

屏東縣第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：地球科學科

組 別：國中組

作品名稱：**塵與沉**

~探討灰塵的沉降因子~



關鍵詞：

編號：B5012

目錄

◎ 摘要.....	第 2 頁
一、研究動機.....	第 3 頁
二、文獻探討.....	第 3 頁
三、研究目的.....	第 4 頁
四、研究流程.....	第 4 頁
五、研究器材.....	第 5 頁
六、研究過程及方法.....	第 6 頁
1、探討在相同風速下不同距離與高度的 PM2.5 數值變化.....	第 9 頁
2、探討風速對 PM2.5 數值的變化影響程度.....	第 10 頁
3、模擬降雨後，PM2.5 數值隨時間的變化情形.....	第 12 頁
4、探討校園中的草地和裸露地 PM2.5 的差異.....	第 14 頁
七、研究結果與討論.....	第 8 頁
八、結論.....	第 15 頁
九、參考文獻資料.....	第 15 頁

作品名稱：塵與沉

~探討灰塵的沉降因子~

◎摘要

距離和高度，距離較容易影響實驗結果，我們推測，可能是因為沙子粒子較重，較無法飛得比較高，但因為沉降可以漂得比較遠。整體來看，雖然高度略為有些影響，不過沒有那麼明顯。

我們採用本校中庭土體，該中庭有一部分有植被，有一部分沒有，我們希望藉此實驗得知本校中庭在何種情況下會產生 pm2.5，並且量值為多少。

PM2.5 浮動的因素其中之一便是風力的大小，實驗結果，風速 2.3(m/s)時，砂子是無法吹起來的，意味著風若未到達一定的值，風力對 PM2.5 就不構成影響，因此我們探討其 PM2.5 上升的指數起伏點，透過實驗，發現風速 3.5(m/s)為上升的起伏點，推斷出，風速未達 3.5(m/s)，皆無法對 pm2.5 的數值造成影響。

我們發現降雨量不夠的話，可能反而會造成小範圍內，數值大幅成長的情況。影響的原因可能是因為，雨量少時，無法完全包裹住沙粒，而仰起大量 PM2.5，反之如果水量較多，便可降低 pm2.5 數值。

透過實驗發現，有植被的話，pm2.5 數值較能維持在低點，無植被的話，pm2.5 數值起伏較不穩定。

因此可概括全文，風速小，雨量多，植被多，那麼 pm2.5 數值最小，也就是空氣品質最好

壹、研究動機

近年來，空氣品質每況愈下，尤其沙塵暴的問題更是越來越多，以台灣來說，每年2到4月，自中國華北，及各大沙漠吹來的塵土當中，最致命的莫過於PM2.5，它十分的微小，它比病毒大，卻比細菌小，因此它可甚至可以隨著我們的血液跑遍全身，試想一堆沙粒在全身流動，對於我們健康的影響應非常明顯。

冬天空氣品質差是長久以來的現象，大環境我們無法改變，但是我們周遭的環境卻可以掌握，常常一陣風來，有些地方沙塵多有些地方少，根據我們的觀察，校園中有草地的地方和時常噴水的地方風沙最少，那我們就很好奇，風可以把沙帶多遠多高多久，而噴水又能阻擋多少沙子？而種植植被是否會改善呢？我們學校的土體在甚麼情況下會產生較多的pm2.5呢？為了滿足我們的好奇，便展開了這一連串的實驗。

貳、文獻探討

一. pm2.5^(參考一)

粒狀污染物只是空氣污染的一種，包括懸浮微粒、落塵、金屬微粒、黑煙、酸霧、油煙等。細懸浮微粒是粒徑小於2.5微米的粒子，可分為原生性和衍生性。原生性PM2.5代表排放後未經化學反應，來源包括海鹽飛沫、工地粉塵、交通揚塵、工廠排放。

衍生性PM2.5是在光化學反應後才形成，主要為硫酸鹽、硝酸鹽、銨鹽。目前大氣中的PM2.5主要都是來自人為因素，例如石化燃料、工業排放、車輛廢氣等。

二. 沙塵暴

為沙暴與塵暴的總稱，是一種多發生在乾旱和半乾旱地區的天氣現象，由強風颳起乾燥地表上的鬆軟沙土和塵埃形成，其導致空氣混濁，能見度變低(如下圖)。

最近幾十年來的沙塵暴的主要發生地都是大草原，沙塵暴是大草原植被破壞的標誌。歷史上有美國開墾大草原(Prairie)造成的1930年代的「黑風暴」，稱作黑色風暴事件；有前蘇聯1960年代沙塵暴，也是開墾大草原(Steppe-蒙古草原西部)的結果。近十年來中國頻發的沙塵暴是中國北方草原(Steppe-蒙古草原東部)被開墾，生態持續惡化的標誌。^(參考二)

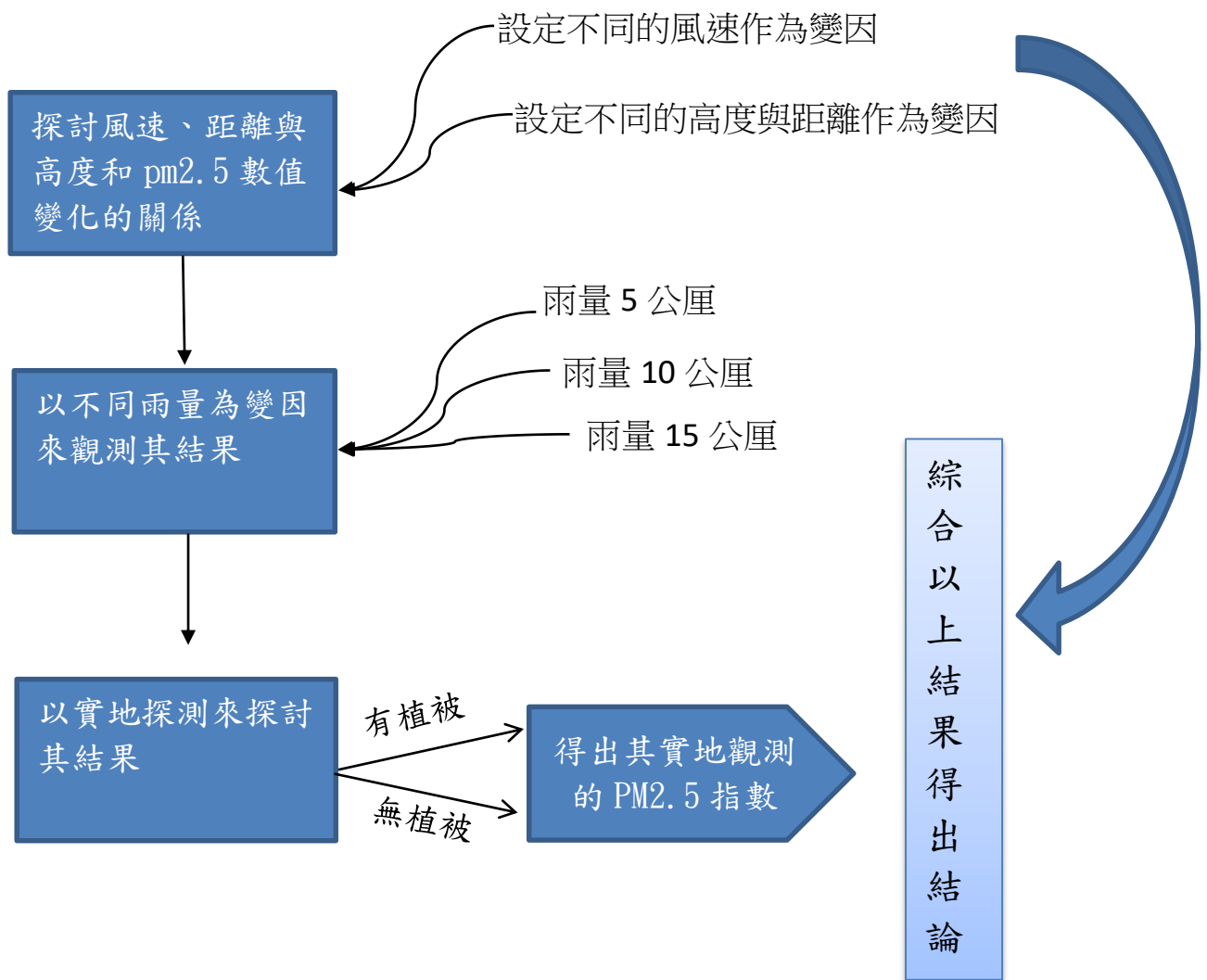


瞞天蓋地的沙塵暴








參、研究目的

- 一、探討在相同風速下不同距離與高度的 PM2.5 數值變化。
- 二、探討風速對 PM2.5 數值的變化影響程度。
- 三、模擬降雨後，PM2.5 數值隨時間的變化情形。
- 四、探討校園中的草地和裸露地 PM2.5 的差異。

肆、研究流程



伍、研究器材

PM2.5 檢測器 (檢測範圍 0~999)	風速計	模擬降雨設備 (澆水器)	電風扇	燒杯
				
量筒	滴管	砂土	模擬沙地模型	皮尺
				

陸、研究過程及方法

一、探討在相同風速下不同距離與高度的 PM2.5 數值變化。

(一) 場地：室外走廊，無遮蔽物，且無風狀態下。(變因: 風，可能會影響其數值的準確性。)

1. 調整電風扇與砂土的距離直到風速為 2.3m/s。
2. 將機器固定於腳架，放置在砂石吹出口 0 公分處。
3. 在離風扇位置 0cm、32cm、64cm、96cm、128cm、160cm、192cm、224cm、256cm、288cm、320cm 等 11 個點，每 4 分鐘測量一次 pm2.5 數值。
4. 分別在高度 0cm、20.5cm、41.5cm、61.5cm 處，重複步驟 3。
5. 將測量結果填至紀錄本上，分析實驗結果。



準備砂土

二、探討風速對 PM2.5 數值的變化影響程度。

1. 實驗內容同(實驗一)。
2. 不同處為儀器固定於 0 公分處，風速則以 2.3m/s、3.1m/s、4.0m/s、5.0m/s、6.0m/s 設定。
3. 每 4 分鐘測量其 PM2.5 數值，共測量 10 次。
4. 將測量結果填至紀錄本上。

*深入探究實驗:

原因：發現在風速 3.0m/s 至 4.0m/s 時，PM2.5 突然上升，在臨界點，因而設計實驗探討其結果。

- 步驟：
1. 實驗內容同(實驗一)。
 2. 不同處為風速固定於 3.2m/s、3.5m/s、3.8m/s。
 3. 每 4 分鐘測量一次 PM2.5 結果，並將儀器向後移動。
 4. 將觀測到的數據填至紀錄本上。
 5. 分析實驗結果



測量 PM2.5

三、模擬降雨後，PM2.5 數值隨時間的變化情形。

場地：室外走廊，無遮蔽物，且無風狀態下。

- 步驟: 1.將電風扇與砂土擺放的距離調至設定的風速。
2. 將機器固定於腳架，放置在砂石吹出口 0 公分處。
3.將砂土的表面積乘以 5 公厘，10 公厘，15 公厘的水量設定，並以澆水器均勻灑於沙土上。
4.每 10 分鐘測量一次 PM2.5 數值，並將腳架向後移動 32 公分。
5. 將得出的結果填至紀錄本，分析實驗結果。



測量 PM2.5

四、探討校園中的草地和裸露地 PM2.5 的差異

場地：**砂土採集地**，分無植被和有植被兩區，無風狀態下。

- 步驟： 1. 將儀器固定於無植被的沙源前 0 公分處。
2. 以風速 3.5 吹拂無植被的沙面。
3. 並每 4 分鐘測量一次 pm2.5 數值，共 10 次。
4. 將觀測數據填至於紀錄本，分析實驗結果。
5.有植被的地區重複實驗步驟 1~4。



測量 PM2.5
有植被



準備砂石



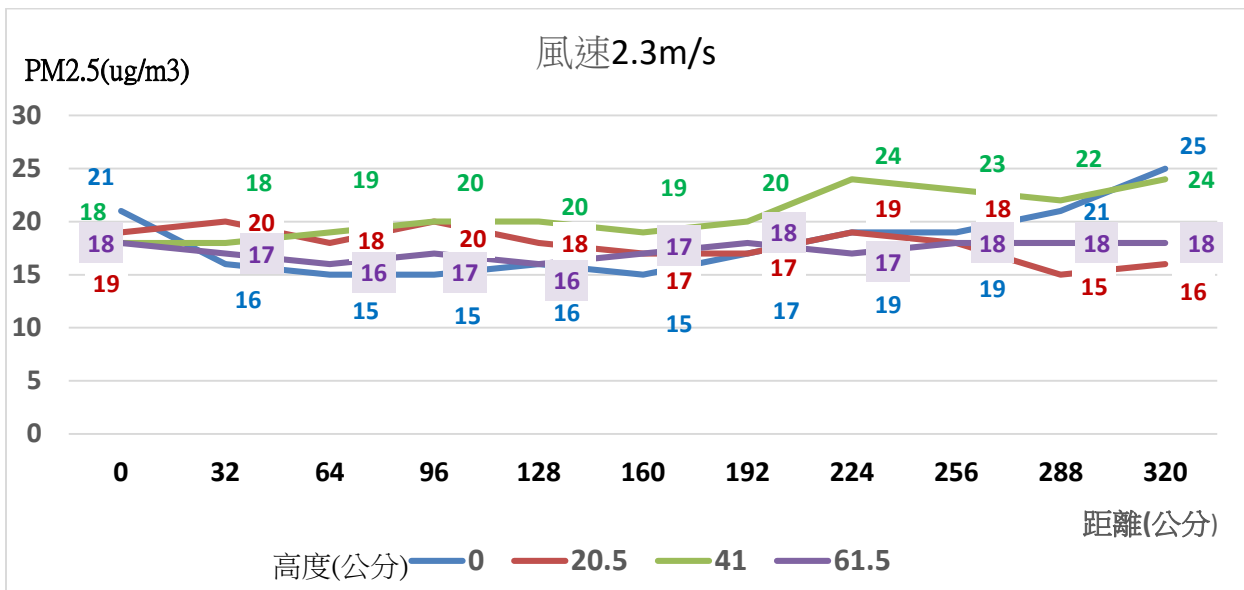
測量 PM2.5
沒有植被

柒、研究結果與討論

一、探討在相同風速下不同距離與高度的 PM2.5 數值變化。

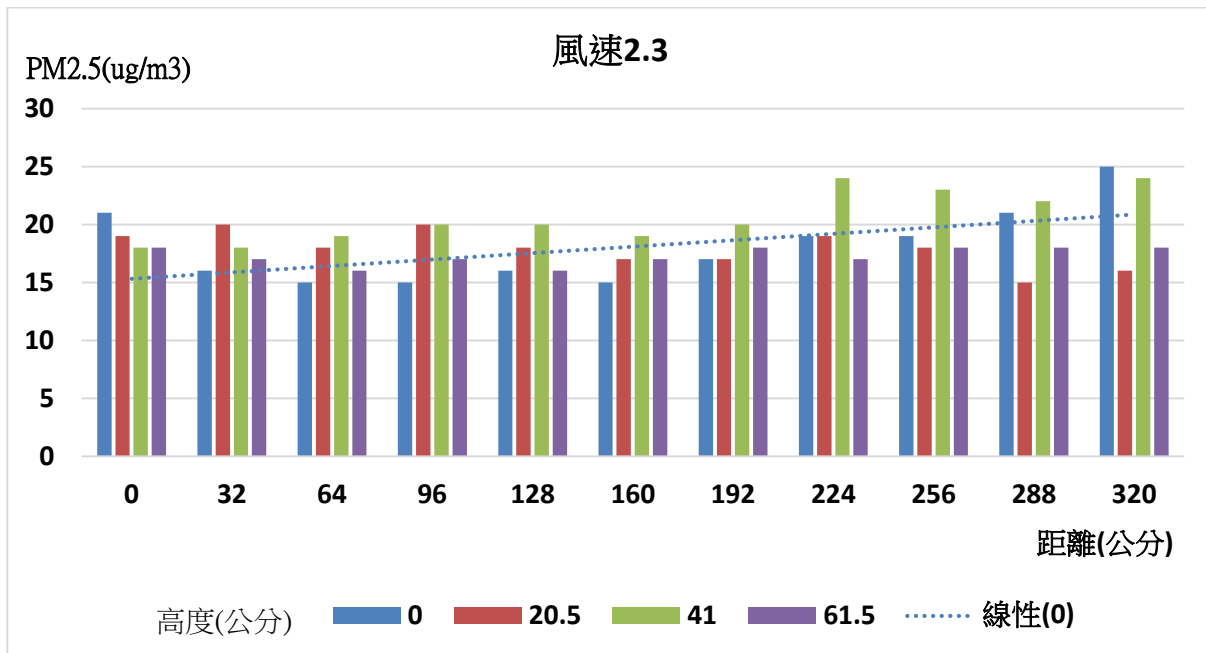
我們剛開始預測 PM2.5 在高度 0 公分，距離也是 0 公分時最大，但實驗結果並非如此，PM2.5 因不同的高度在不同的距離有一些差異的，如下表：

(圖一) 室外環境中，固定風速下，不同距離所造成的 PM2.5 變化圖。



(圖二) 室外環境中，固定風速下，各種距離在不同的高度時 PM2.5 變化的直線圖。

(藍色虛線) 為高度 0 公分時的趨勢線



◎結果與討論：

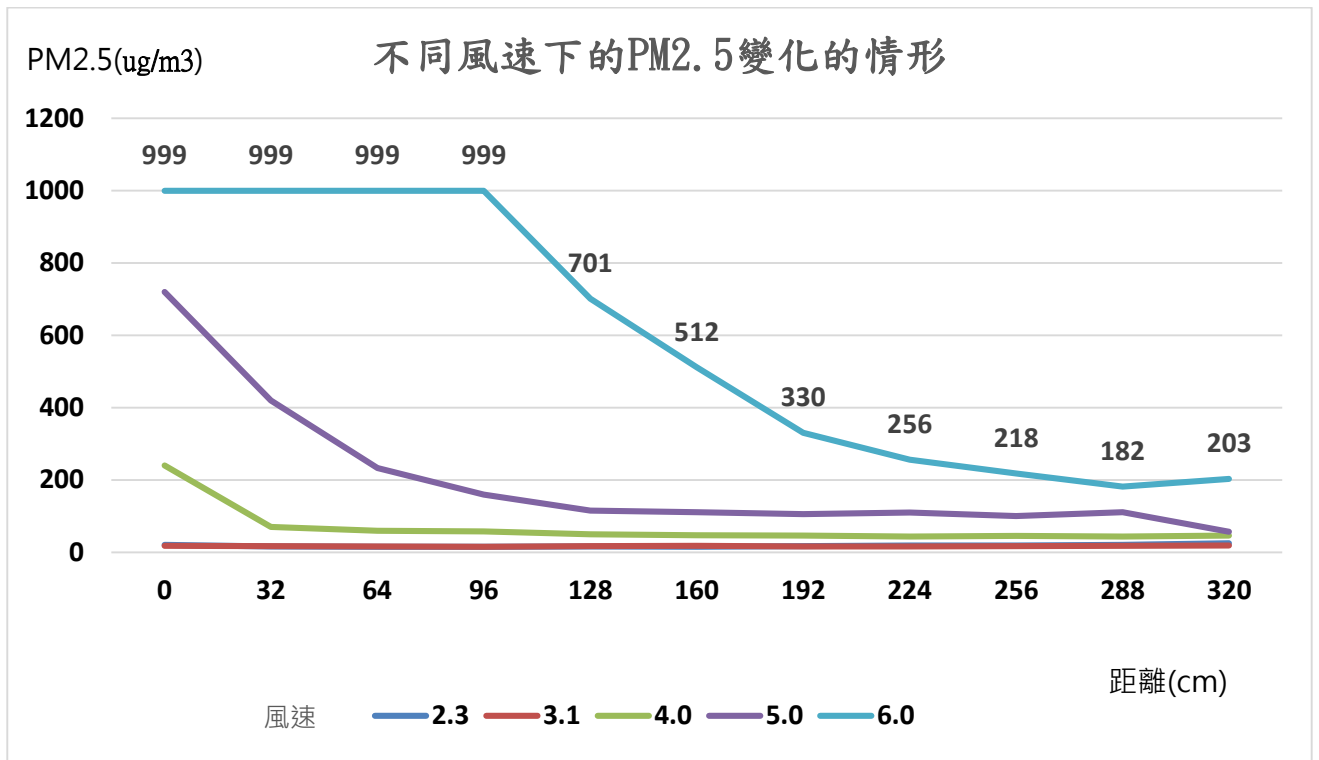
1. 由圖二數據顯示，以風速固定於 2.3(m/s)來說，距離 0 公分，PM2.5 的最高點為高度 0 公分，距離 320 公分，數值的最高點也是高度 0 公分。
2. 由圖一發現，當高度 0 公分時，PM2.5 隨距離上升的幅度比較大，41cm 時也隨距離而微幅上升，這和開始的預測 PM2.5 隨距離而降低的情形不同，高度 20.5cm 時 PM2.5 的量就有隨高距離而減少，高度在 61.5cm 時 PM2.5 隨高距離變化不大，一直維持在較低的狀況。
3. 而高度與距離的比較，數據顯示，高度的影響更大於距離。
4. 影響實驗數據最大的是高度。而距離越遠，反而數值越高的結果，可能是因為，固定風速吹拂之下，微小的 PM2.5 粒子，透過沉降飄至更遠的地方。

二、探討風速對 PM2.5 數值的變化影響程度。

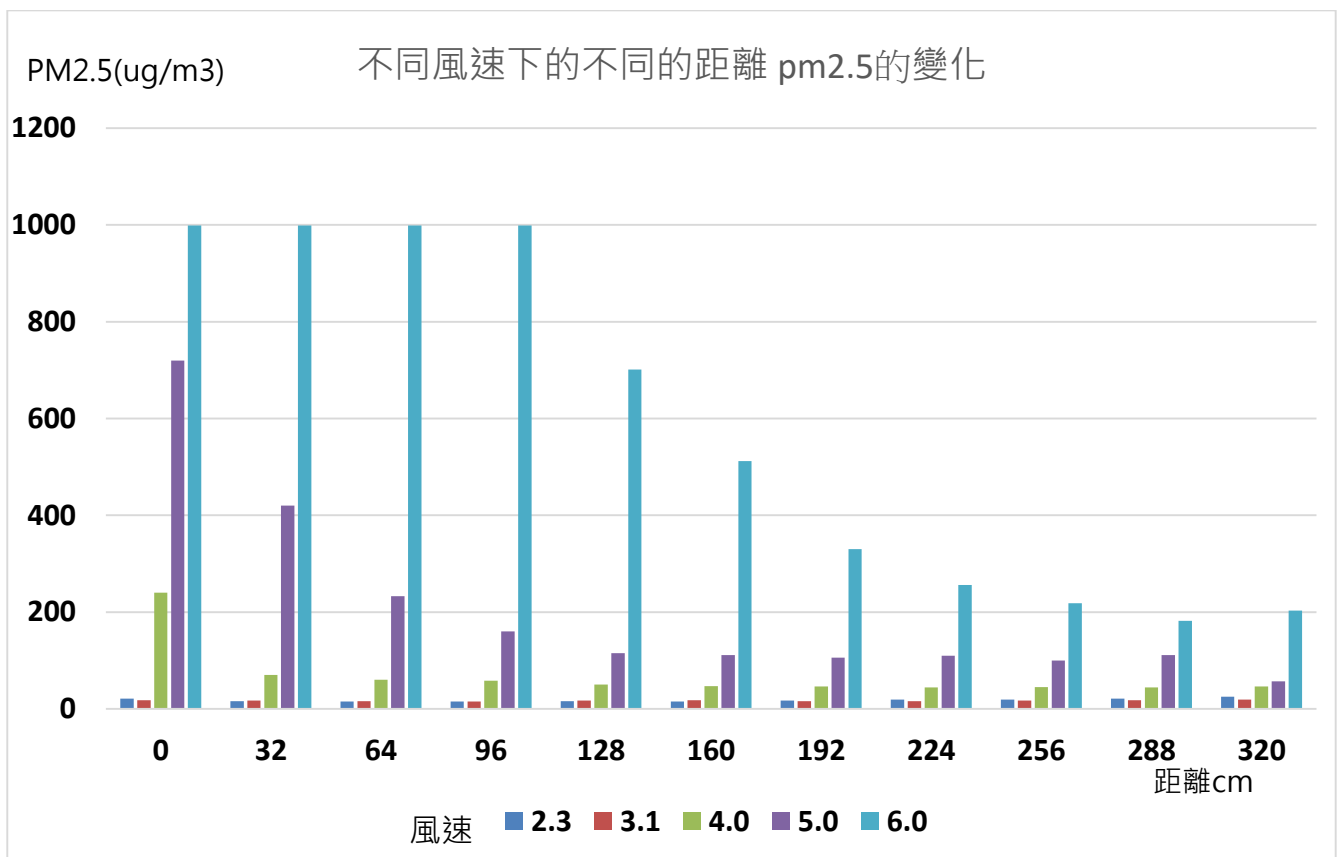
上一個實驗中，我們觀察到了高度與距離的變化，那不同風速下，也應該會造成影響。為此，我們設計了此實驗，我們將距離與高度皆固定為上個實驗數值最大的高度 0 公分，但距離則是仍以 0 公分一路加到 320 公分，而風速則設定 2.3 m/s、3.1 m/s、4.5 m/s、5.0 m/s、6.0 m/s。

結果如下：

(圖三) 不同風速下的 PM2.5 隨距離的變化圖



(圖四) 不同風速下的 pm2.5 數值變化圖

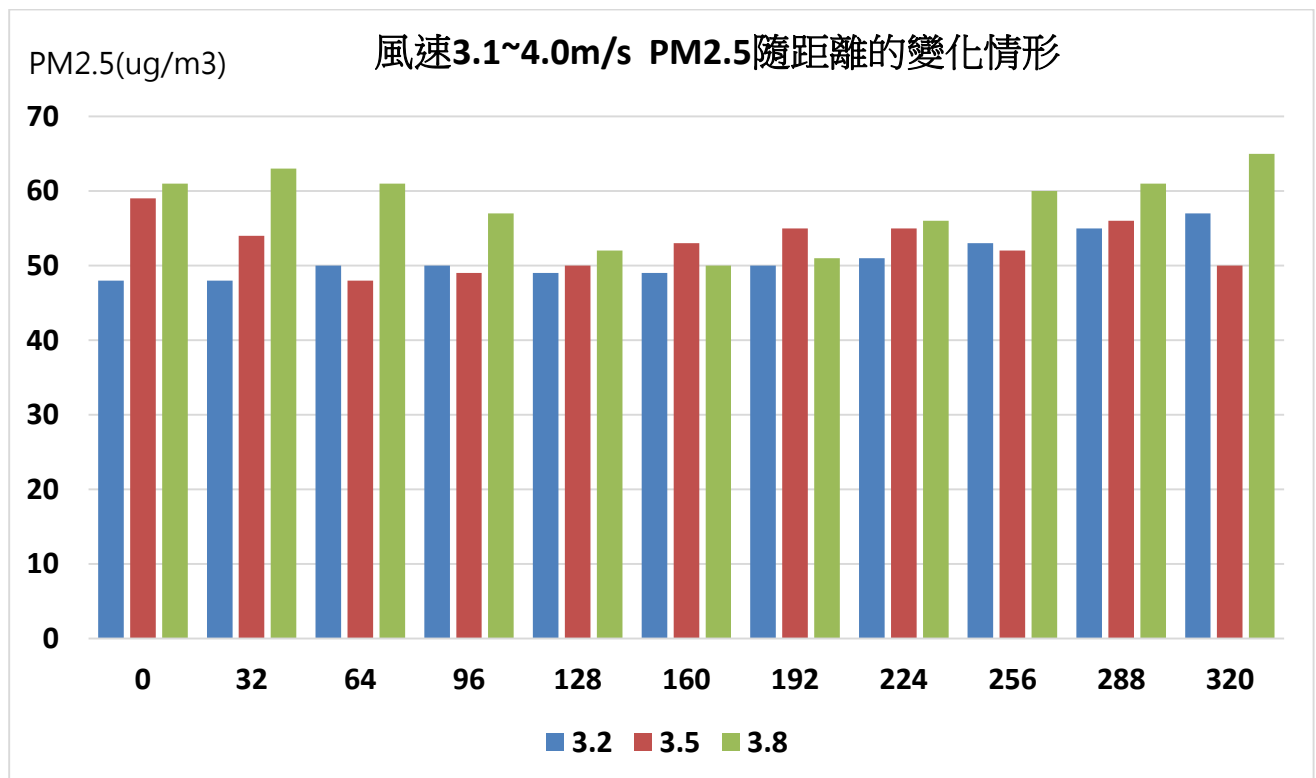


◎結果與討論：

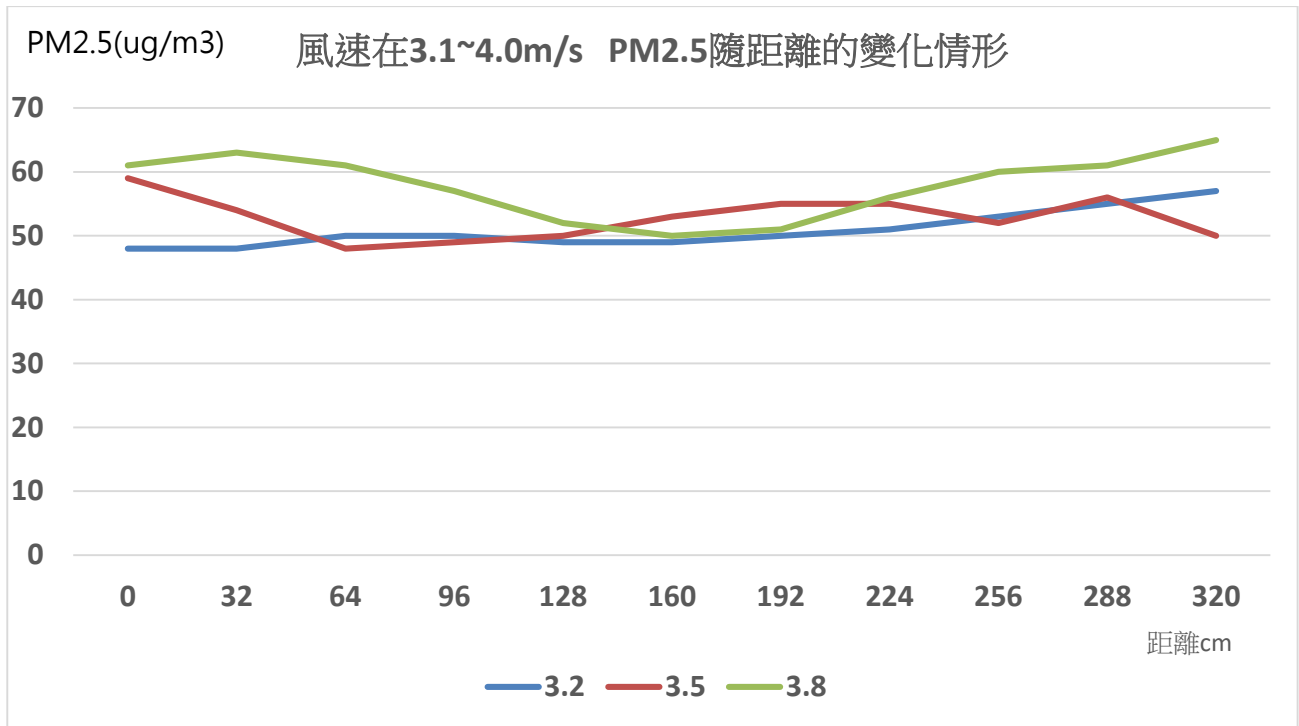
1. 由圖三發現風速對 PM2.5 的影響甚鉅，風速大時(風速大時:6.0m/s)，爆表的 PM2.5(999ug/m³)可維持一公尺左右，之後急速沉降至 3 公尺左右，然後維持 200(ug/m³)。
2. 風速 4.0 和 5.1m/s 時，PM2.5 緩慢沉降，64cm 後，可沉降到 200(ug/m³)以下。
3. 當風速為 2.3(m/s)和風速之間 3.1(m/s)，PM2.5 的量極低，也就是風速太小，無法揚起灰塵，所以 3.1(m/s)到 4.0(m/s)為揚起灰塵的臨界風速，因此接下來我們將進一步來探討在 3.1(m/s)到 4.0(m/s)之間揚起灰塵的臨界溫度。
4. 由圖四發現風速影響 PM2.5 的距離主要在響 PM2.5 的距離主要在 32 到 160cm 之間，這個距離風速越大造成 PM2.5 的增加量會大幅增加，在距離 0 及超過 160cm 以上的地區，風速越大 PM2.5 的增加量就那麼可觀了。
5. 綜合以上，風大的時候，至少要距離揚塵點 160cm 以上，受到 PM2.5 的影響將大幅降低。

*以下的實驗便是尋找開始揚塵的臨界風速的結果:

(圖五) 風速 3.1~4.0m/s PM2.5 在不同的距離和風速的關係



(圖六) 風速 3.1~4.0m/s PM2.5 隨距離的變化情形

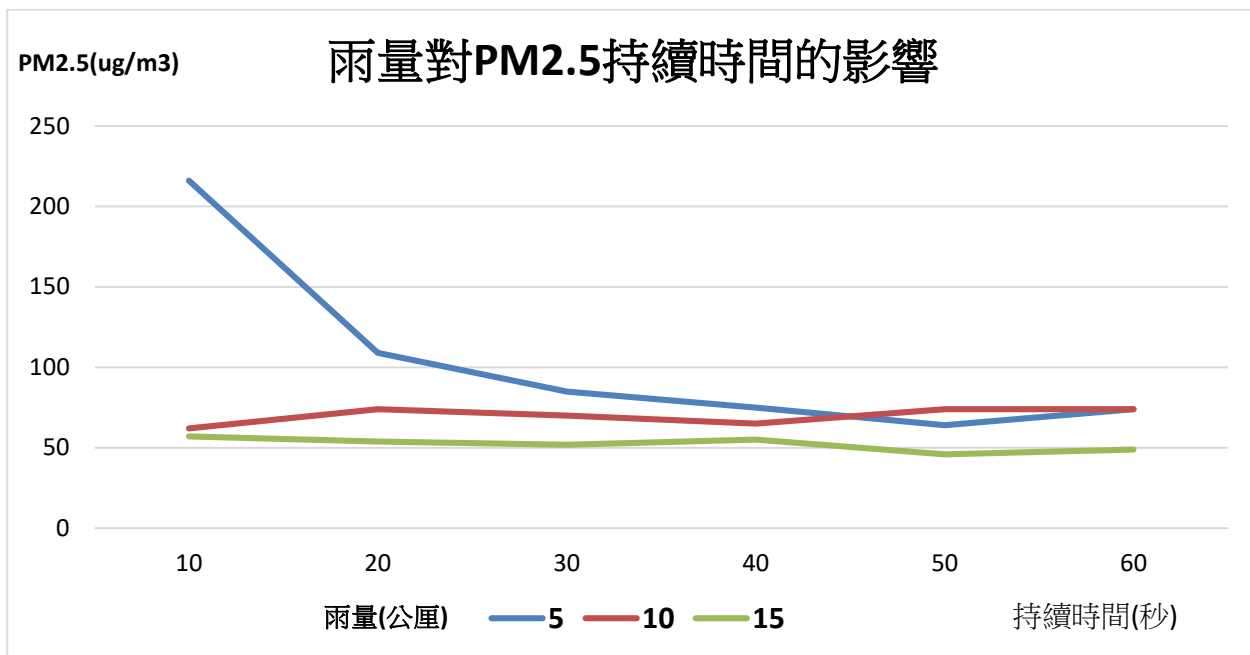


◎結果與發現：

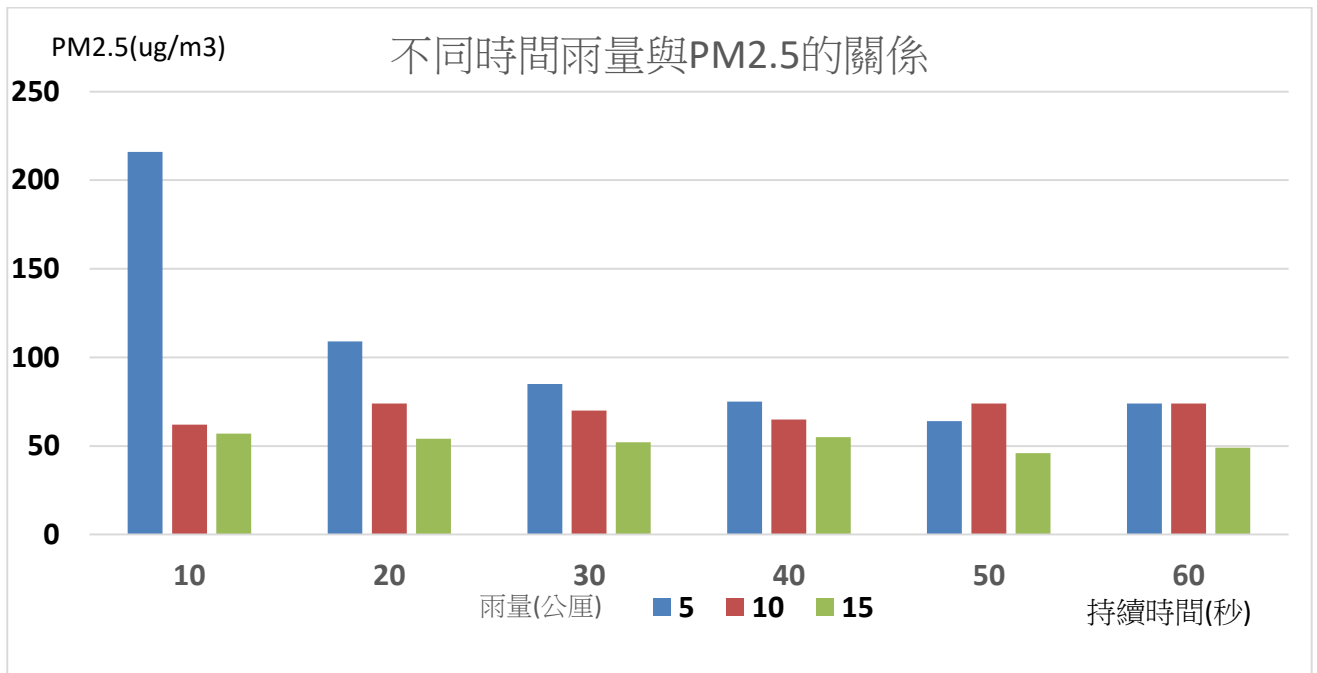
1. 由圖六發現，風速 3.5(m/s)時，本校中庭土體 PM2.5 值開始有波動現象，以風速 3.2(m/s)和風速 3.5(m/s)來說，雖然風速 3.2(m/s)是穩定上升的，但平均數值仍比風速 3.5(m/s)低。
2. 再取風速 3.5(m/s)和風速 3.8(m/s)來說，風速 3.5(m/s)相較於風速 3.8(m/s)是較為穩定的一個數值變化點。
3. 由以上可略為推斷，風速 3.5(m/s)可能便是揚塵的臨界點，而再加上先前觀測的條件可得出，數值真正上升的設定為 風速 3.5(m/s)，高度距離皆為 0 公分。
4. 由圖五發現，在 32~92cm 時，風速影響 PM2.5 的主要距離，在這個距離風速越大造成 PM2.5 的增加量會大幅增加，在距離 0 及超過 92cm 以上的地區，風速越大 PM2.5 的增加量就那麼可觀了，這和圖三的結果一致。

三、模擬降雨後，PM2.5 數值隨時間的變化情形。

(圖七) 雨量和 PM2.5 持續時間的關係圖



(圖八) 不同的時間，雨量對 PM2.5 的關係圖



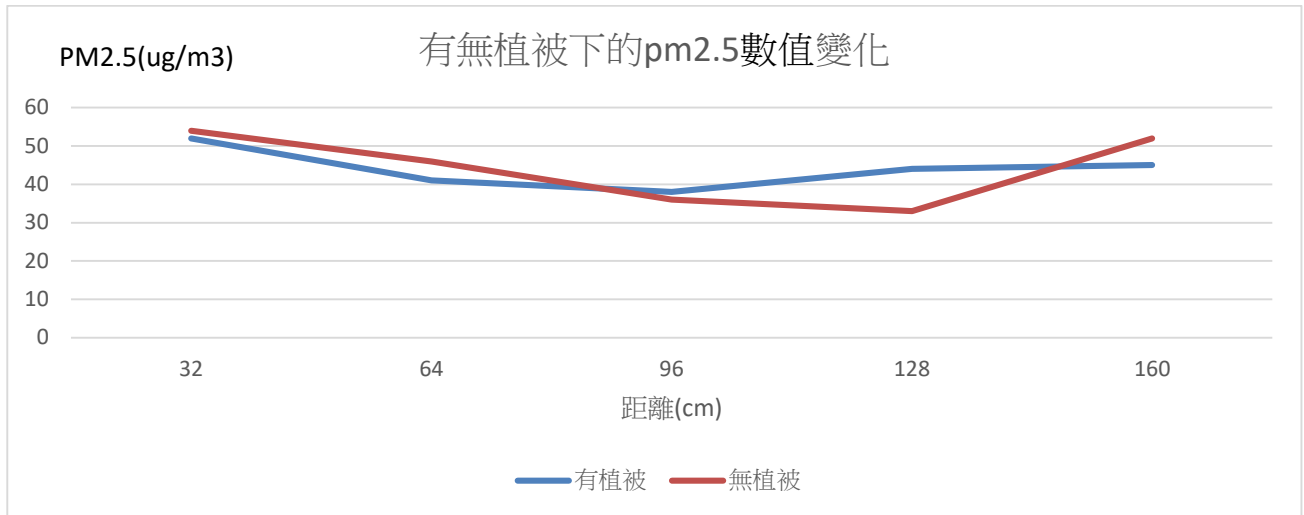
◎結果與發現：

1. 在此實驗中，我們發現第一次水量 5 公厘的那組，結果跟預期的相差甚遠，經過反覆推測後可判斷，可能因模擬降雨的過程中，水量有不夠的狀況，無法完全覆蓋沙土，反而因水降下的速度將砂土揚起。
2. 另外兩組的實驗與假設的較為相同，數值在跌落後一小時隨即有略為攀升的情況。

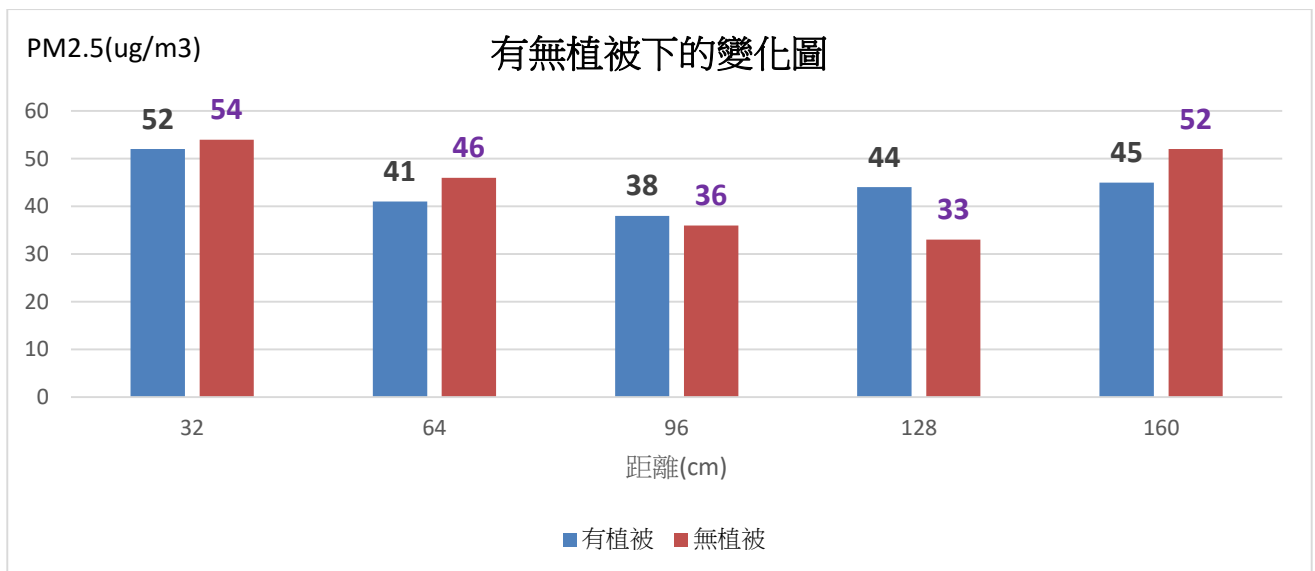
四、探討校園中的草地和裸露地 PM2.5 的差異。

為得出更為完整的結果，我們更在實地收集一次數據，使其的完整性更為全面

(圖九) 在校園的花圃裸露地和有植被的地區 PM2.5 的比較圖



(圖十) 在校園的花圃裸露地和有植被的地區 PM2.5 隨距離的變化圖



◎結果與發現

1. 透過實地的實驗可以發現，整體的數值在有植被的情況下，皆是先升後降
2. 因此可推測，倘若是沒有植被的情況下，PM2.5 較容易產生沉降的現象

捌、結論

一. 距離與高度對 PM2.5 的影響

以整體來說，距離和高度，距離較容易影響實驗結果，經文獻探討後，我們推測，可能是因為沙子粒子較重，較無法飛得比較高，但因為沉降可以漂得比較遠。

但整體來說，高度還是略為有些影響，只不過整體來看，就顯得沒有那麼明顯了。

二. 風速對 PM2.5 的影響

從整體實驗下來，PM2.5 浮動的最大因素便是風力的大小，以實驗結果來說，風速 2.3(m/s) 的時候，數值無明顯成長，因而可以做下判斷，風速 2.3(m/s) 時，砂子是無法吹起來的，意味著風若未到達一定的值，風力對 PM2.5 就不構成影響，因此我們又設計了實驗來探討其 PM2.5 上升的指數起伏點，透過實驗後，我們更發現風速 3.5(m/s) 為上升的起伏點，因此可推斷出，風速未達 3.5(m/s)，皆無法對本校中庭土體 pm2.5 的數值造成影響。

三. 雨量對 PM2.5 的影響

雨量的部分，透過觀察我們發現，倘若降雨量不夠的話，可能反而會造成小範圍內，數值大幅成長的情況。

推測其影響的原因可能就是因為，雨滴重力加速度掉落至地面時，將沙土揚起，卻無法完整包覆住砂土，因而造成數值暴漲的情形。

而倘若雨量較多的話，便可完全包覆砂土，造成數值的降低。

而我們每次的實驗時間皆為 1 小時，而我們發現，雨量越少，恢復的速度越快，數值也就有明顯的上升。

而雨量多的話，便可延長數值低的情況。

三. 有無植被對 PM2.5 的影響

透過實驗發現，有植被的話，數值較能維持在低點，無植被的話，數值起伏較不穩定，跟預測的結果很一致。

四. 綜合討論

以本校中庭土體來看，我們可以得出，數值最小的點，便是雨量超過 15 公厘，且風量不大於 3.5，且有植被的地點，如：草地等，數值便可以壓制最低點。整場實驗下來，預測的與實際實驗其實有都有很多地方有很大的誤差。但整體結果還算正常，特別是風速與植被的部分，完全契合了預測結果。

此結果可以提供給學校衛生組，在不同情況下，衡量預估中庭的 PM2.5 數值，維護師生健康。

玖、參考文獻資料

一、維基百科百科—沙塵暴

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B2%99%E5%B0%98%E6%9A%B4>

二、沙塵暴災害

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?tag=%E6%B2%99%E5%A1%B5%E6%9A%B4%E7%81%BD%E5%AE%B3>