經微生物殖種。

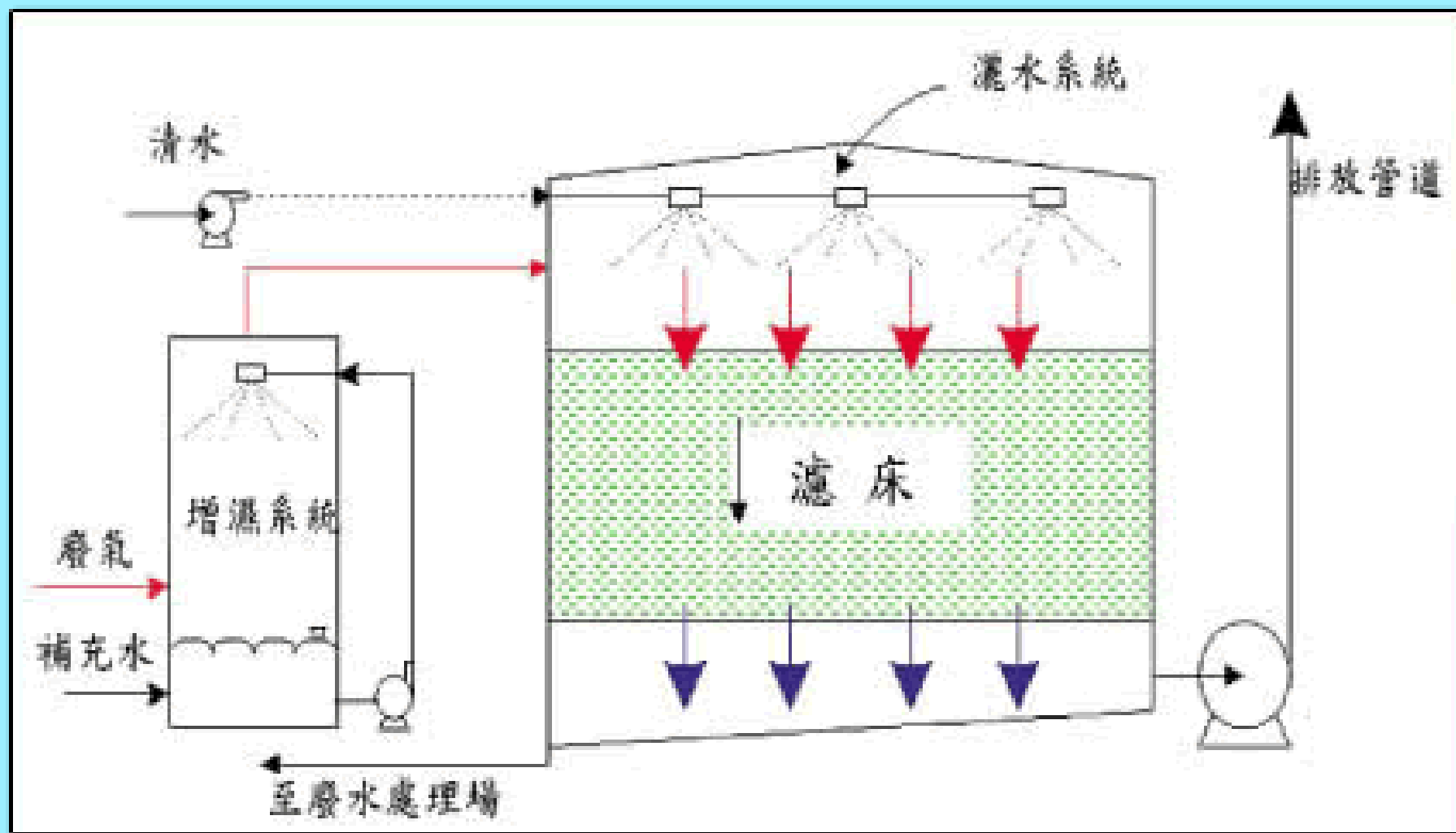
堆積高度小於1公尺，適合處理一般臭味及揮發性有機物。



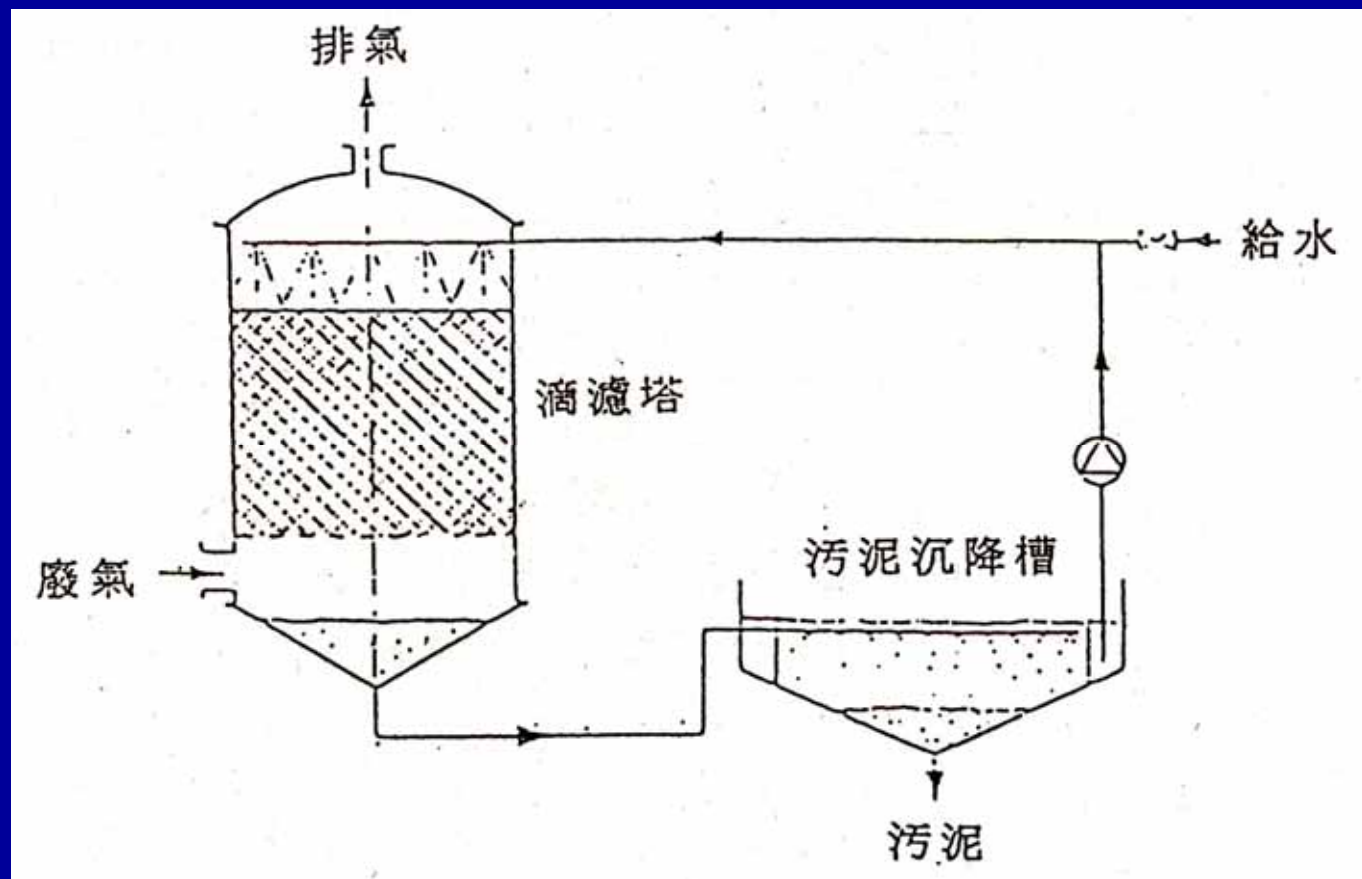
開放式生物濾床

Nicolai *et al.*, 2002

生物滴濾塔



生物滴濾塔



濾材：塑膠、陶瓷。

堆積高度：2~6m

堆肥場臭味防治之改善

- 材料對氨氣吸附之影響
 - A 木屑 (W)
 - B 木屑 + 菌種 (WA)
 - C 木屑 + 腐熟堆肥 (WC)
 - D 生物濾料 (WCA)

木屑脫臭槽



實場模型槽進氣與排氣之氨氣濃度之去除率

	進氣	排氣	去除率
	ppm		%
A	235	1.6	99
B	213	1.5	99
C	263	31	88
D	256	18	93

註：A—木屑；B—木屑 + 菌種；C—木屑 + 腐熟堆肥；
D—生物濾料

八、總結

阻絕畜舍內外臭氣源、牧場綠美化建立隔離綠帶、做好公關為主。至於畜禽飼養場所產生之空氣污染物，可利用遮陽網搭配噴霧設施、生物濾床、生物洗滌、生物滴濾、及畜舍內改善等方法來降低部分污染物。

謝謝

敬請指教