

表 2.4.1.1 苯 Benzene 特性危害暴露

分子式	C ₆ H ₆	密度	0.88 g/ml
分子量	78.11 g/mol		
主要症狀	頭痛、困倦、頭昏、暈眩、呼吸衰竭、刺激感、皮膚炎、支氣管炎、胸部緊縮、嘔吐、脈搏加速、步伐搖晃、肺水腫、白血病。		
健康危害效應	可能造成血液和骨髓的受損。吞食或嘔吐可能造成倒吸入肺。為一致癌物。		
環境影響	具生物降解性，當釋放至土壤及水中，預期會揮發掉。		

表 2.4.1.2 甲苯 Toluene 特性危害暴露

分子式	C ₇ H ₈	密度	0.865 g/ml
分子量	92.14 g/mol		
主要症狀	刺激、昏睡、頭痛、疲勞、暈眩、眼花、麻木、噁心、精神紊亂、動作不協調、抑制中樞神經系統、無意識、皮膚炎。		
健康危害效應	吸入或吞時有害，造成中樞神經系統抑制。蒸氣可能造成頭痛、疲勞、暈眩、眼花、麻木、噁心、精神紊亂、動作不協調，食入或嘔吐時可能引起倒吸入肺部。		
環境影響	無明顯的生物濃縮作用、具生物降解性。當釋放至土壤及水中，會揮發及進行生物分解；釋放至空氣中，會與氫氧自由機反應而衰減。		

表 2.4.1.3 乙苯 Ethylbenzene 特性危害暴露

分子式	C ₈ H ₁₀	密度	0.867 g/ml
分子量	106.17 g/mol		
主要症狀	皮膚接觸到乙基苯液體會導致紅斑及發炎。長期暴露在乙基苯蒸氣下會導致官能障礙，增加深層反射，刺激上呼吸道，血液不正常及肝膽障礙。僅吸入少量亦可能造成嚴重的傷害，因其低黏度及表面張力易導致在肺部廣大面積的瀰散作用。		
健康危害效應	有毒，如果吸入或經由皮膚吸收可能會造成中毒。吸入或和毒物接觸可能刺激或燒傷皮膚及眼睛。蒸氣可引起暈眩、窒息。 控制火場火勢的水或是稀釋毒物的水均會造成污染。		
環境影響	污水或活性污泥經過適應後可將乙基苯快速的降解。		

表 2.4.1.4 鄰-二甲苯 o-Xylene 特性危害暴露

分子式	C ₈ H ₁₀	密度	0.87 g/ml
分子量	106.17 g/mol		
主要症狀	頭痛、噁心、嘔吐、暈眩、疲勞、頭昏眼花、暴躁、食慾不振、器官協調功能降低、失去知覺、皮膚乾裂有灼熱感、紅腫、角膜灼傷、平衡失調、心律不整、呼吸困難。		
健康危害效應	會抑制中樞神經系統。吞食或嘔吐可能造成倒吸入肺。高濃度暴露可能導致意識喪失。		
環境影響	當釋放至大氣，會與氫氧自由基作用而快速分解。		

表 2.4 本研究四物質的基本資料

	勞委會TWA (ppm)	分子量(g/mol)	密度(g/ml)
Benzene	10	78.11	0.88
Toluene	100	92.14	0.865
Ethyl Benzene	100	106.17	0.867
Xylene	100	106.17	0.87

表 2.5 四種物質暴露容許濃度(ppm) ^(7, 8, 50)

Substance	OSHA	NIOSH		ACGIH		勞委會
	TWA	TWA	C STEL	TWA	STEL	TWA
Benzene	1	0.1 ^a	1	10 ^b		10
Toluene	200	100	150	50(skin)		100
Ethylbenzene	100	100	125	100	125	100
Xylene	100	100 ^c	150	100	150	100

- ^a Potential carcinogen
- ^b Suspect carcinogen
- ^c Group I Pesticide

表 2.7.4 Types of SPME fibers

Bare fused silica	Adsorbent	polar
7 um PDMS	Absorbent	nonpolar
30 um PDMS	Absorbent	nonpolar
100 um PDMS	Absorbent	nonpolar
85 um PA	Absorbent	polar
75 um PDMS-DVB	Adsorbent	bipolar
75 um CW-DVB	Adsorbent	polar
50 um/30 um DVB/Car-PDMS	Adsorbent	bipolar
75 um Carboxen-PDMS	Adsorbent	bipolar

表 2.7.6.1 苯理論採樣率

Benzene C ₆ H ₆	d=0.88g/ml
T: 25 =298K	M _{AB} :2(1/29+1/78.11)=42.30
M _{air} :29	即可得擴散係數 D D=0.0907 cm ² /sec 理論採樣率(R) = D×(A/Z) = 0.0907×0.00086/0.3 = 2.6×10 ⁻⁴ (cm ³ /sec) = 0.0156(cm ³ /min)
M _{benzene} :78.11	
(Σ _v) _{air} :19.7	
(Σ _v) _{benzene} :15.9×6+2.31×6-18.3=90.96	

表 2.7.6.2 甲苯理論採樣率

Toluene C ₇ H ₈	d=0.865g/ml
T: 25 =298K	M _{AT} :2(1/29+1/92.14)=44.12
M _{air} :29	即可得擴散係數 D D=0.0816 cm ² /sec 理論採樣率(R) = D×(A/Z) = 0.0816×0.00086/0.3 = 2.34×10 ⁻⁴ (cm ³ /sec) = 0.0140(cm ³ /min)
M _{toluene} :92.14	
(Σ _v) _{air} :19.7	
(Σ _v) _{benzene} :15.9×7+2.31×8-18.3=111.48	

表 2.7.6.3 乙苯理論採樣率

Ethylbenzene C ₈ H ₁₀	d=0.867g/ml
T: 25 =298K	M _{AE} :2(1/29+1/106.17)=45.56
M _{air} :29	即可得擴散係數 D D=0.0746 cm ² /sec 理論採樣率(R) = D×(A/Z) = 0.0746×0.00086/0.3 = 2.14×10 ⁻⁴ (cm ³ /sec) = 0.0128(cm ³ /min)
M _{Ethylbenzene} :106.17	
(Σ _v) _{air} :19.7	
(Σ _v) _{benzene} :15.9×8+2.31×10-18.3=132	

表 2.7.6.4 鄰二甲苯理論採樣率

Xylene C ₈ H ₁₀	d=0.87g/ml
T: 25 =298K	M _{AX} :2(1/29+1/106.17)=45.56
M _{air} :29	即可得擴散係數 D D=0.0746 cm ² /sec 理論採樣率(R) = D×(A/Z) = 0.0746×0.00086/0.3 = 2.14×10 ⁻⁴ (cm ³ /sec) = 0.0128(cm ³ /min)
M _{xylene} :106.17	
(Σ _v) _{air} :19.7	
(Σ _v) _{benzene} :15.9×8+2.31×10-18.3=132	

表 3.5.1

以理論採樣率計算四種物質在 0.1ppm 環境下採集一小時的量

物質	$R \times T \times \text{濃度} (\text{mg}/\text{m}^3) = \text{該物質的質量}$
苯	$(0.0156 \times 10^{-6}) (\text{m}^3/\text{min}) \times 60\text{min} \times 0.319\text{mg}/\text{m}^3 = 0.2986 \times 10^{-6}\text{mg}$
甲苯	$(0.0140 \times 10^{-6}) (\text{m}^3/\text{min}) \times 60\text{min} \times 0.377\text{mg}/\text{m}^3 = 0.3167 \times 10^{-6}\text{mg}$
乙苯	$(0.0128 \times 10^{-6}) (\text{m}^3/\text{min}) \times 60\text{min} \times 0.434\text{mg}/\text{m}^3 = 0.3333 \times 10^{-6}\text{mg}$
二甲苯	$(0.0128 \times 10^{-6}) (\text{m}^3/\text{min}) \times 60\text{min} \times 0.434\text{mg}/\text{m}^3 = 0.3333 \times 10^{-6}\text{mg}$

表 3.5.2 檢量線配製濃度

加入體積 ul, 配成 25 ml (近似100ppm)	Benzene Conc. (mg/mL)	Toluene	Ethyl Benzene	Xylene
10	0.3520	0.346	0.3468	0.348
加入體積 ul, 配成 10 ml (近似0.1ppm)	Benzene Conc. (mg/mL)	Toluene	Ethyl Benzene	Xylene
10	0.000352	0.000346	0.0003468	0.000348

表 4.2 各方法偵測極限

偵測極限比較	我國勞委會	NIOSH	本研究	
			方法偵測極限	儀器偵測極限
苯	2.62ug		0.21ng	3.33×10^{-4} ng
甲苯	0.83ug	0.001 TO 0.01mg	0.026ng	5.31×10^{-4} ng
乙苯	0.05ug	per sample	0.0028ng	3.59×10^{-4} ng
鄰二甲苯	26.04ug		0.159ng	3.55×10^{-4} ng

表 4.3 纖維的脫附效率

第一次 脫附	苯 area	甲苯 area	乙苯 area	鄰二甲苯 area
1	29275	12921	6842	4897
2	29114	14092	6702	3683
3	30417	13938	7002	4427
第二次脫附面積皆為0				
(第一次脫附面積-第二次脫附面積)/ 第一次脫附面積 脫附效率100%				

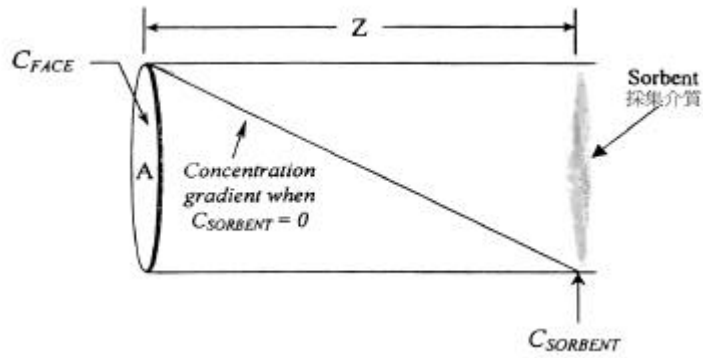


圖 2.7.2 費氏第一定律 (Fick's First Law)

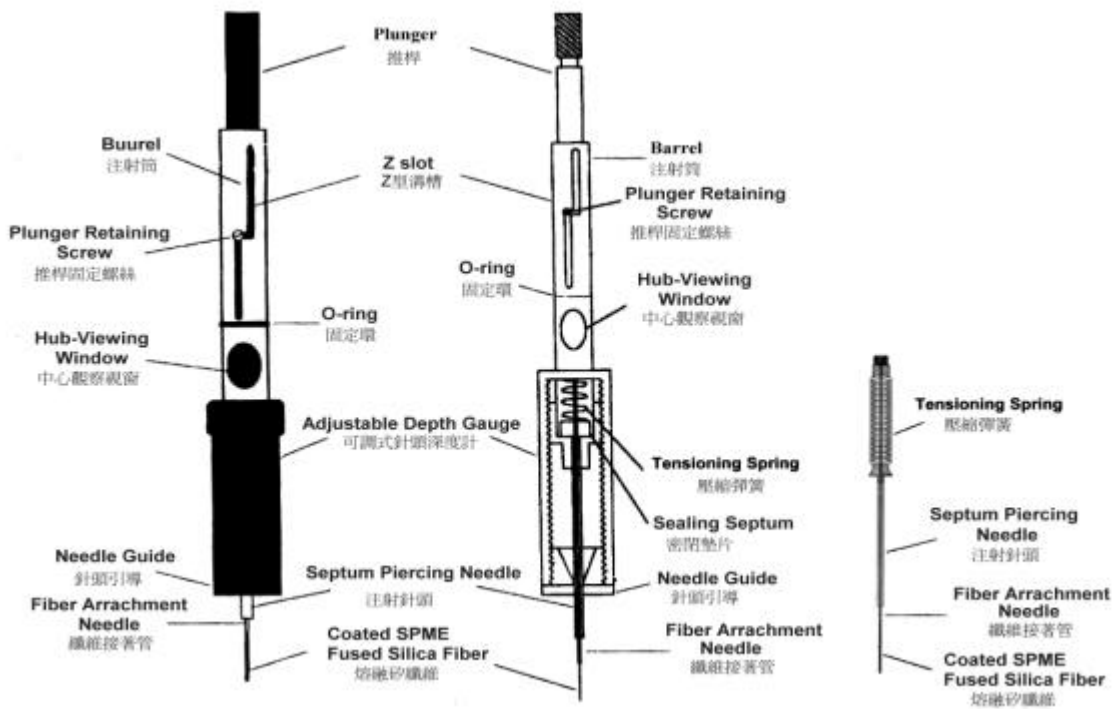


圖 2.7.3 SPME 裝置介紹

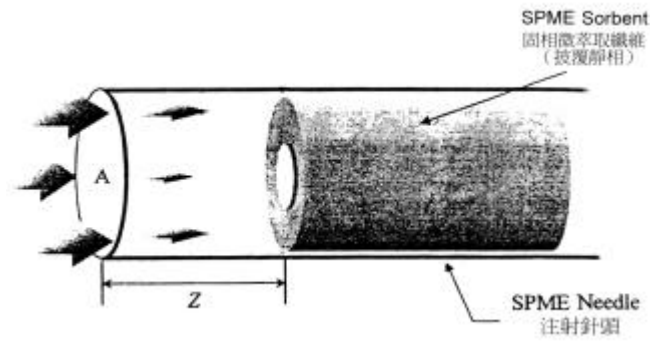


圖 2.7.5 SPME 纖維

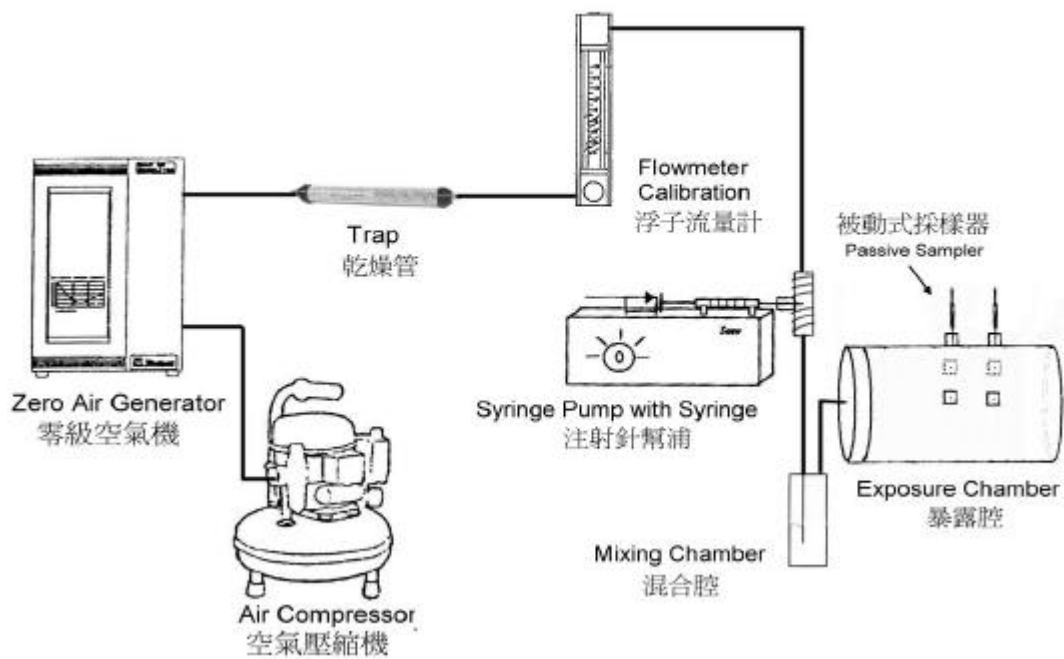


圖 3.9.1 動態標準氣體製造系統

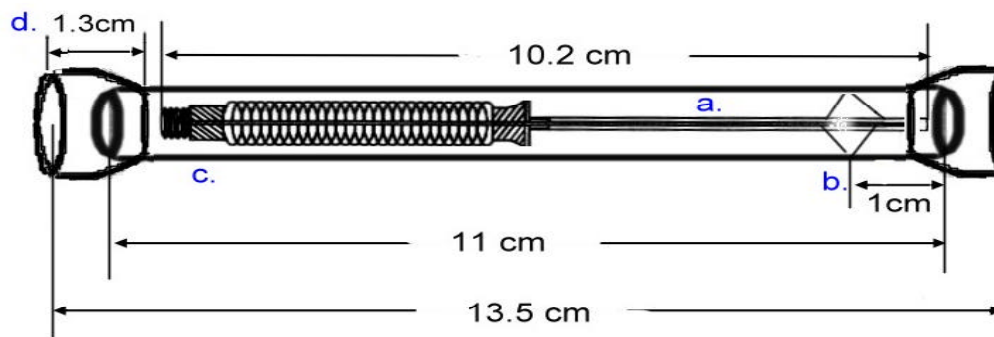


圖 3.9.5 被動式採樣器之雛形^(51,52)

- a: 固相微萃取萃取纖維
- b: 墊片
- c: 鐵弗龍管
- d: 橡膠蓋(內層為鐵弗龍)

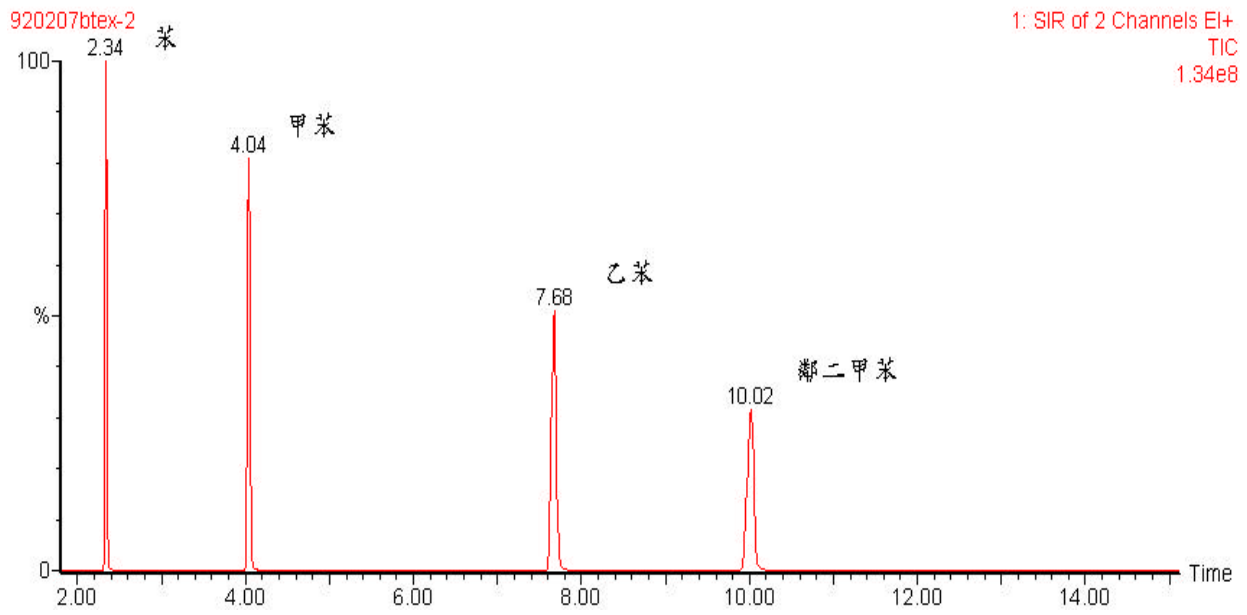


圖 4.1 GC/MS 樣本層析圖

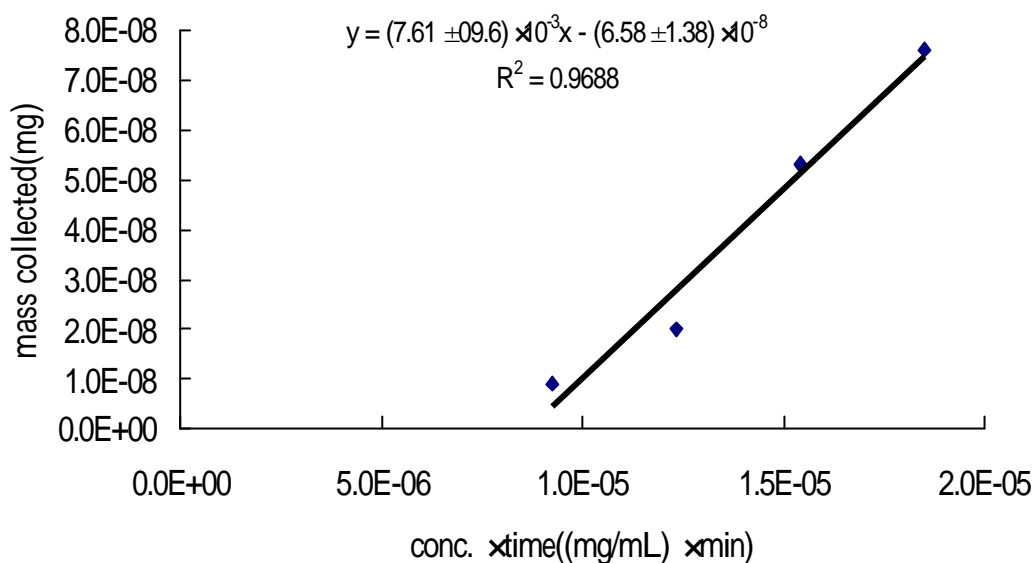


圖 4.4.1.1 25 ,0.1ppm,10%R.H.條件下空氣袋之實驗採樣率-苯

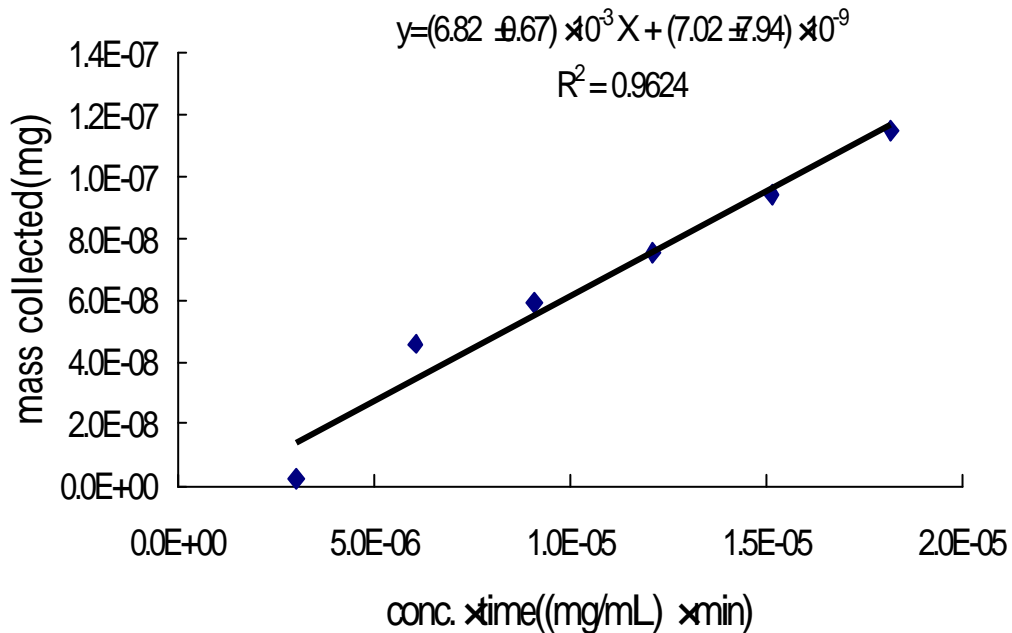


圖 4.4.1.2 25 ,0.1ppm,10%R.H.條件下空氣袋之實驗採樣率-甲苯

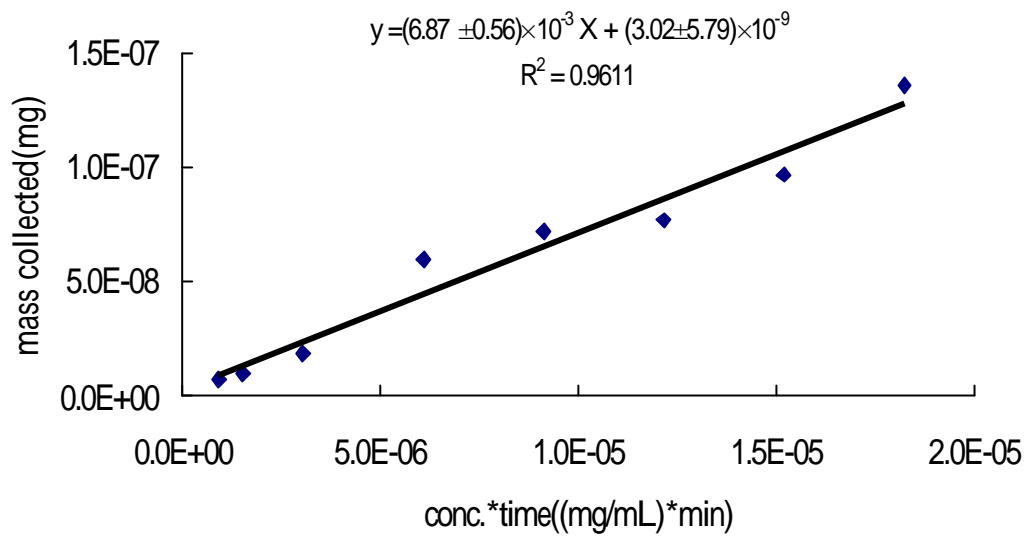


圖 4.4.1.3 25 ,0.1ppm,10%R.H.條件下空氣袋之實驗採樣率-乙苯

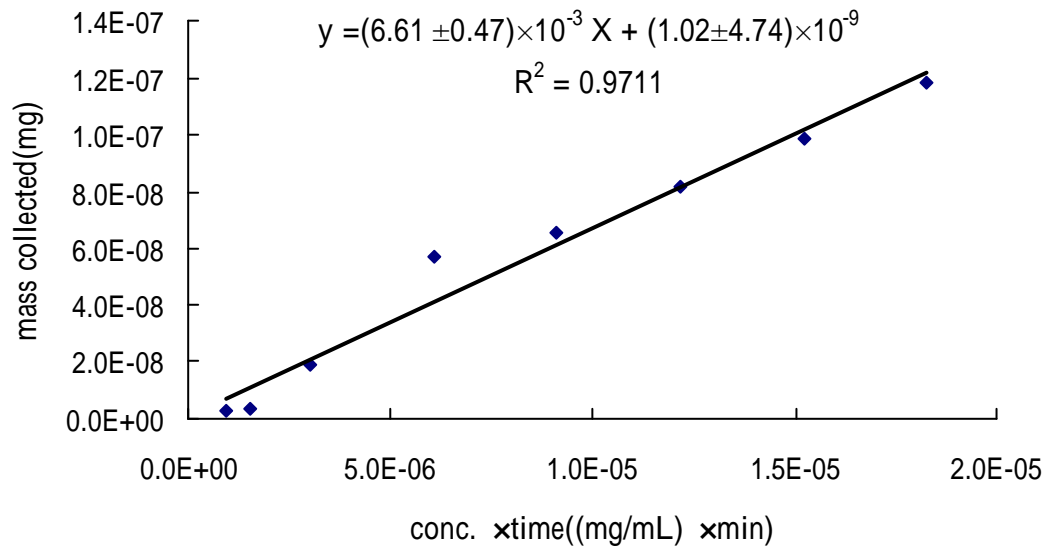


圖 4.4.1.4 25 ,0.1ppm,10%R.H.條件下空氣袋之實驗採樣率-鄰二甲苯

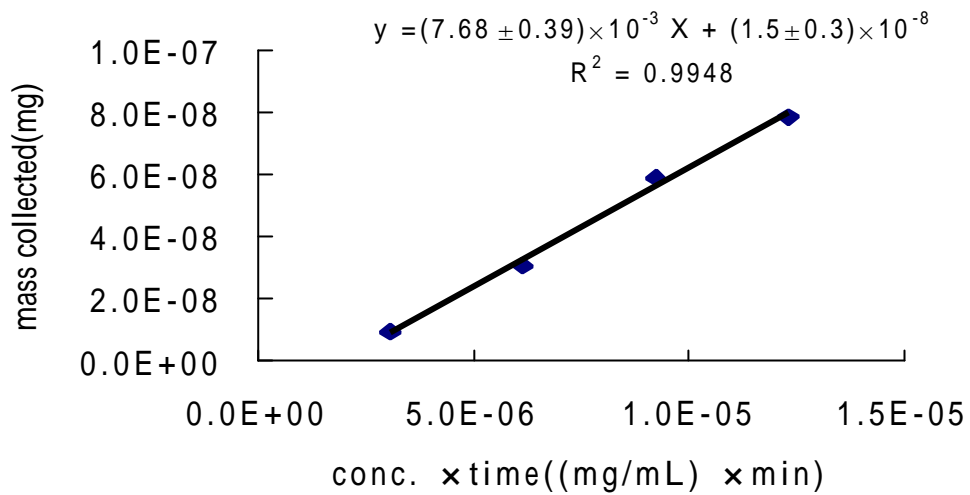


圖 4.4.2.1 4 ,0.1ppm,10%R.H.條件下空氣袋之實驗採樣率-苯 (溫度的影響)

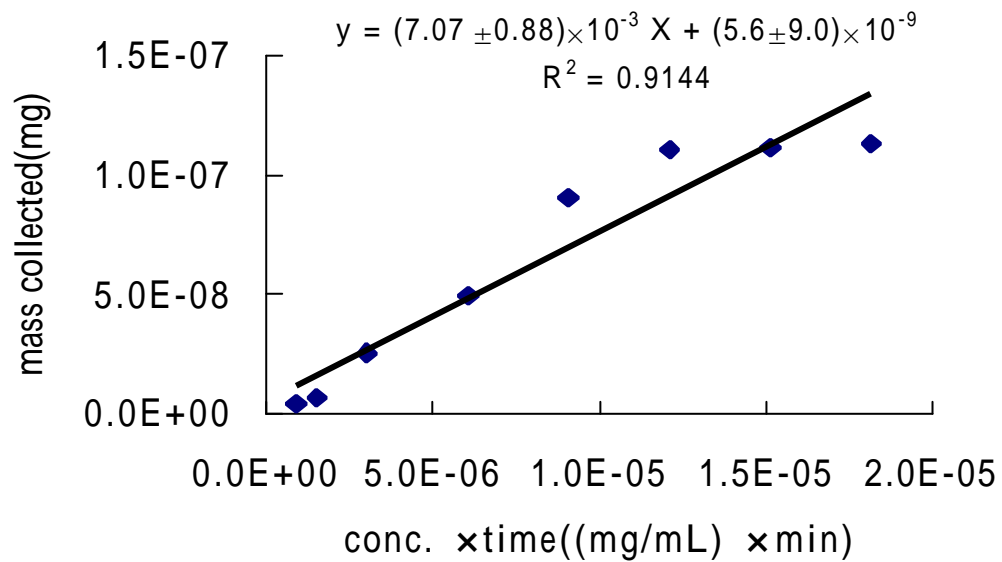


圖 4.4.2.2 4 ,0.1ppm,10%R.H.條件下空氣袋之實驗採樣率-甲苯 (溫度的影響)

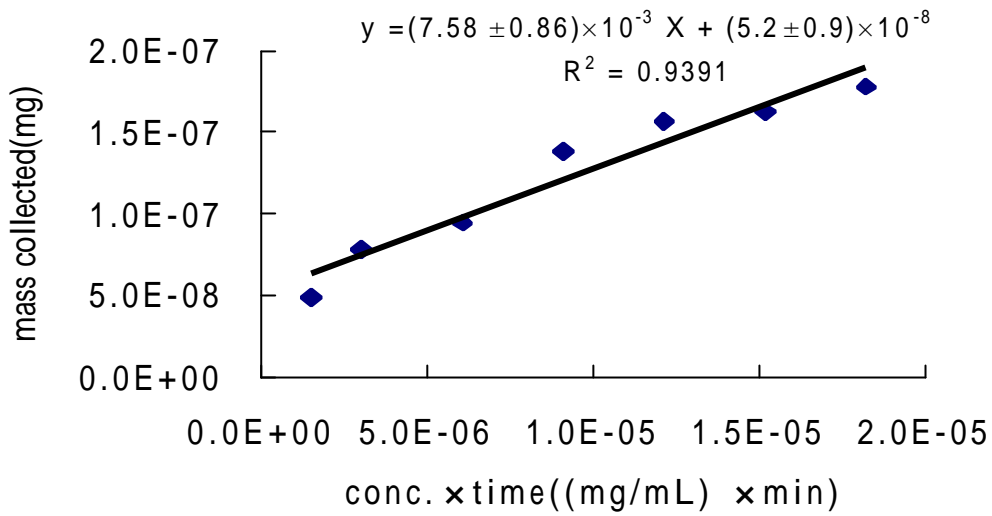


圖 4.4.2.3 4 ,0.1ppm,10%R.H.條件下空氣袋之實驗採樣率-乙苯 (溫度的影響)

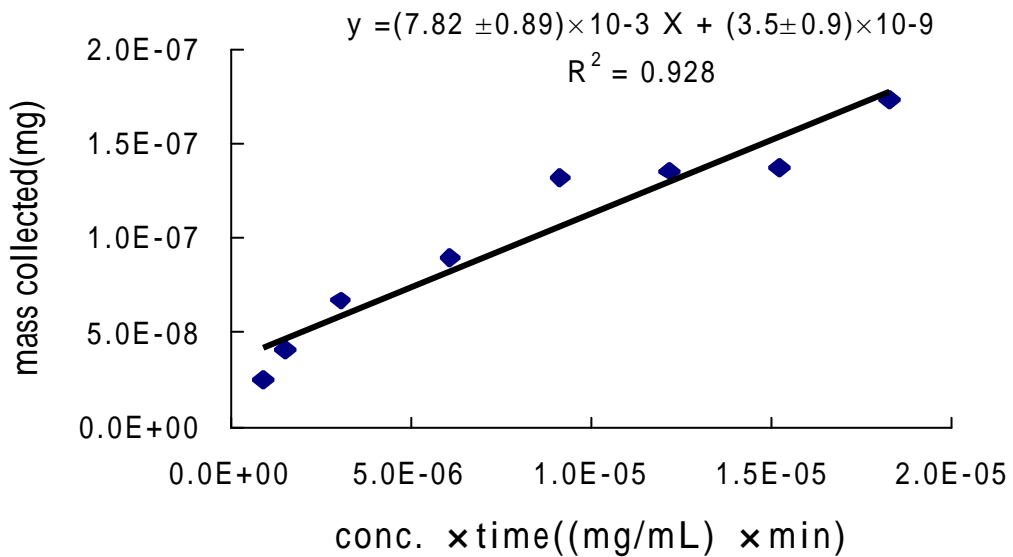


圖 4.4.2.4 4 ,0.1ppm,10%R.H.條件下空氣袋之實驗採樣率-鄰二甲苯 (溫度的影響)

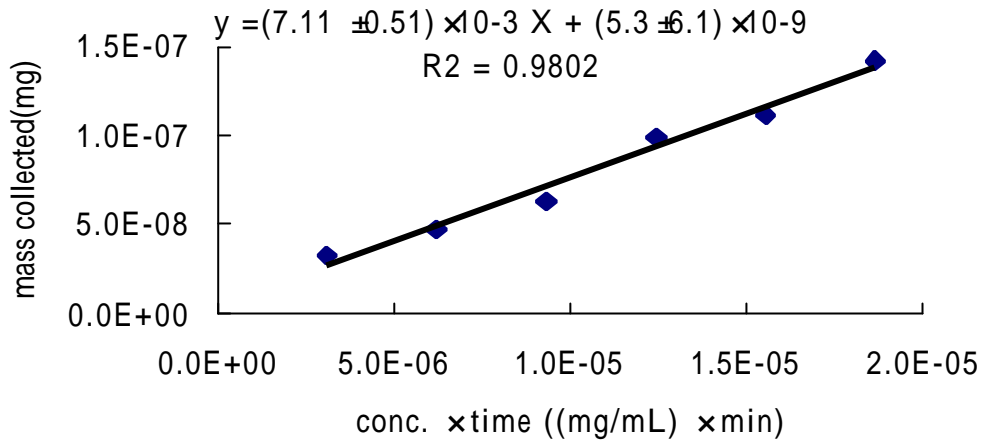


圖4.4.3.1 動態暴露系統-風速(20~50fpm)的影響之實驗採樣率-苯

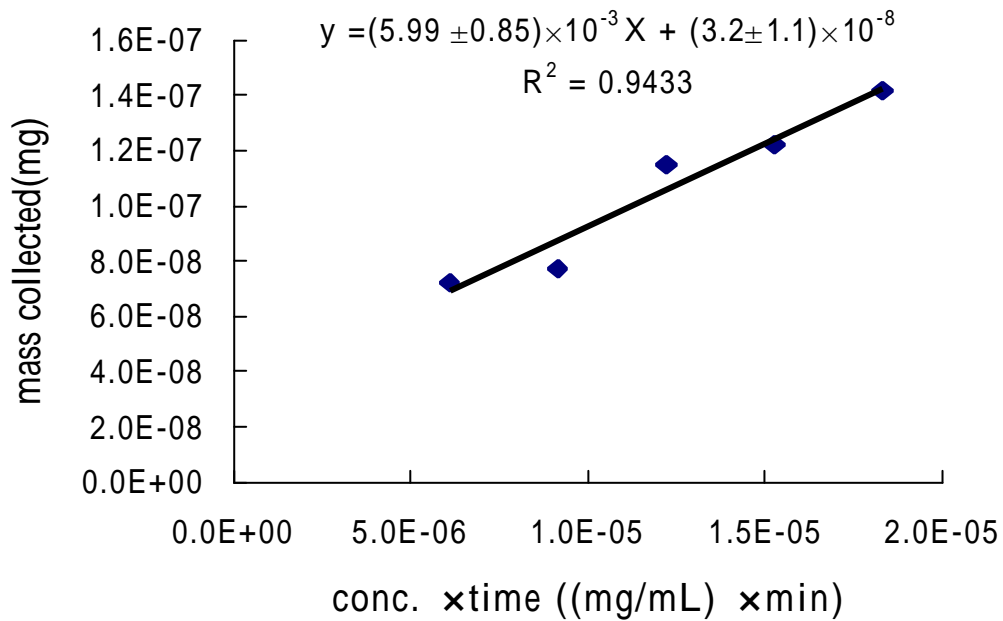


圖4.4.3.2 動態暴露系統-風速(20~50fpm)的影響之實驗採樣率-甲苯

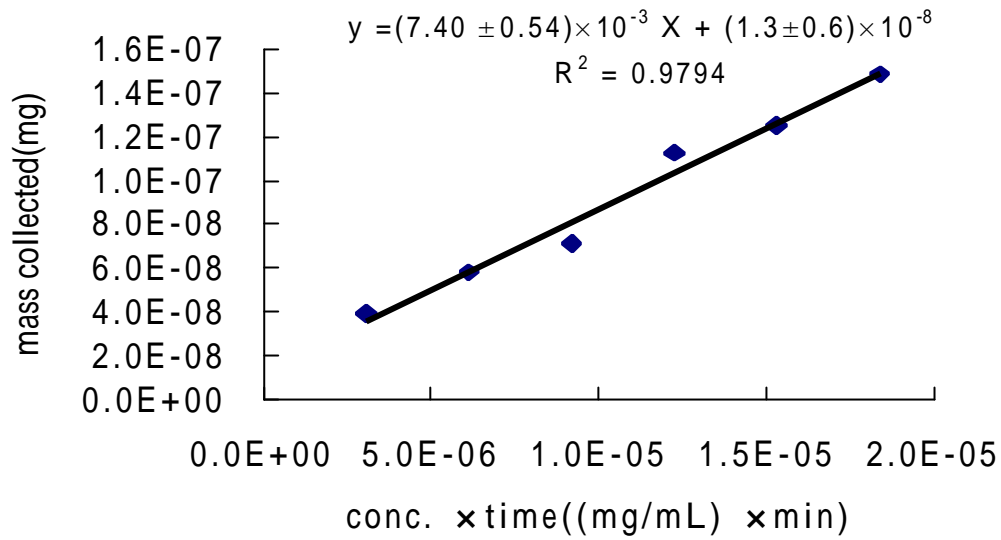


圖4.4.3.3 動態暴露系統-風速(20~50fpm)的影響之實驗採樣率-乙苯

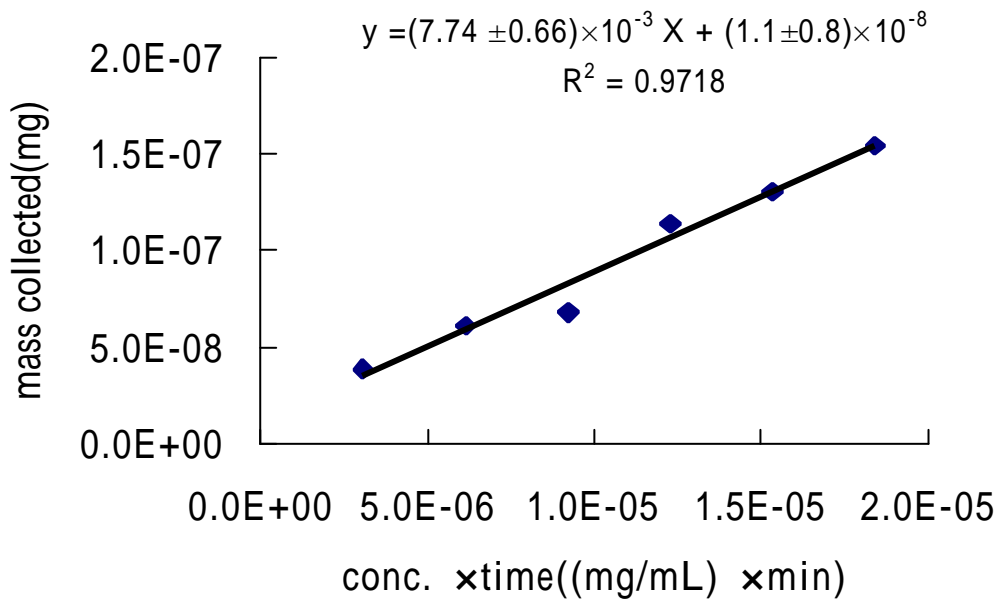


圖4.4.3.4 動態暴露系統-風速(20~50fpm)的影響之實驗採樣率-鄰二甲苯

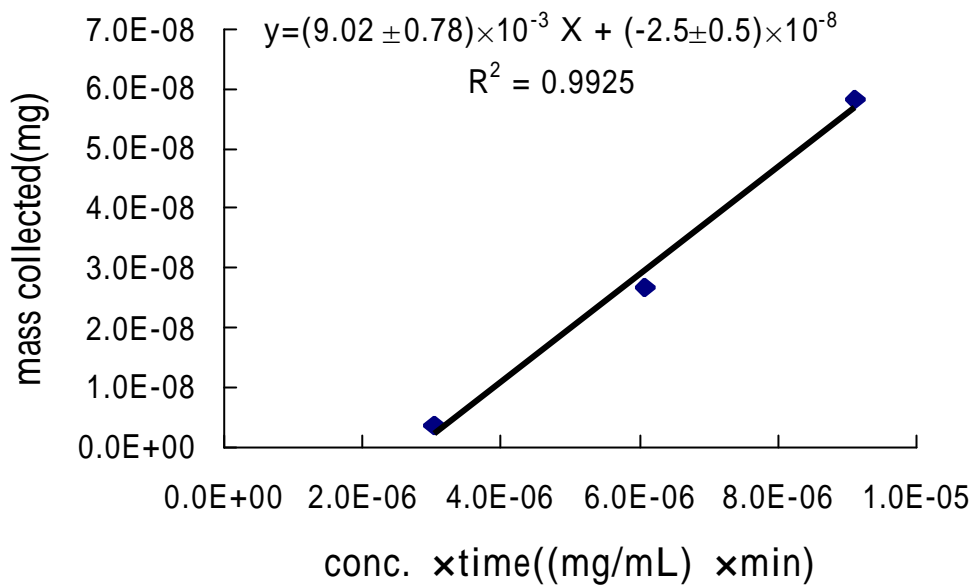


圖 4.4.4.1 4 ,0.1ppm,80%R.H.條件下空氣袋之實驗採樣率-苯 (溼度的影響)

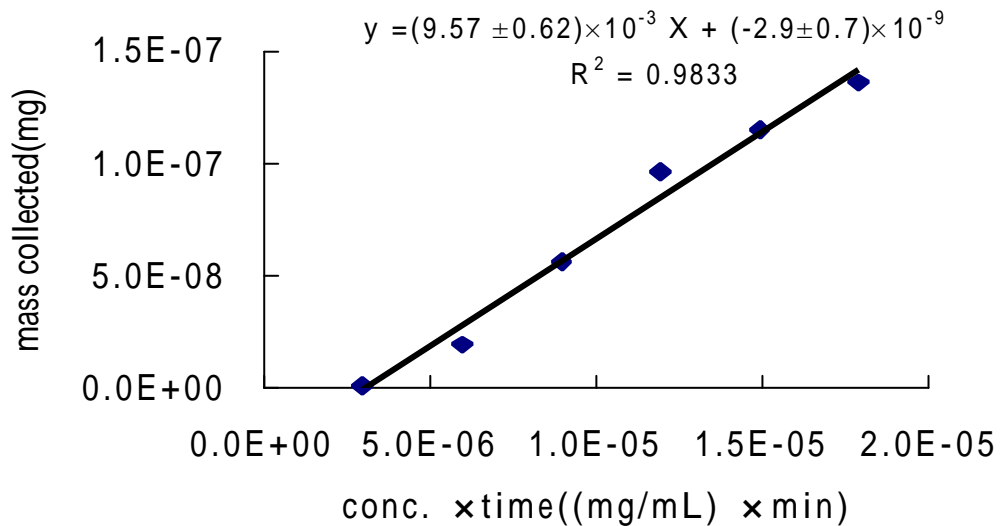


圖 4.4.4.2 4 ,0.1ppm,80%R.H.條件下空氣袋之實驗採樣率-甲苯 (溼度的影響)

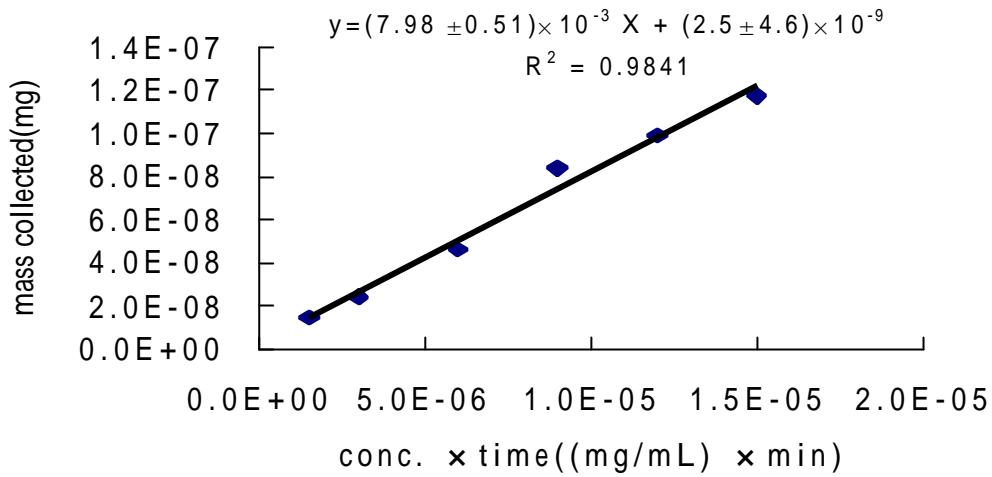


圖 4.4.4.3 4 ,0.1ppm,80%R.H.條件下空氣袋之實驗採樣率-乙苯 (溼度的影響)

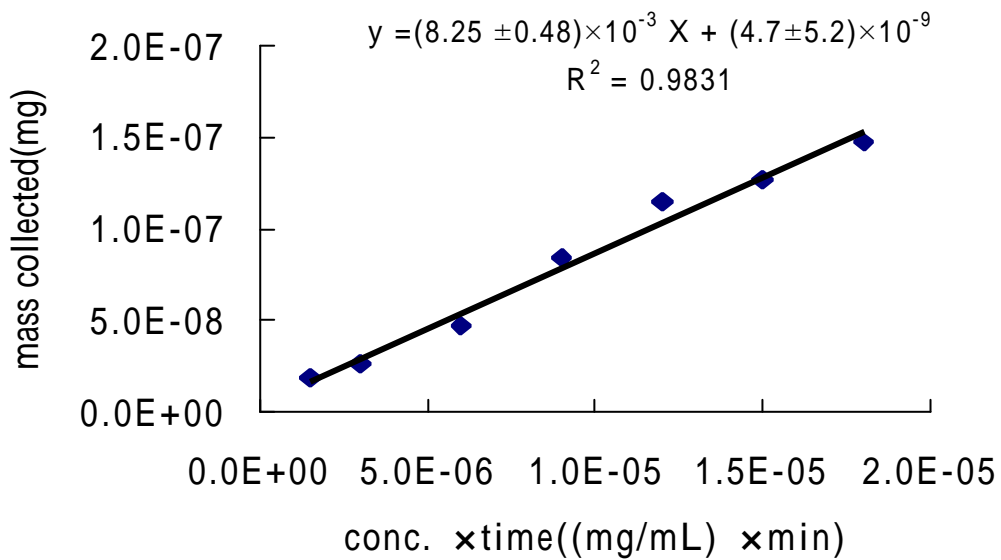
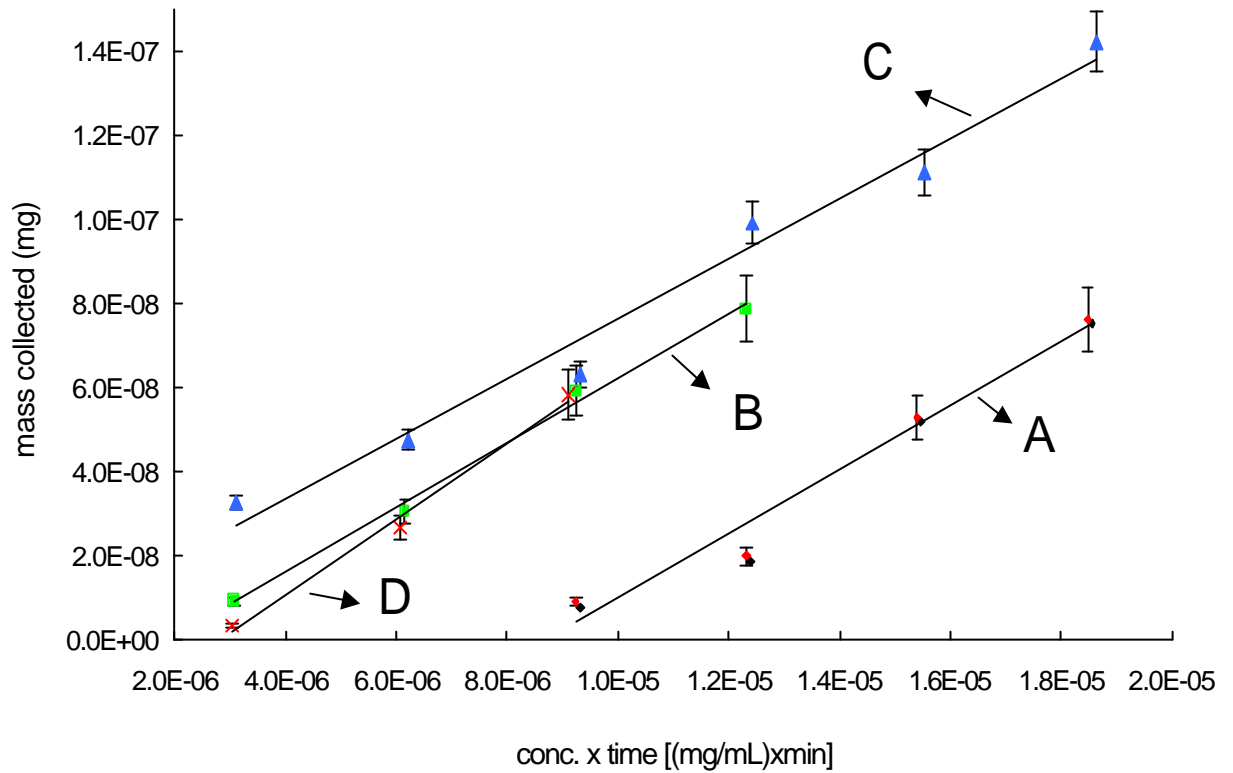
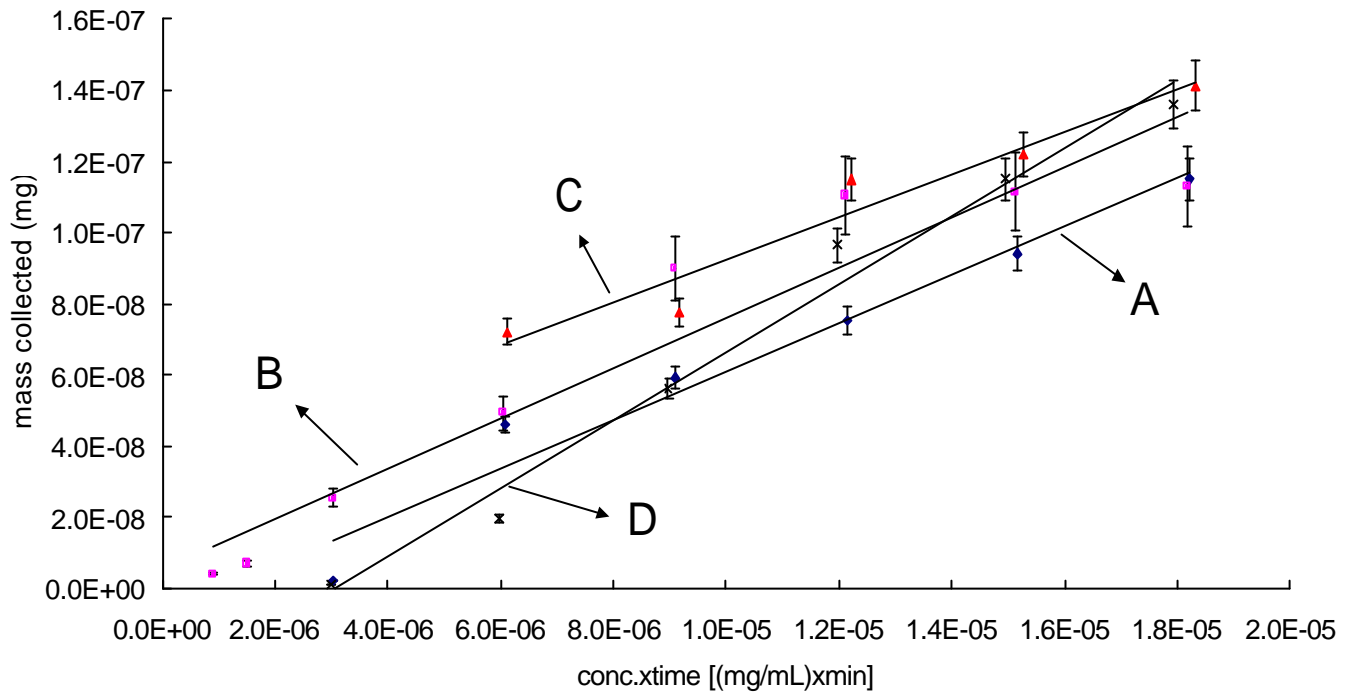


圖 4.4.4.4 4 ,0.1ppm,80%R.H.條件下空氣袋之實驗採樣率-鄰二甲苯 (溼度的影響)



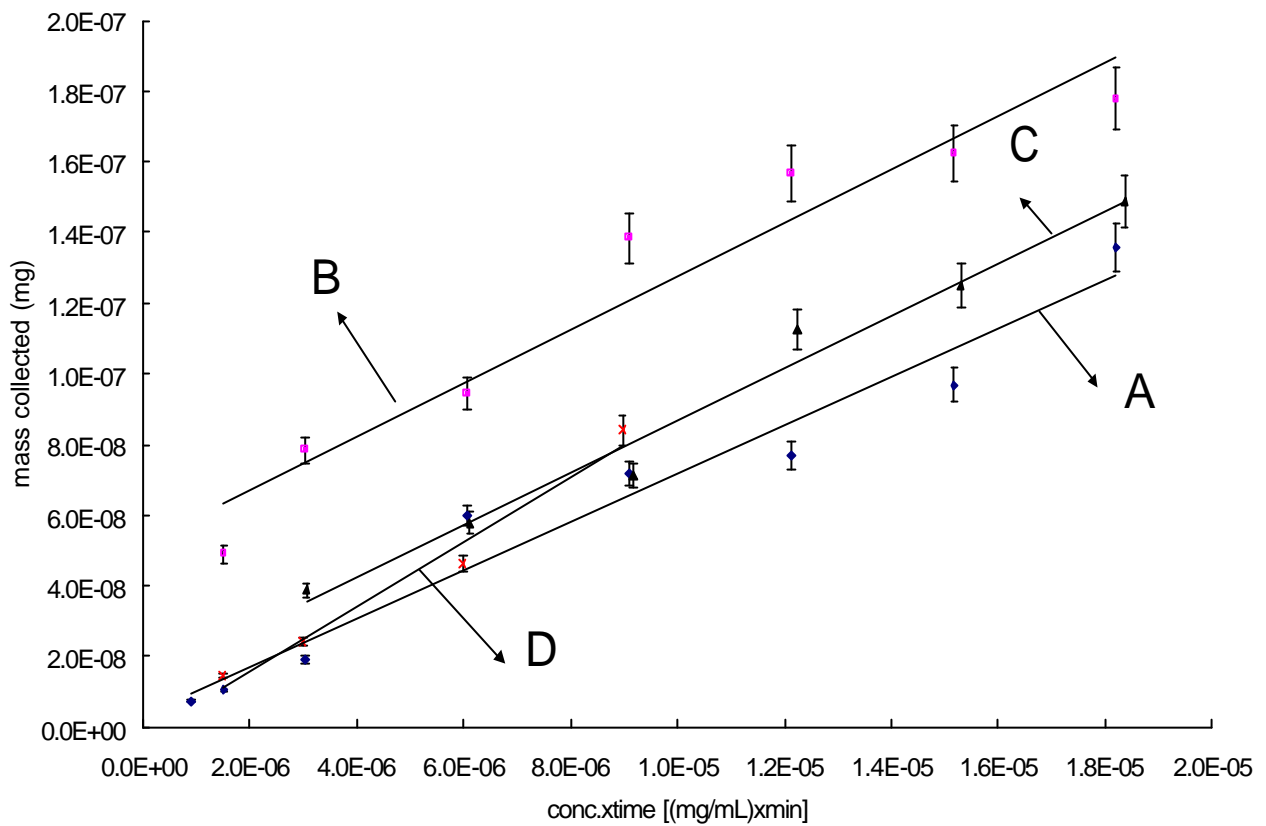
- A: 氣袋, 10% R.H., 0.1 ppm, 25 ; $Y=(7.61\pm 0.96)\times 10^{-3} X + (-6.6 \pm 1.4)\times 10^{-8}$
 B: 氣袋, 10% R.H., 0.1 ppm, 4 ; $Y=(7.68\pm 0.39)\times 10^{-3} X + (-1.5 \pm 0.3)\times 10^{-8}$
 C: 動態系統, 10% R.H., 0.1 ppm, 25 ; $Y=(7.11\pm 0.51)\times 10^{-3} X + (5.3 \pm 6.1)\times 10^{-9}$
 D: 氣袋, 80% R.H., 0.1 ppm, 25 ; $Y=(9.02\pm 0.78)\times 10^{-3} X + (-2.5 \pm 0.5)\times 10^{-8}$

圖 4.4.5.1 在不同環境下採樣率之比較 - 苯



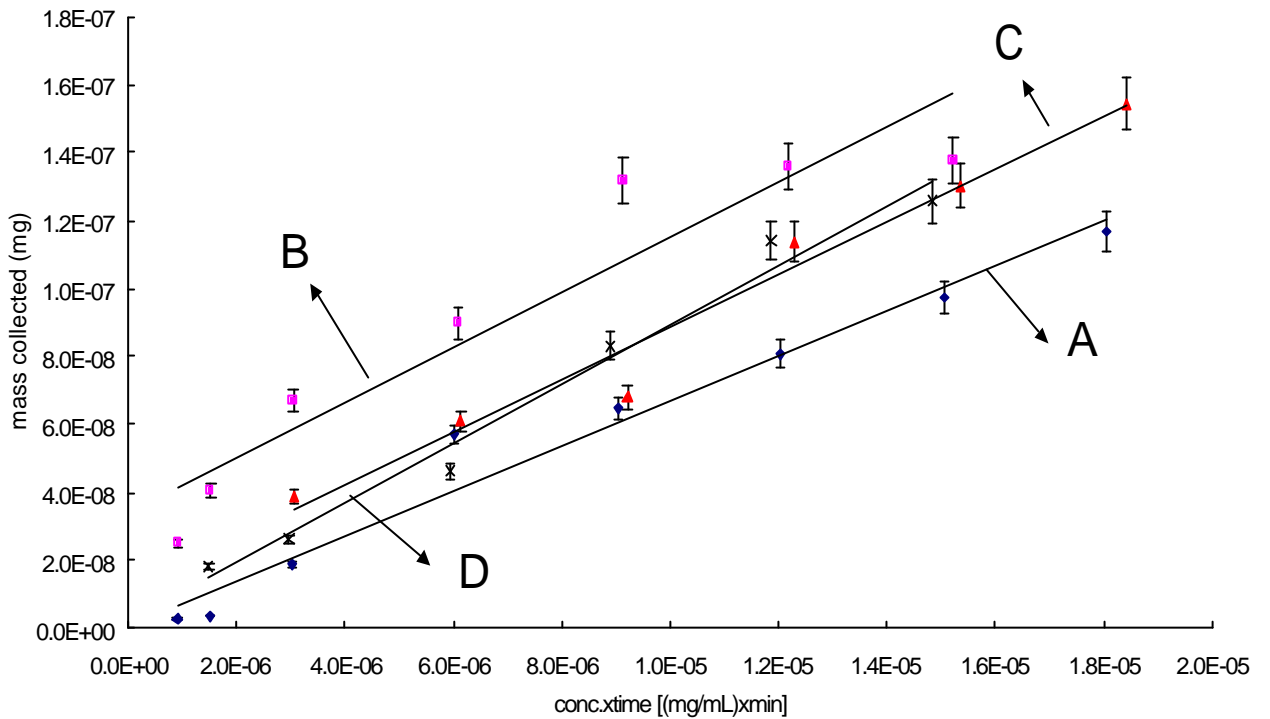
- A: 氣袋, 10% R.H., 0.1 ppm, 25 ; $Y=(6.82\pm 0.67)\times 10^{-3} X + (-7.0 \pm 7.9)\times 10^{-9}$
- B: 氣袋, 10% R.H., 0.1 ppm, 4 ; $Y=(7.07\pm 0.88)\times 10^{-3} X + (5.6 \pm 9.0)\times 10^{-9}$
- C: 動態系統, 10% R.H., 0.1 ppm, 25 ; $Y=(5.99\pm 0.8)\times 10^{-3} X + (3.2 \pm 1.1)\times 10^{-8}$
- D: 氣袋, 80% R.H., 0.1 ppm, 25 ; $Y=(9.57\pm 0.62)\times 10^{-3} X + (-2.9 \pm 0.7)\times 10^{-9}$ ($p=0.017$)

圖 4.4.5.2 在不同環境下採樣率之比較 - 甲苯



- A: 氣袋, 10% R.H., 0.1 ppm, 25 ; $Y=(6.87\pm 0.56)\times 10^{-3} X + (3.0 \pm 5.8)\times 10^{-9}$
 B: 氣袋, 10% R.H., 0.1 ppm, 4 ; $Y=(7.58\pm 0.86)\times 10^{-3} X + (5.2 \pm 0.9)\times 10^{-8}$
 C: 動態系統, 10% R.H., 0.1 ppm, 25 ; $Y=(7.40\pm 0.54)\times 10^{-3} X + (1.3 \pm 0.6)\times 10^{-8}$
 D: 氣袋, 80% R.H., 0.1 ppm, 25 ; $Y=(7.98\pm 0.51)\times 10^{-3} X + (2.5 \pm 4.6)\times 10^{-9}$

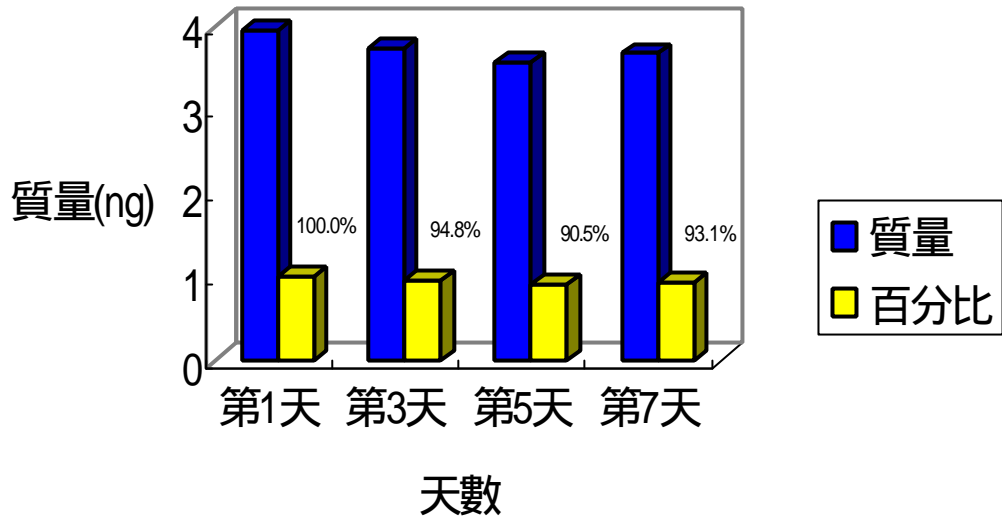
圖 4.4.5.3 在不同環境下採樣率之比較 - 乙苯



- A: 氣袋, 10% R.H., 0.1 ppm, 25 ; $Y=(6.61\pm 0.47)\times 10^{-3} X + (1.0 \pm 4.7)\times 10^{-9}$
- B: 氣袋, 10% R.H., 0.1 ppm, 4 ; $Y=(7.82\pm 0.89)\times 10^{-3} X + (3.5 \pm 0.9)\times 10^{-9}$
- C: 動態系統, 10% R.H., 0.1 ppm, 25 ; $Y=(7.74\pm 0.66)\times 10^{-3} X + (1.1 \pm 0.8)\times 10^{-8}$
- D: 氣袋, 80% R.H., 0.1 ppm, 25 ; $Y=(8.25\pm 0.48)\times 10^{-3} X + (4.7 \pm 5.2)\times 10^{-9}$ ($p=0.034$)

圖 4.4.5.4 在不同環境下採樣率之比較 - 鄰二甲苯

儲存穩定性- 苯



儲存穩定性- 甲苯

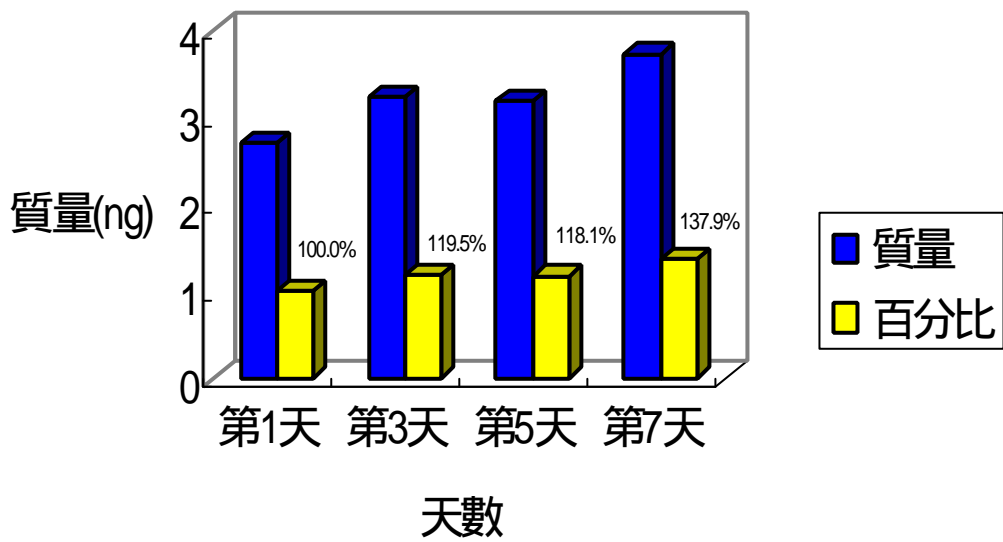
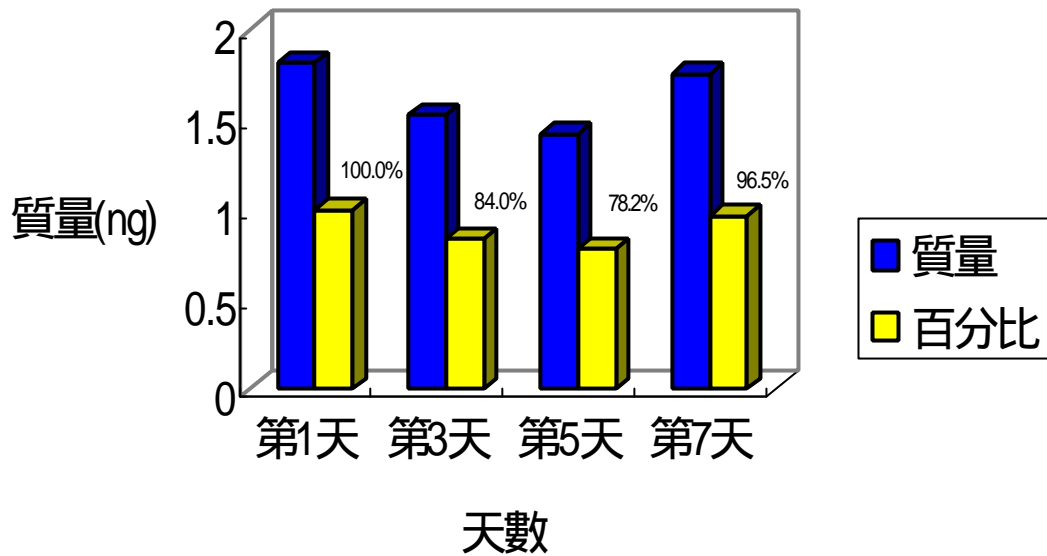


圖 4.5.1 苯、甲苯樣本儲存穩定性

儲存穩定性-乙苯



儲存穩定性-鄰二甲苯

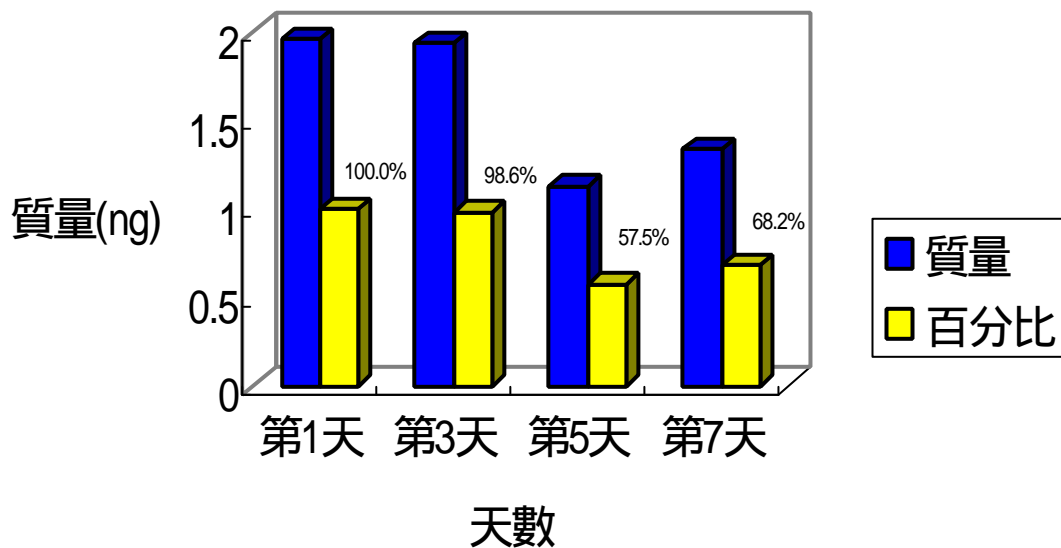


圖 4.5.2 乙苯、鄰二甲苯樣本儲存穩定性

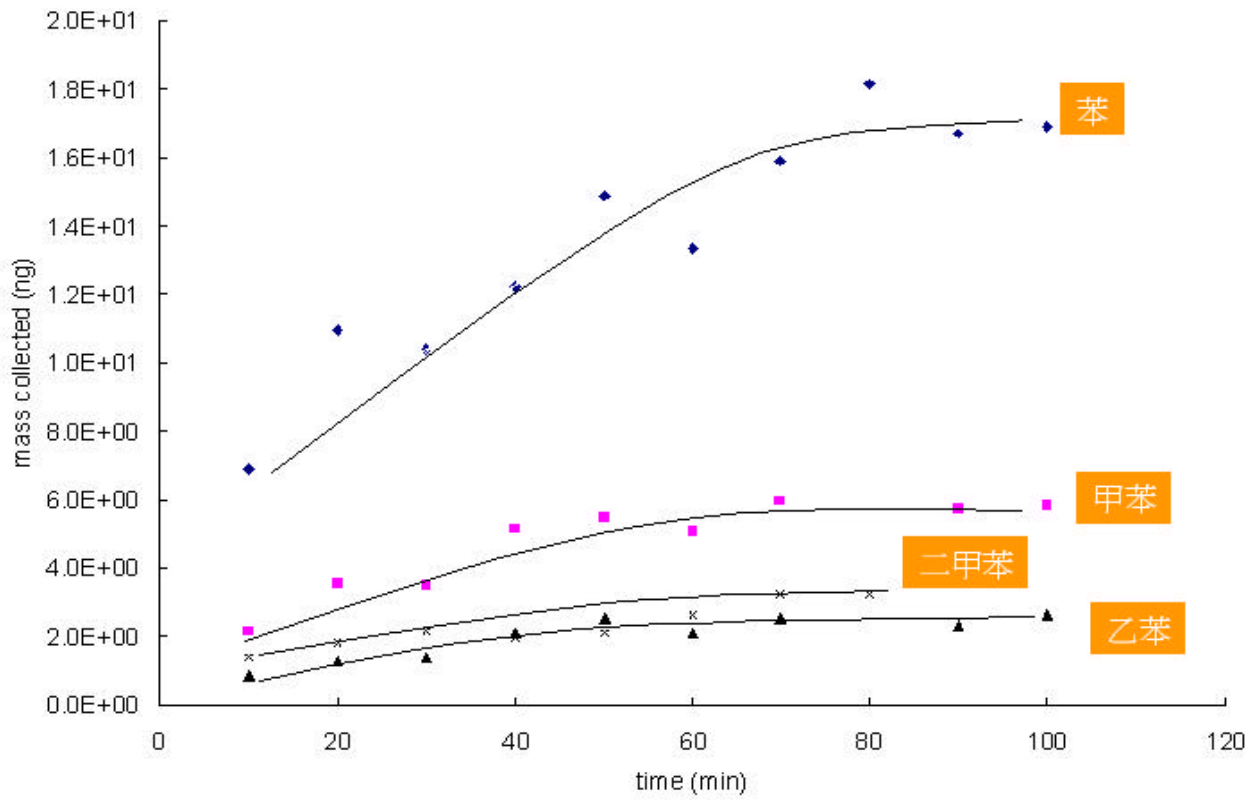


圖 4.6.1 BTEX 四物質混合時纖維吸附極限結果

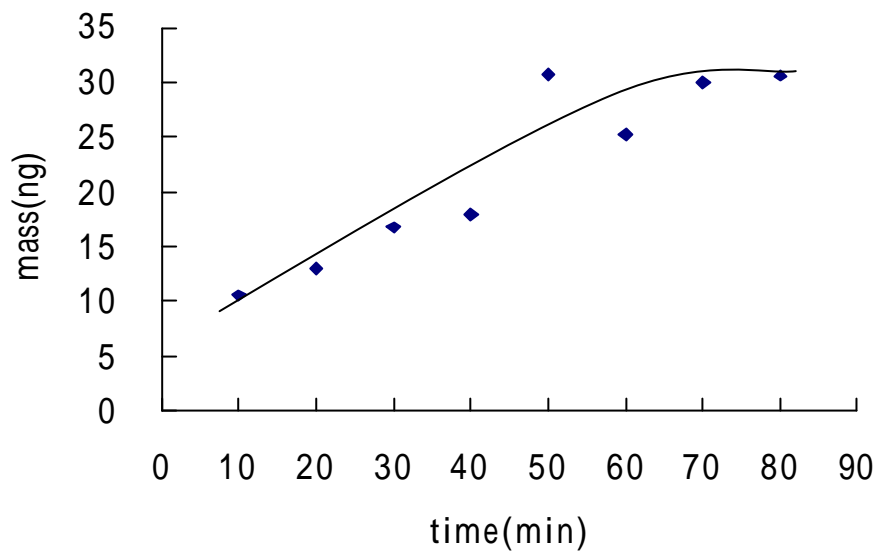


圖 4.6.2.1 纖維針對各別物質的吸附極限 - 苯

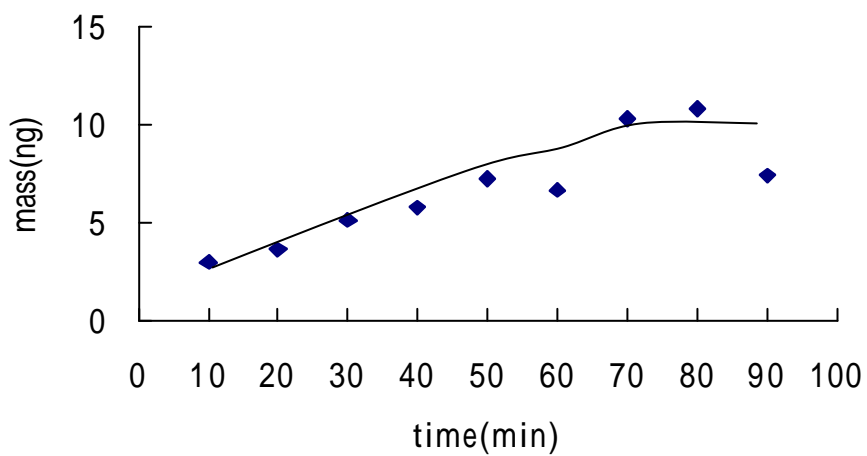


圖 4.6.2.2 纖維針對各別物質的吸附極限 - 甲苯

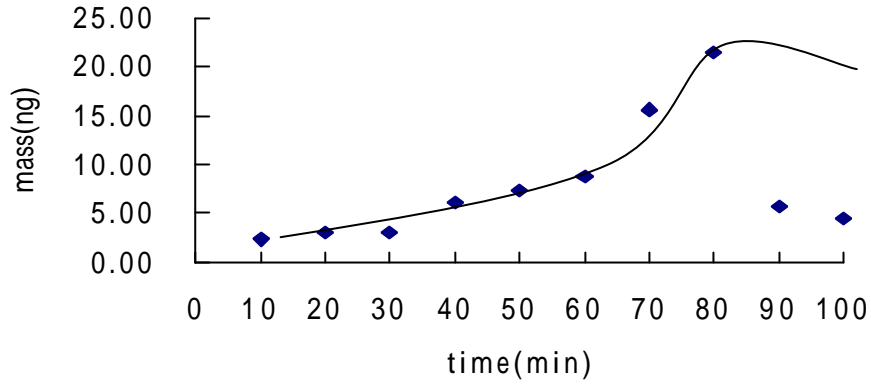


圖 4.6.2.3 纖維針對各別物質的吸附極限-乙苯

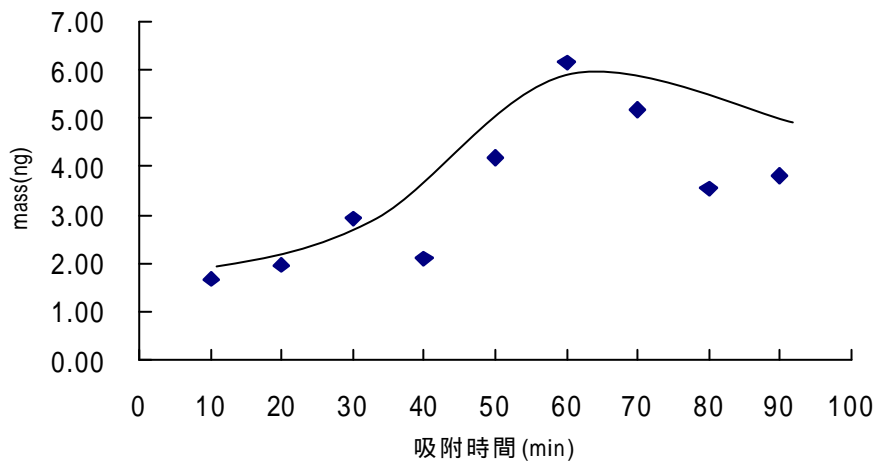


圖 4.6.2.4 纖維針對各別物質的吸附極限-鄰二甲苯