

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

安德森生物氣膠採樣器於各類作業環境中之採樣效能評估

計畫編號：NSC 89-2314-B-040-032

執行期限：89年08月01日至90年07月31日

主持人：林文海 中山醫學院公共衛生學系

一、中文摘要

生物廢水處理廠的廢水及污泥常含大量微生物，在處理過程中可能會有大量的微生物散逸於周圍空氣中。本研究係針對污泥在脫水的過程中，評估其產生的生物氣膠特性，並藉此評估安德森採樣器之採樣效能。本研究的採樣時間於89年1月，以安德森生物氣膠衝擊器進行採樣，並探討採樣時間與採樣結果的關係，採樣地點於廢水處理廠的露天脫水機。採樣發現細菌的平均濃度為2008 CFU/m³ (767-4473 CFU/m³)，真菌平均濃度為1328 CFU/m³ (534-2712 CFU/m³)，比一般室外的細菌及真菌濃度高。主要出現的真菌菌屬為 *Cladosporium* (78%)、*Fusarium* (12%) 及 *Yeast* (8%)。

關鍵字：生物廢水處理場、污泥、脫水機、安德森生物氣膠衝擊器

Abstract

In this study, the sampling efficiencies of the Andersen samplers with different stages are under evaluation during the dewatering operation in an industrial wastewater treatment plant for bacterial and fungal bioaerosols. The significant differences of CFU concentrations recovery from Andersen samplers with different stage were observed when the sampling time was 1 min, where differences were not significant when sampling time was 4 min.

Keywords: bacteria, fungi, Andersen sampler

二、緣由與目的

隨著人口的成長及工商業的進步，人們產生的廢棄物日益增加，因此擴展廢棄物的處置場所及處

理設施是必要的工作，如：廢水處理廠[1]、衛生掩埋場[2]及堆肥場[3]，而這些場所在設備的操作過程中易產生致病性的生物氣膠，這些空氣中的細菌及真菌，長久以來，一直被認為是重要的致病原及過敏原之一。本研究之廢水處理廠是收集由六百三十多家廠商排放的廢水，平均流量為25000CMD，廢水經由初級處理及生物處理後，污泥最後藉由機械脫水以減少污泥體積，使污泥易於搬運，機械脫水可以在短時間內處理大量的污泥，其所需的面積很小。污泥在脫水過程中會使大量的微生物散逸於周圍空氣中飄移，對於長時間的操作人員及附近的居民之健康皆可能有潛在之影響。本研究之目的在於探討污泥在脫水過程中，產生的生物氣膠之特性。

三、結果與討論

1分鐘所測得的細菌算數平均濃度是2699 CFU/m³，濃度範圍1007-4473 CFU/m³，2分鐘所測得的算數平均濃度是2116 CFU/m³，濃度範圍1046-3378 CFU/m³，4分鐘所測得的算數平均濃度是1209 CFU/m³，濃度範圍767-1960 CFU/m³，所有時間細菌的算數平均濃度為2008 CFU/m³；而1分鐘所測得真菌的算數平均濃度是1484 CFU/m³，濃度範圍724-2392 CFU/m³，2分鐘所測得的算數平均濃度是1735 CFU/m³，濃度範圍1134-2712 CFU/m³，4分鐘所測得的算數平均濃度是764 CFU/m³，濃度範圍767-1960 CFU/m³，所有時間真菌的算數平均濃度為1328 CFU/m³。主要出現菌屬為 *Cladosporium*、*Fusarium* 及 *Yeast*，其濃度比例佔總真菌濃度的78%、12%及8%。

討論

本研究的細菌總平均濃度為2008 CFU/m³，比醫院廢水[5]的平均濃度(6880 CFU/m³)低，且

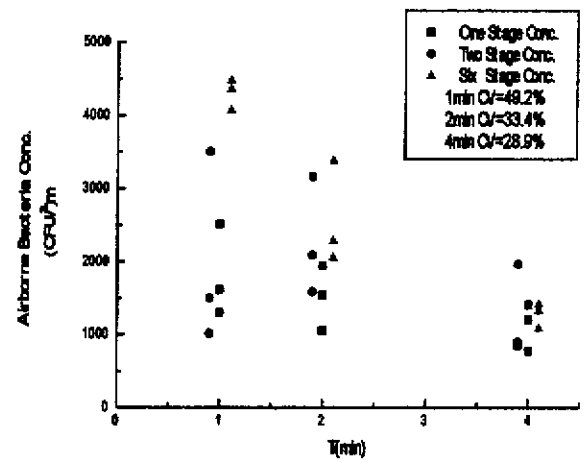
產生的菌種亦比醫院廢水少，所以醫院廢水產生的細菌總類及濃度均比本研究多。另外在 Kerby 的研究 (1) 中亦發現距離曝氣槽 250m 的地方，其空氣中的濃度仍比背景值高，而本研究的脫水機距離氧化渠約 5m，氧化渠轉盤所產生之生物氣膠亦可能會影響採樣結果，產生高估之情形，所以氧化渠可能產生之生物氣膠濃度是以後需加以探討的。本研究結果，真菌的總平均濃度為 1328 CFU/m^3 ，而郭氏(6)測得一般室外空氣中的真菌，在冬季的算數平均濃度為 74 CFU/m^3 ，顯示本研究測得之真菌濃度比一般室外濃度高出許多。而本研究測得之菌屬則以

Cladosporium(78%)所佔比例最高；而郭氏(6)的研究中，冬季測得菌屬以 *Penicillium*(29%)所佔比例最高(6)，而 *Cladosporium* 為 0%，顯示本研究的菌種分布特性與一般室外空氣中的菌種分布不同。

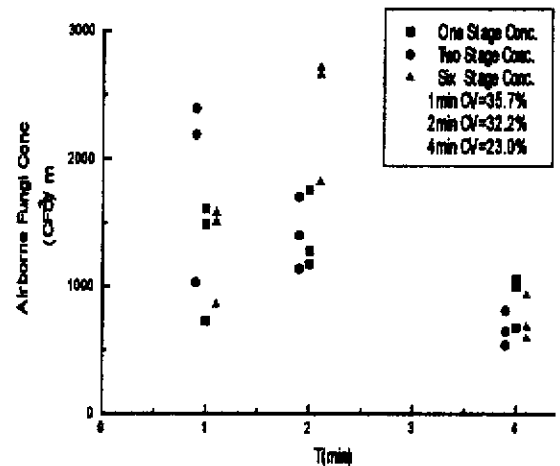
在 Teitsch 等人的研究中(8)指出溼度及陽光會影響細菌及真菌的存活率，高溼度及低光照射均會增加細菌之存活率，所以在陰天或溼度高時，可能暴露的濃度會更高。另外根據研究指出(6,7)，受氣象因子的影響，夏季的室外真菌濃度是四季中最高的，而冬季則是濃度最低的季节，所以於夏季採樣結果可能會更高，這是需要以後加以探討的問題。吸入真菌最常造成的健康危害主要與呼吸道過敏症狀有關，而無論真菌孢子是否具有生長繁殖能力均有可能引發過敏或呼吸道方面的疾病，而這些真菌蓄積在廠區內對於長時間工作的操作人員及附近的居民均可能造成健康上的危害。

本研究依不同時距進行採樣，採樣時間愈長，所得的細菌(圖一)及真菌(圖二)之濃度均有逐漸降低之趨勢，另一方面，一階、二階及六階安德森採樣器的採樣時間愈長，三者的採樣結果變異程度也隨之降低。推估係因為所使用之空氣泵在電源啟動初期較難達到所要求的流量(28.3 liter/min)，對於所設定的空氣流量造成誤差，所以當採集時間較短時，採樣的結果較不穩定，可能會有高估或低估的情形，當採集的時間足以讓空氣泵達到正確的流量(28.3 liter/min)，採樣的結

果會趨於穩定，誤差減少。

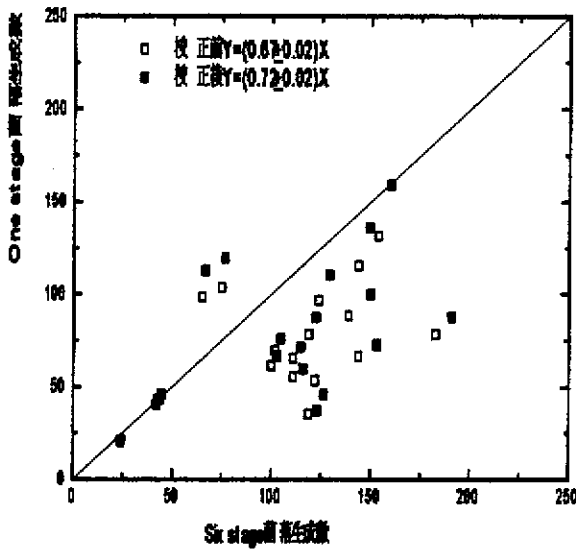


圖一 不同採樣時間細菌濃度分析圖

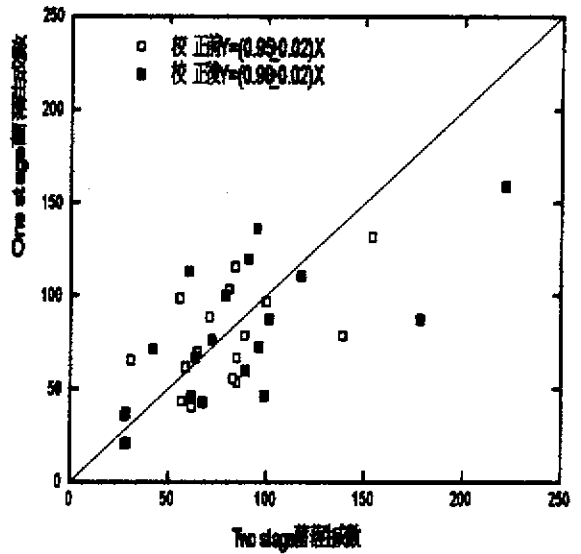


圖二 不同採樣時間真菌濃度分析圖

一階與六階同時採樣的採樣結果(圖三)顯示一階採樣器採樣的菌落數比六階採樣器少，比值為 0.67 ± 0.02 ，六階採集的效果較好，但在菌落數愈低時，兩者採樣效率愈趨近。圖四為二階與六階的採樣結果比較，可以看出二階採樣器採樣的菌落數較六階採樣器低，其比值為 0.70 ± 0.01 ，六階的採集效果較好，在菌落數愈低時，兩者採樣效率亦愈趨近。圖五為一階與二階的採樣結果比較，可以看出一階採樣的菌落數與二階採樣器相近，比值為 0.90 ± 0.02 ，菌落數愈低，採樣效率愈相近。本研究適用的菌落數範圍，細菌為 30-300，真菌為 50-100(9)，本研究結果亦可顯示，在菌落數少時，三種採樣器的採樣效果相近，但是在菌落數大時，以六階採樣器的採樣結果較高，效果較好。本研究的菌落數用安德森操作手冊校正之(10)，比較校正前與校正後之差異，由圖三、圖四、圖五中可看出校正後較為準確。

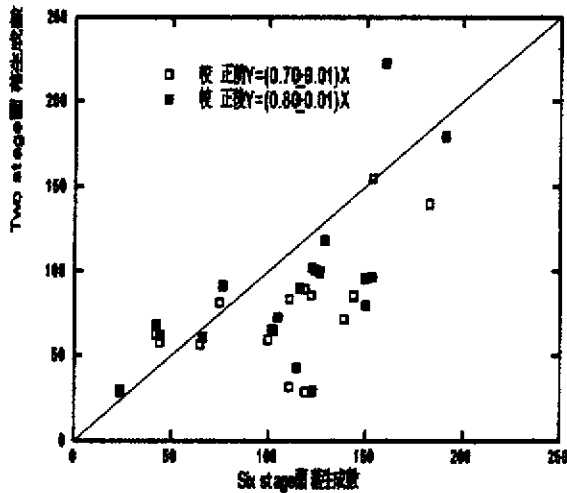


圖三 一階與六階的採樣結果及校正前與校正後的差異

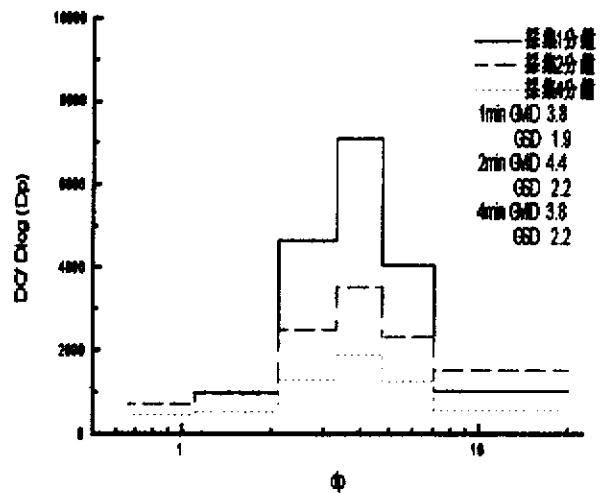


圖五 一階與二階的採樣結果及校正前與校正後的差異

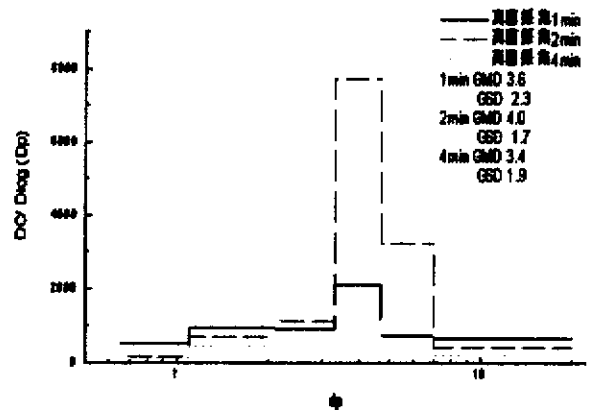
粒徑大小會影響採樣結果的分佈，空氣中的生物氣膠以六階採樣器採樣時，以第三階結果最顯著(圖六及圖七)，其切開直徑為 $3.3\mu\text{m}$ ，表示脫水機附近的生物氣膠粒徑以 $3.3-4.7\mu\text{m}$ 最多。



圖四 二階與六階的採樣結果及正前與校正後的差異



圖六 以 Six Stage 採樣時細菌粒徑大小與採樣效果的關係



圖七 以 Six Stage 採樣時真菌粒徑大小與採樣效果的關係

結論

本研究以安德森採樣器採樣時，需有足夠時間讓空氣泵達到正確的流量以減少誤差；於低濃度採樣時，以一階、二階及六階採樣器採樣皆適宜，而在高濃度環境中，以六階採樣器採集效果較好。

此污水處理廠的脫水機所產生之生物氣膠，比一般冬天室外空氣中的生物氣膠含量高，主要發現的真菌菌種為 *Cladosporium*、*Fusarium* 及 *Yeast*，這些菌種經常是導致呼吸過敏的真菌，而日夜與不同季節的濃度變化是值得進一步探討的問題。日後應亦應針對脫水機之各項操作參數對生物氣膠產生量之影響及如何阻絕生物氣膠之溢散作進一步之探討。

參考文獻

- [1] Kerby, F. Fannin., Vana, S.C and Jakubowski, W., 1985; Effect of an Activated Sludge Wastewater Treatment Bacteria and Viruses, *Appl. Environ. Microbiol.*,49(5):1191-1196.
- [2] Lembke, L.L., and R.N. Kniseley. 1980. Coliforms in aerosols generated by a municipal solid waste recovery system. *Appl. Environ. Microbiol.* 40:880-891
- [3] Millner, P.D.,D. Bassett, and P. B. Marsh. 1980. Dispersal of *Aspergillus fumigatus* from sewage sludge compost piles subjected to mechanical agitation in open air. *Appl. Environ. Microbiol.*,39:1000-1009
- [4] 王秋森；氣懸膠技術學；1993；國立台灣大學醫學院出版委員會出版
- [5] 蔡清讚、蔡慈寧、巫朝輝、陳盈壯、賴怡棠、蔡慈芬、賴彥壯，1996；醫院廢水處理設施所產生致病性生物氣膠之研究，勞工安全衛生研究季刊，第五卷，第一期：51-62
- [6] 郭玉梅；季節變化對台北地區室內外真菌之特性影響；國立台灣大學公共衛生學院公共衛生學研究所碩士論；1993
- [7] 林文海；真菌氣膠採樣技術之評估，國立台灣大學公共衛生學院公共衛生學研究所博士論文；1998，224p
- [8] Teltsch, B, S.K, L. Bonnet, Y. Borenzstajn-rottem, and E. K. 1980. Isolation and Identification of Pathogenic Microorganisms at Wastewater-Irrigated Fields: Ratios in Air and Wastewater, *Appl. Environ. Microbiol.* 1183-1190
- [9] ACGIH; Guidelines for the Assessment of Bioaerosols in the Indoor Environment Cincinnati, OH ;American Conference of Governmental Industrial Hygienists;1989
- [10] Andersen Sampler Inc : Operation Manual For Andersen Sampler, 1984 ; 24p