

嘉義市第 38 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：濁水溪的揚塵

關鍵字：濁水溪、PM10

摘要

在這個研究中，我們發現濁水溪沙漠化問題嚴重，比起台灣其他溪流，濁水溪揚塵更應被重視，因此我們上網收集相關資料，發現風速和風向對揚塵有著很大的影響，濁水溪的南岸揚塵情形比北岸來的嚴重，而濁水溪的下游揚塵比上游嚴重。因此我們製作模型模擬揚塵實驗並用自製的空氣盒子收揚塵資料，發現砂石面積與風速有著相當的影響，並找尋改善揚塵的四個方法來進行模擬，結果發現灑水能使 PM10 濃度降到最低，但實際考量下不適用，但是冬季時台灣正值枯水期，而且灑了也較容易乾不易保濕，建議短期在砂石鋪稻草、噴灑三仙膠，長期種植防風林是可行方法。

壹、研究動機

彰化、雲林每次到了寒冷的冬季，空氣品質的問題十分嚴重，嚴重影響居民的健康問題，因此，我們出於好奇的在網路上尋找相關資訊，想了解當地空氣污染的原因，後來在我們找資料的途中，發現了一篇文章在描述濁水溪的沙漠化，文章裡提到了當地的空氣汙染可能和濁水溪沙漠化所造成的揚塵有關。我們想藉著這次的科展，了解更多濁水溪沙漠化所造成的揚塵情形，並尋找出最好且最有效能的改善方法。

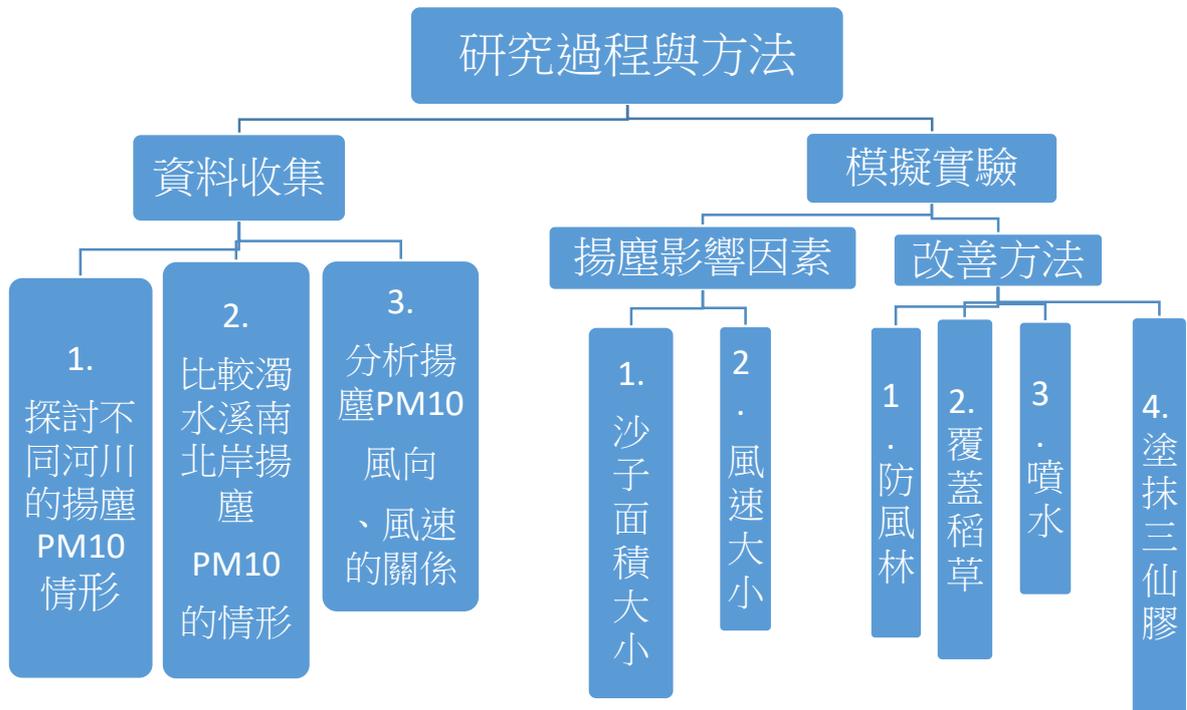
貳、研究目的

- 一、由行政院環保署的網站資料比較台灣的河川揚塵情形、並針對揚塵嚴重的濁水溪探討揚塵的因素。
- 二、利用模型模擬探討揚塵和沙子分布面積、風速的關係，並進一步探究有效改進揚塵的方法。

參、研究設備及器材

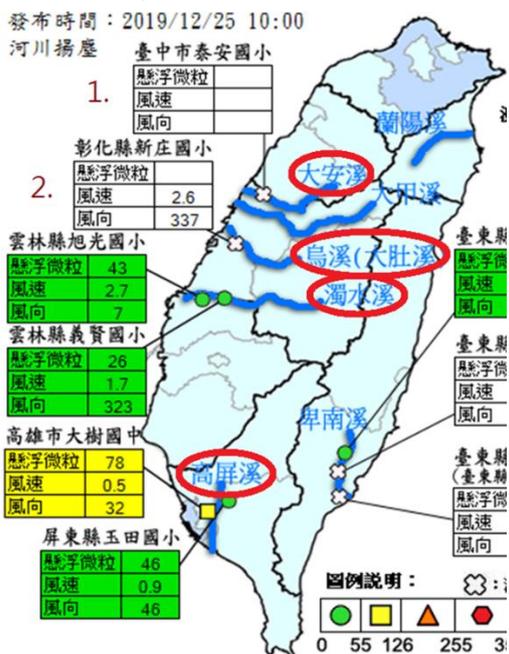
壓克力板	空氣盒子 (Arduino)	木板	電風扇
保麗龍板	竹筷	刀子	稻草
三仙膠	灑水器	細砂	計時器
尺	筆電	網路	

肆、研究過程及方法



一、資料收集分析

(一)由行政院環境保護署空氣品質監測網的河川揚塵監測，選取西部地區五個河川揚塵監測站，依序由北而南為泰安國小、新庄國小、旭光國小、義賢國小、大樹國中，所對應的河川分別為大安溪、烏溪、濁水溪和高屏溪如圖(一)所示，收集 107 年 1 月 1 日到 108 年 12 月 15 日的 PM10、風速、風向資料。



圖(一)

(二)比較不同河川地揚塵情形：由所收集 107 年 1 月 1 日到 108 年 12 月 15 日間五處的 PM10 資料，篩選 PM10 濃度超過 300 ug/m³ 的時間，統計發生日數，發現只有濁水溪的旭光國小與義賢國小日數最多；再針對濁水溪畔的旭光國小與義賢國小篩選 PM10 濃度同時皆選大於 300 ug/m³ 的日期，為 107 年 4/6、11/22，108 年 9/20、11/19、11/28、12/2 共六天，針對這六天分析五個地點的 PM10 資料的差異。

(三)比較濁水溪南北岸空氣 PM10 濃度：除位於濁水溪南岸的旭光國小與義賢國小，再由行政院岸環境保護署空氣品質監測網選取位於靠近濁水溪北岸的二林、南投、南岸的麥寮、台西、崙背、斗六和竹山等測站，如圖(二)所示，收集 107 年 4/6、11/22，108 年 9/20、11/19、11/28、12/25 這六天 PM10 濃度、風速、風向資料，將九處資料繪製成圖表進行分析，比較濁水溪南北岸、上下游 PM10 濃度差異。



圖(二)

(四)分析旭光國小與義賢國小揚塵嚴重時風速和風向的分布狀況：針對旭光國小與義賢國小兩地 107、108 年揚塵濃度大於 300ug/m³ 的日期，107 年 4/6、11/22，108 年 9/20、11/19、11/28、12/25 六天，探討當日逐時 PM10 濃度和風速資料關係，並將 PM10 濃度超過 300ug/m³ 時的風速和風向整理成圖並求其平均值。

二、模擬河川揚塵實驗

(一)模擬器材製作

1、製作空氣盒子，如圖(三)、(四)所示



圖(三)



圖(四)

(1)使用 Arduino Uno 板，用杜邦線來連接空氣盒子，旁邊用紙固定著，外層則是用保鮮盒來保護這個裝置如圖(三)所示。

(2)如圖(四)，將 USB 線連接到空氣盒子，另一端連接到電腦，打開 Arduino 程式，即可開始測量數據。

2、使用壓克力板及木板製作一個長 200 公分、寬 70 公分、高 56 公分的大型實驗箱。一端擺放著電風扇模擬自然界的風，將自製空氣盒子放於另一端監測 PM10 的濃度，兩端皆不密封，以模擬自然界開闊的環境，如圖(五)所示。



圖(五) 實驗箱

3、利用風速計測量電風扇不同段強中弱的風速大小，風速由強到弱分別 6.7m/s、5.5m/s、4.9m/s。

(二)探討砂石面積對揚塵之影響

分別在實驗箱內鋪上長為 50、100、150 公分，如圖(六)、(七)、(八)所示，寬皆為 70 公分之面積的細砂，以風速為 6.7m/s 的電風扇吹沙子，利用自製空氣盒子測量 10 秒之空氣 PM10 數值，測量同時並以電腦紀錄數據，測量完後整理數據並製成圖表，多次實驗以求數值之準確度。



(三)探討風速大小對揚塵之影響

針對鋪上長為 150 公分，寬為 70 公分面積的細砂，分別利用電風扇 6.7 m/s、5.5m/s、4.9m/s 的風速吹襲，利用自製空氣盒子測量 10 秒之空氣 PM10 數值，測量同時並以電腦紀錄數據，測量完後整理數據並製成圖表

(四)探討改善揚塵之方法

針對下面不同的改善揚塵之方法，以風速為 6.7m/s 的電風扇對鋪上長為 150 公分，寬為 70 公分之面積的細砂吹襲，利用自製空氣盒子測量 10 秒之空氣 PM10 數值，測量同時並以電腦紀錄數據，測量完後整理數據並製成圖表

1、防風林的設置：利用刀子將筷子削成火煤棒來模擬防風林，將火煤棒固定在保麗龍板上並放置於電風扇和沙子之間來進行實驗，分別針對沒有防風林、一排防風林、兩排防風林進行測試紀錄，如圖(九)與圖(十)所示。



圖(九) 種植防風林一排

圖(十) 種植防風林兩排

2、鋪稻草：分別將稻草覆蓋在沙子的前半部、後半部、全部進行實驗，如圖(十一)、圖(十二)與圖(十三)所示，並紀錄結果。



圖(十一) 前半部鋪稻草

圖(十二) 後半部鋪稻草

圖(十三) 全部鋪稻草

3、灑水：分別針對沙子的前半部、全部灑水後進行實驗，並紀錄結果。

4、噴灑三仙膠：將三仙膠粉末泡成濃度為 0.5% 的溶液進行實驗，分別針對未噴灑、噴灑但未乾燥、噴灑後已乾燥的沙子進行實驗，並紀錄結果。



圖(十四) 濃度 0.5% 的三仙膠

圖(十五) 噴三仙膠後

伍、研究結果

一、資料分析結果

(一)不同河川地揚塵情形

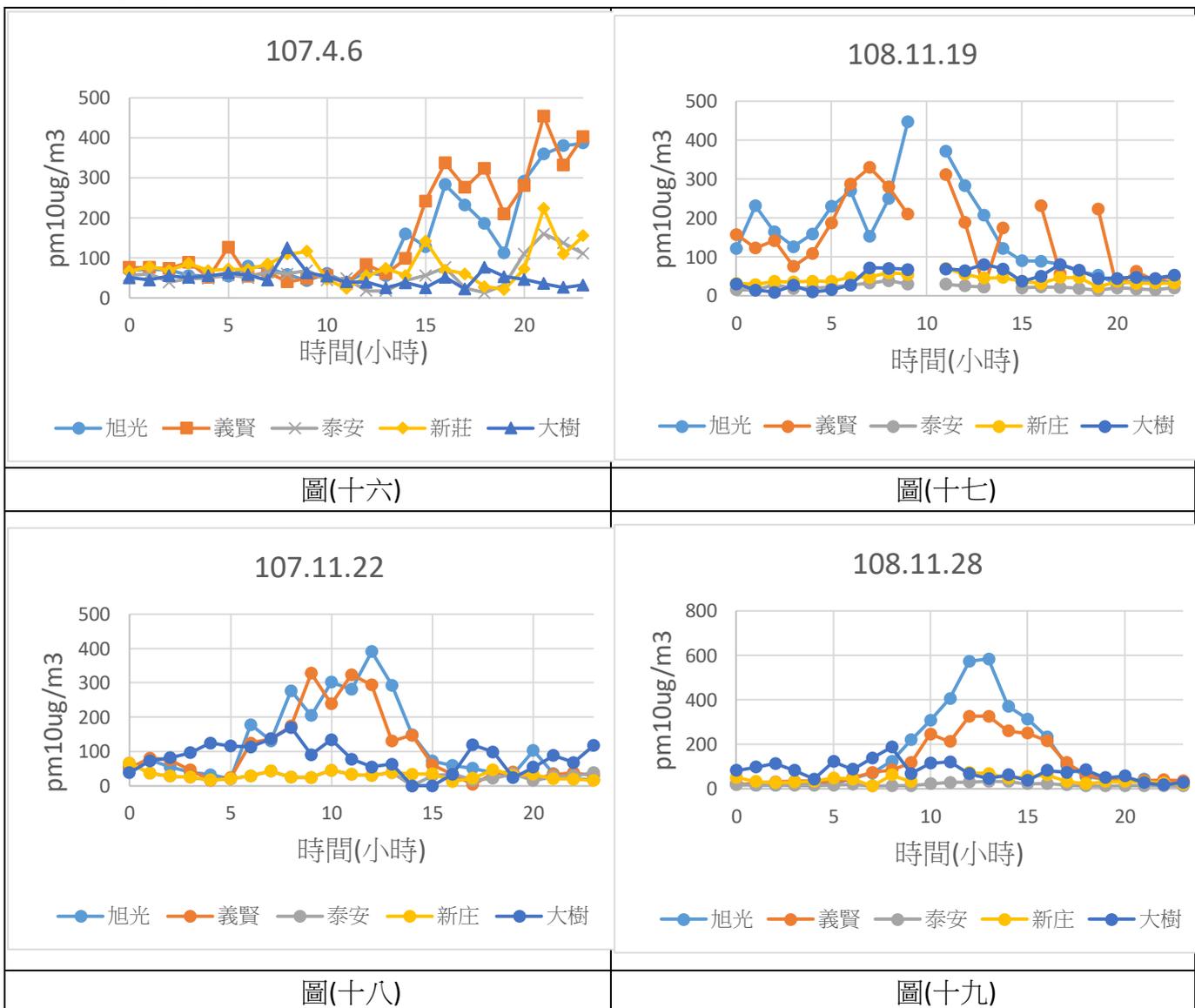
1.不同河川 PM10 濃度超過 300 ug/m3 發生天數

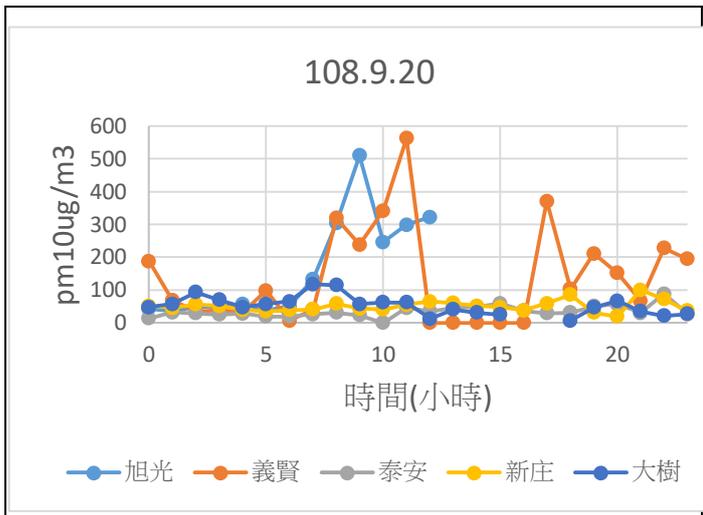
地點	泰安國小	新庄國小	旭光國小	義賢國小	大樹國小
日數	0	0	20	6	0

表(一)

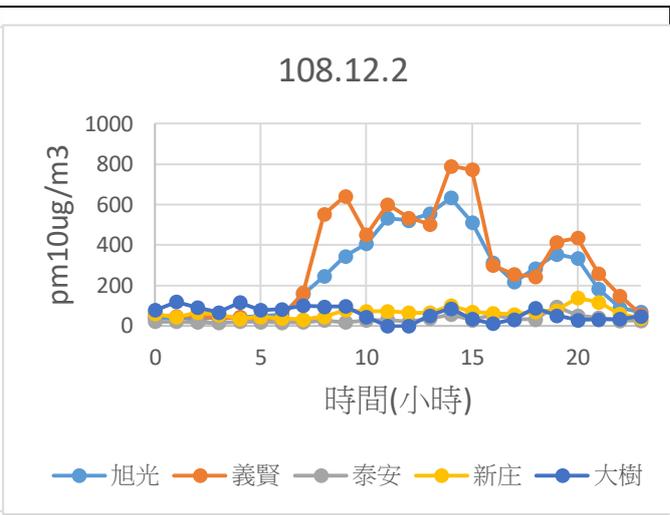
由表可得知 107 年 1 月 1 日到 108 年 12 月 15 日間，這五個國小中只有位於濁水溪南岸的旭光國小和義賢國小所測得的 PM10 有大於 300ug/m3，其他河川旁的國小測站則沒有大於 300ug/m3 資料。

2. 比較四個國小和大樹國中在 107 年 4/6、11/22，108 年 9/20、11/19、11/28、12/2 六天 PM10 濃度的差異





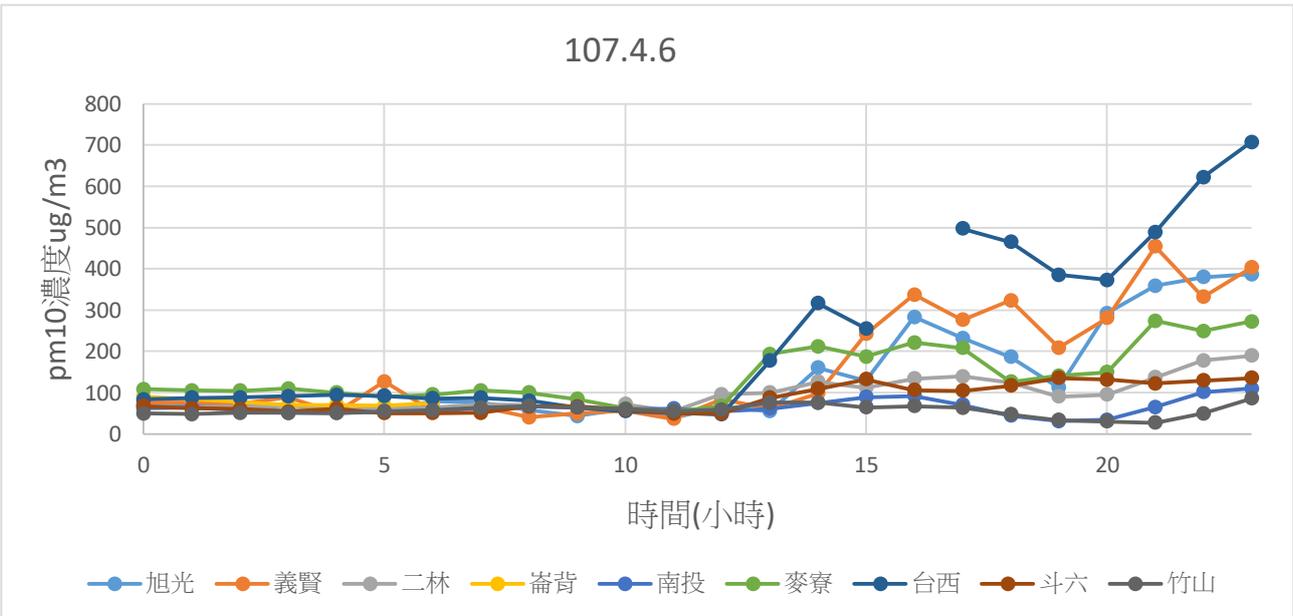
圖(二十)



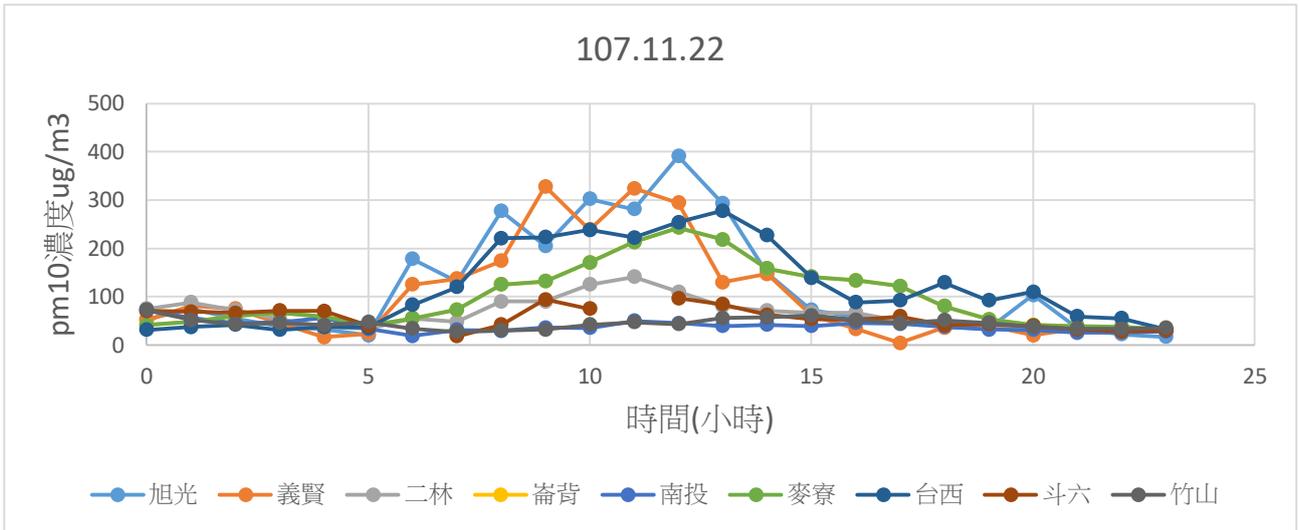
圖(二十一)

由圖(十六)到圖(二十一)，可發現位於濁水溪南岸的旭光國小和義賢國小，pm10 濃度的起伏大致吻合，當旭光國小 PM10 濃度偏高時義賢國小 PM10 濃度也偏高，位於其他河流的測站濃度則相對偏低。

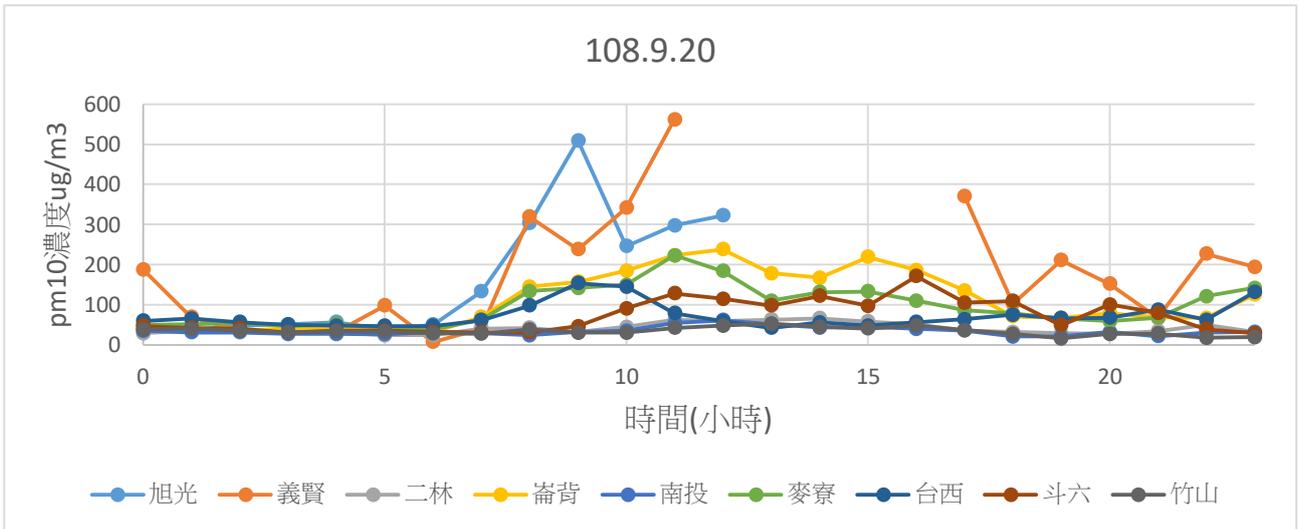
(二)、比較濁水溪南北岸九處揚塵的情形



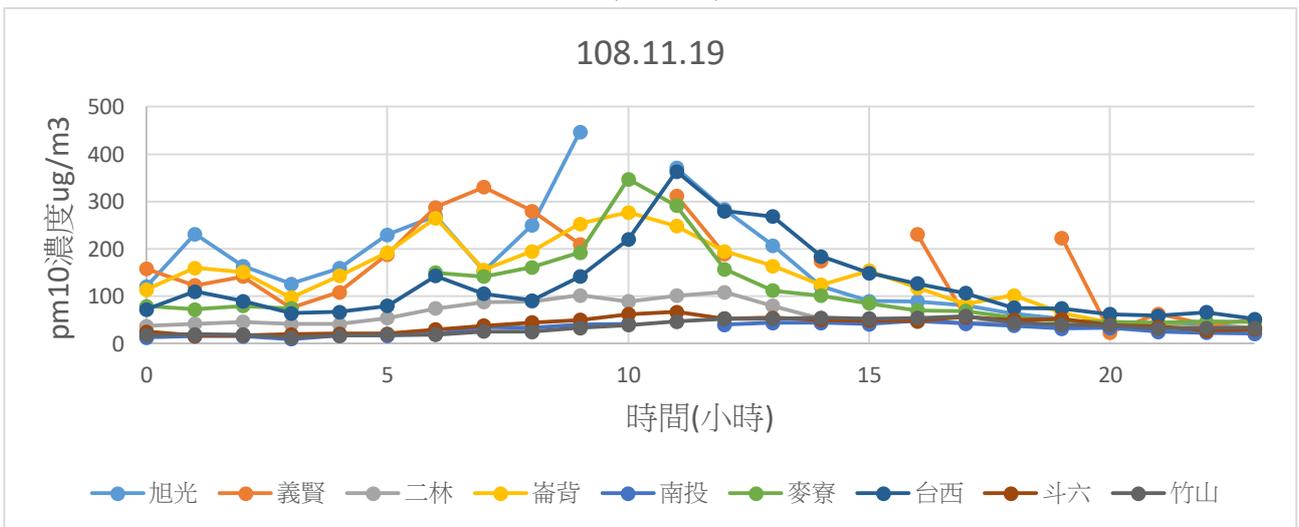
圖(二十二)



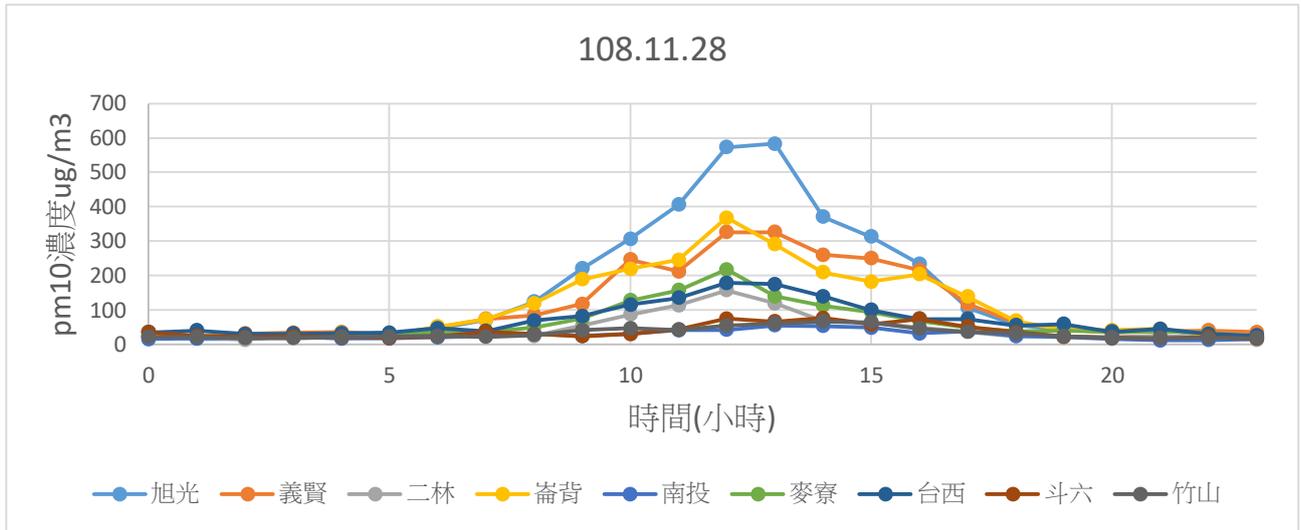
圖(二十三)



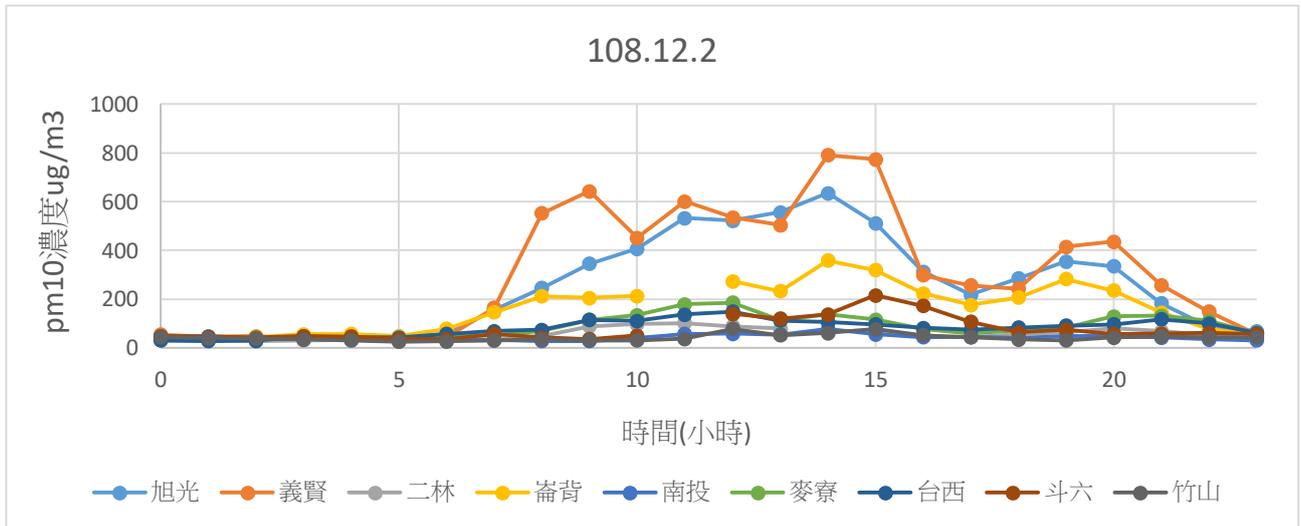
圖(二十四)



圖(二十五)



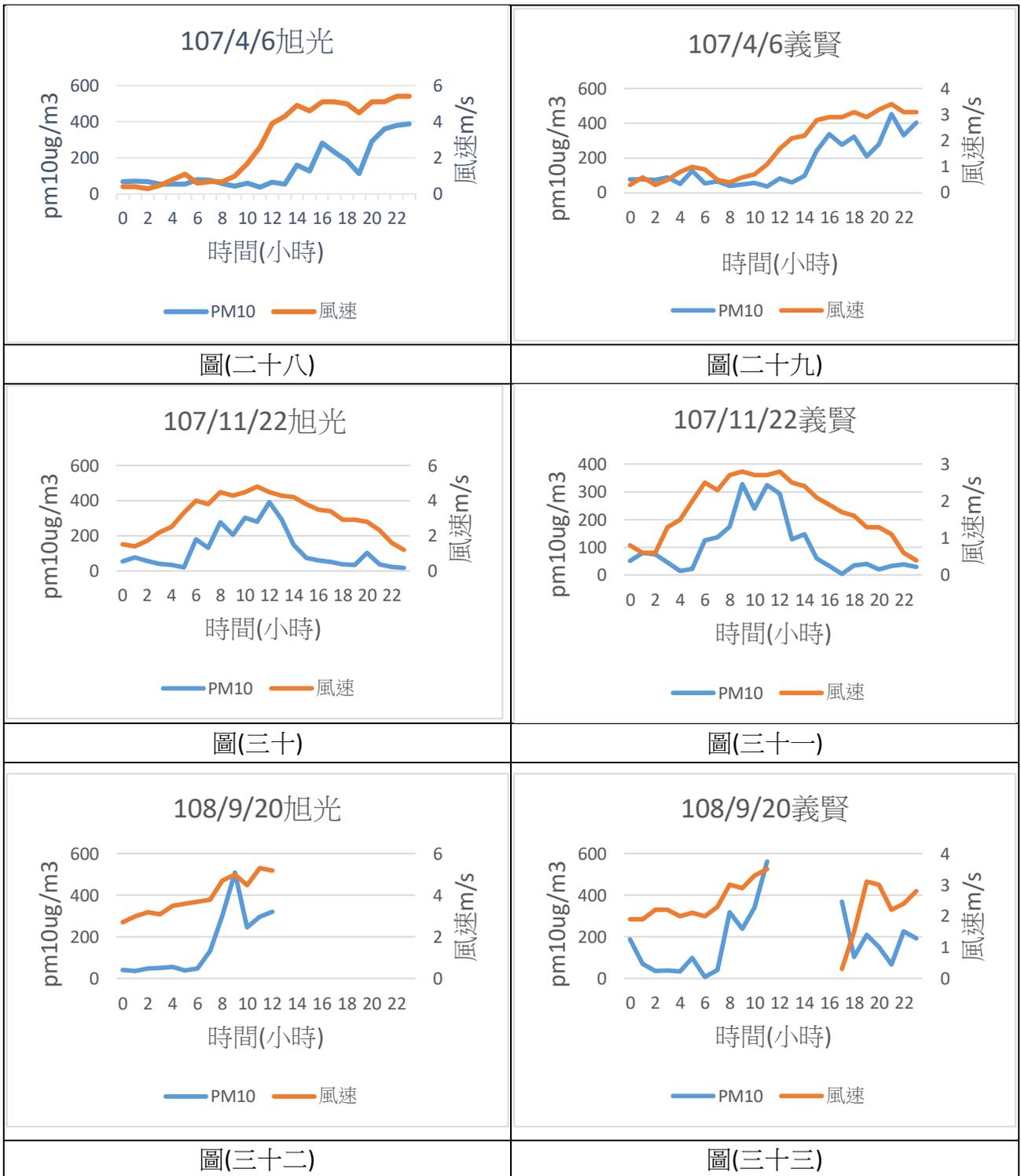
圖(二十六)

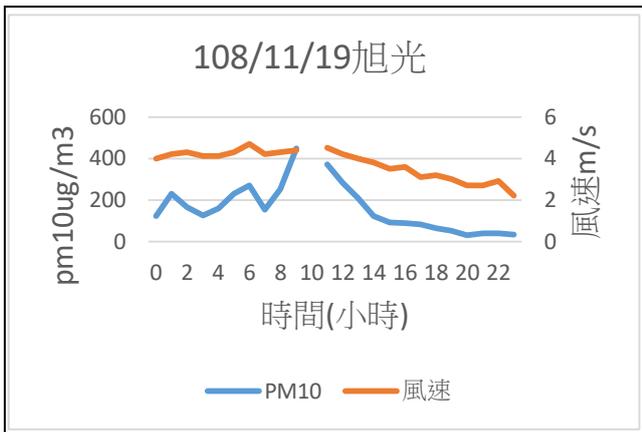


圖(二十七)

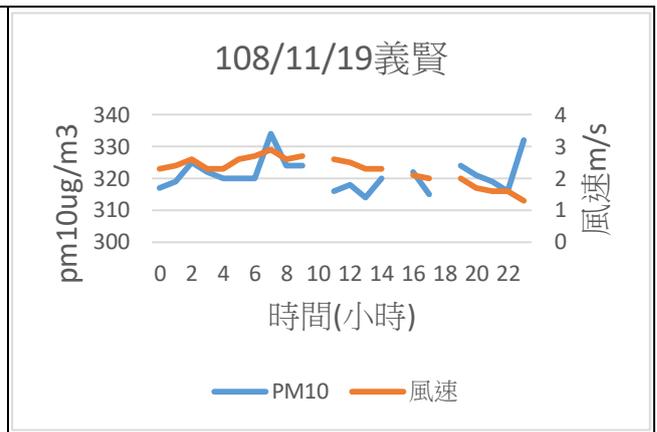
由圖(二十二)到圖(二十七)，可得知當義賢國小和旭光國小 PM10 濃度飆高時，位於濁水溪北側的二林站、南投站、南側的竹山站、南投站的 PM10 濃度依然不高，位於南側的麥寮站、崙背站和台西站的 PM10 濃度則跟著升高，因此比較濁水溪上下游揚塵，下游的崙背、台西比上游竹山嚴重很多，南岸揚塵問題也比北岸嚴重很多。(在圖中，因為有些測站的數據是有問題，並沒有採納)

(三)、分析旭光國小與義賢國小揚塵嚴重當日 PM10 濃度和風速的分布狀況

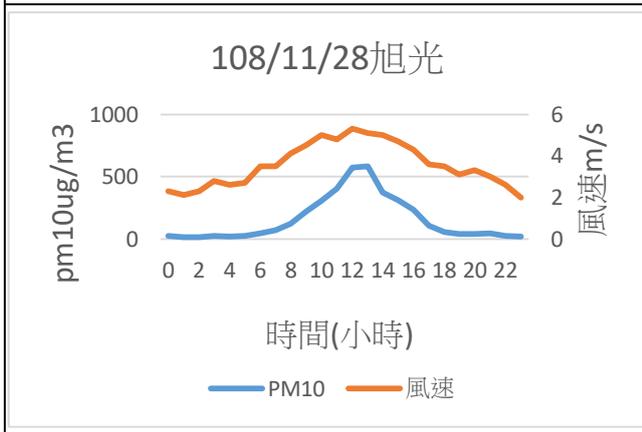




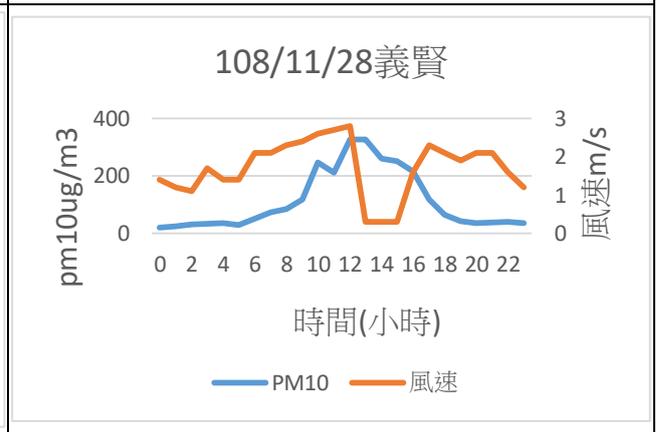
圖(三十四)



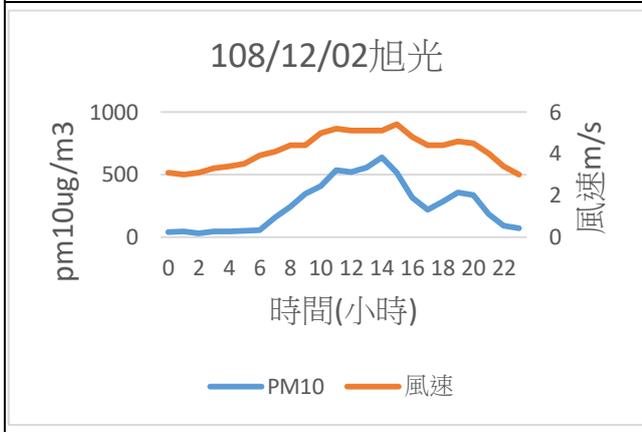
圖(三十五)



圖(三十六)



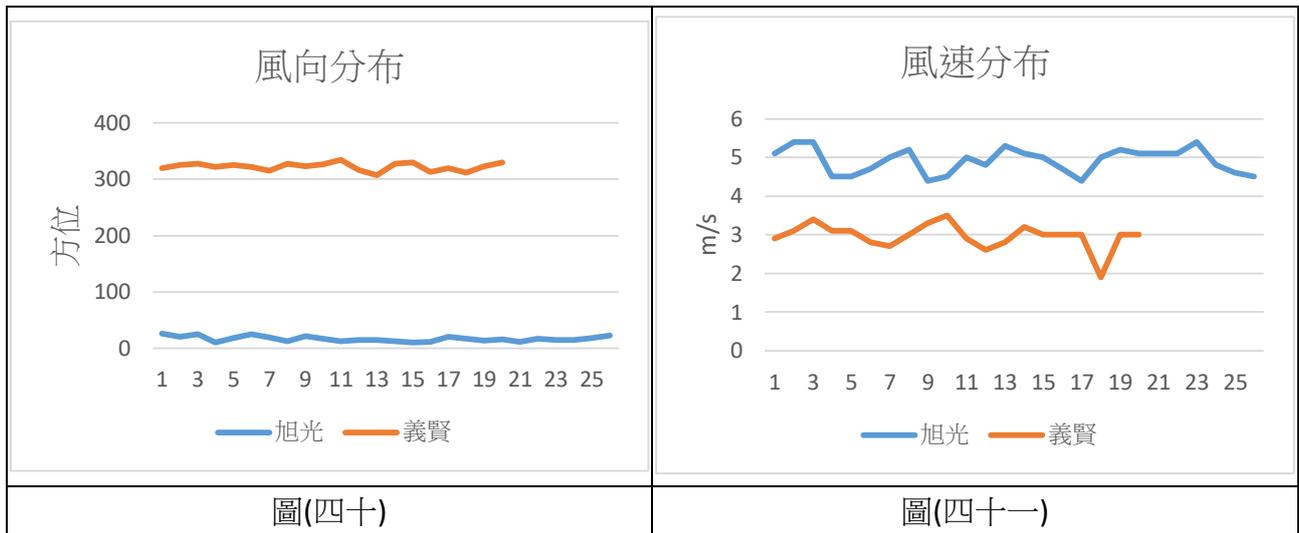
圖(三十七)



圖(三十八)



圖(三十九)



PM10 濃度大於 300ug/m3	平均風速(m/s)	平均風向
旭光國小	4.88	17.33
義賢國小	2.92	322.2

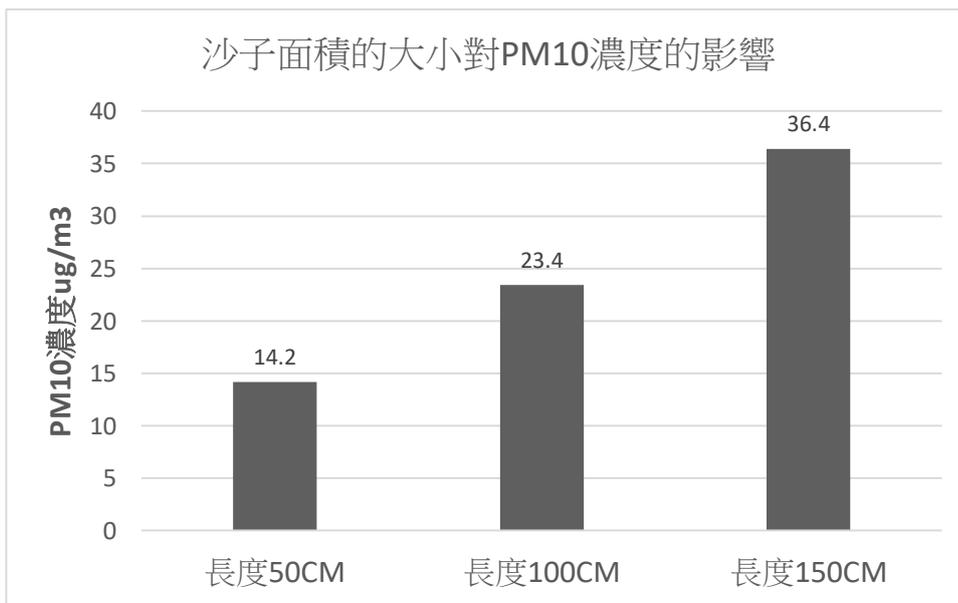
表(二)

由上面圖表，107 年 4/6、11/22，108 年 9/20、11/19、11/28、12/25 六天發現當旭光國小和義賢國小 PM10 濃度偏高時，風速也偏高。

當旭光國小 PM10 濃度飆升超過 300ug/m3 時的風速和風向，風速皆在 4m/s 以上，平均風速為 4.88，風向是吹東北風，義賢國小 PM10 濃度超過 300ug/m3 時，風速大約在 2.5 以上，風向主要是吹西北風。

二、模擬河川揚塵實驗結果

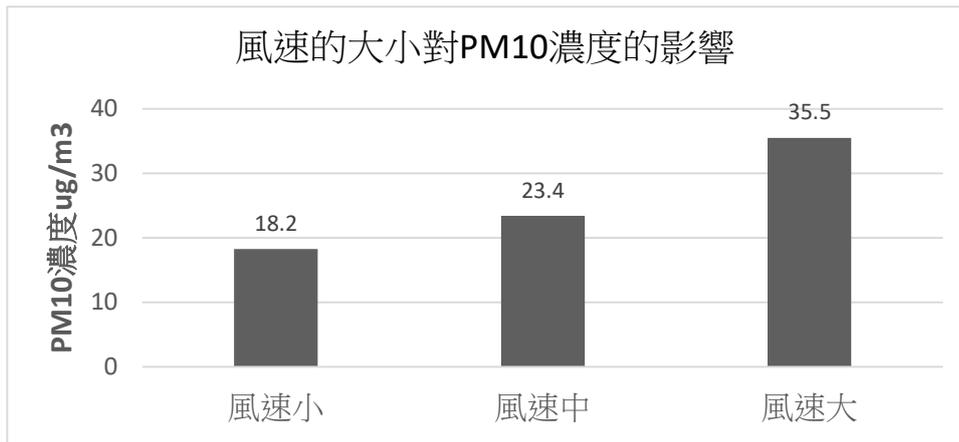
(一)實驗結果一、模擬砂子面積大小對揚塵造成影響，



圖(四十二)

由實驗結果可知，當砂子分布面積越大時，所造成的 PM10 濃度愈高。

(二)實驗結果二、模擬不同風速對於同樣面積砂量所造成揚塵影響

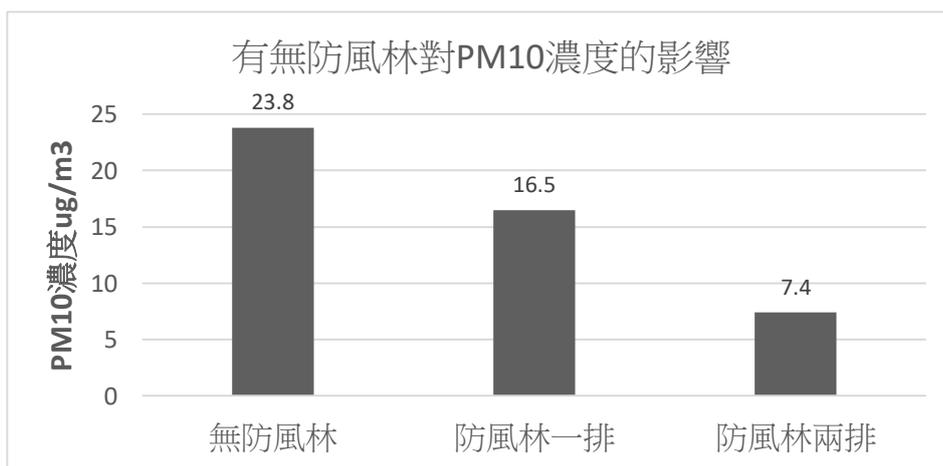


圖(四十三)

由實驗結果可以得知，當風速越大時，所造成的 PM10 濃度會愈高。

(三)改善揚塵之方法結果

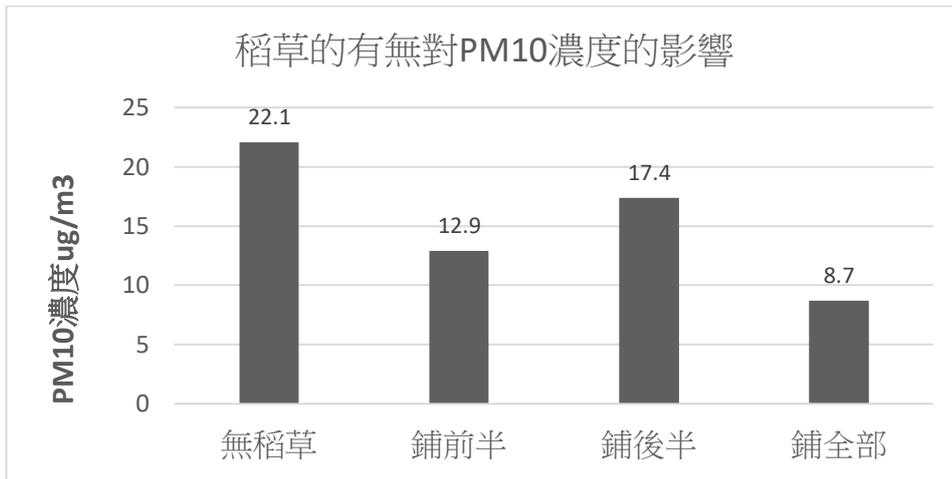
(1)模擬有無防風林在相同面積與風速下，對 PM10 濃度的影響



圖(四十四)

由實驗可以得知，栽種多排的防風林，所下降的 PM10 濃度愈多。

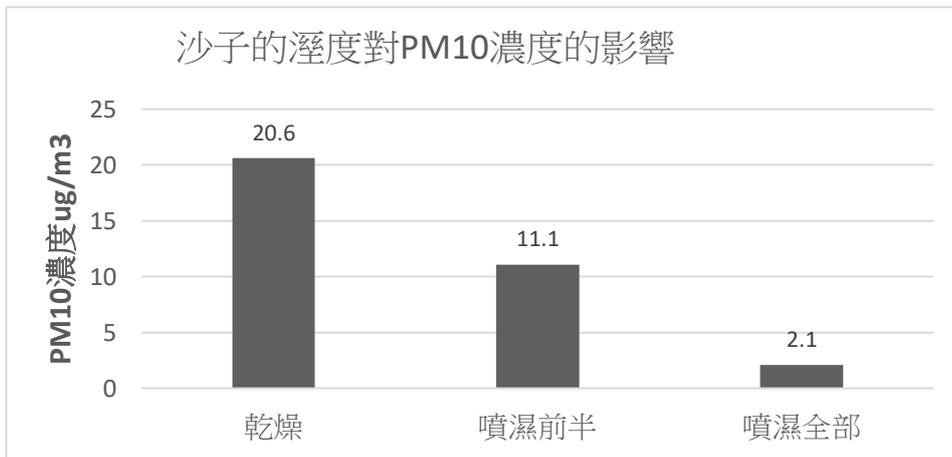
(2) 模擬有無稻草在相同面積與風速下，對 PM10 濃度的影響



圖(四十五)

由實驗結果可以得知，鋪滿稻草的 PM10 濃度最少，鋪前半比鋪後半的效果好。

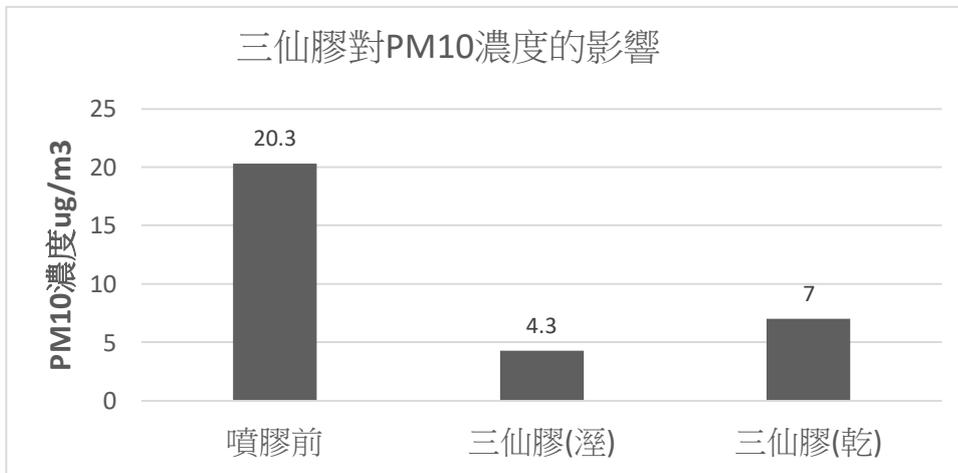
(3) 模擬乾溼砂在相同面積與風速下，對 PM10 濃度的影響



圖(四十六)

由實驗可以得知，當砂子是濕的狀態下，所測的 PM10 濃度最低，濕沙揚塵比乾沙少很多。

(4) 模擬有無三仙膠在相同面積與風速下，對 PM10 濃度的影響



圖(四十六)

由實驗結果可以得知，溼的三仙膠所測到的 PM10 濃度最小，乾的三仙膠上升一些，噴三仙膠有助於揚塵改善。

陸、討論

一、資料分析討論

- (一)從比較不同河川 PM10 超過 300ug/m³ 的天數，只有濁水溪南岸的旭光國小與義賢國小 PM10 超過 300ug/m³，其他監測站則沒有超過 300ug/m³ 的紀錄，可知濁水溪地區的揚塵最為嚴重，再由 google 衛星圖觀察大安溪、大肚溪、濁水溪和高屏溪河床分布，可看出濁水溪河床沙漠化明顯比其他條河村嚴重，推知河床沙漠化應為揚塵嚴重的重要因素。
- (二)比較濁水溪南北岸九處的揚塵情形，發現當位於濁水溪南岸的旭光國小以及義賢國小的 PM10 濃度上升時，位於更南方的麥寮站、崙背站和台西站的 PM10 濃度則跟著升高，因此比較濁水溪上下游揚塵，下游的崙背、台西比上游竹山嚴重很多，南岸揚塵問題也比北岸嚴重很多，但位於崙背鄉南方與北方的監測站，數值都沒有明顯的起伏變化，我們推斷濁水溪的揚塵主要是吹向南方，且受影響的主區主要為濁水溪南方的鄰近區域，並不會吹到太遠。
- (三)比較風向、風速與 PM10 濃度之關係的圖表中，我們發現當風速變大時，PM10 的濃度也會隨之增長，風向是從義賢國小的西北方向吹來；也是旭光國小的北北東方向，這也解釋了為什麼當濁水溪南岸 PM10 濃度升高時，北岸的數值卻沒什麼變化，因為風大致上是來自北方，也使的義賢國小、旭光國小和崙背鄉的 PM10 濃度隨風速增長。

二、實驗結果討論

- (一)在比較不同面積的砂石的圖表中，看到了當鋪砂石的面積越來越大時，PM10 的濃度也會隨著升高，應證濁水溪河床沙漠化愈嚴重揚塵污染則會愈嚴重。實驗數據沒有像真實數據那麼高的可能原因是，我們是用一般家庭用的電風扇去吹起那些的塵土，風速相較之下當然沒有那麼的大。但是數據還是可以顯示出差異性，大約每增加 50 公分的長度，PM10 的數值會增加 10 左右，最後 150 公分的數值會比較高一點點，我們推測是因為它較靠近空氣盒子。
- (二)比較不同風速的圖表中，我們很明顯的發現當風速上升時，PM10 的數值也會隨著升高，那就意味著當風速越強時，能吹起的懸浮微粒更加地多，風速小的話只能稍微地吹起表面的顆粒，應證當東北季風偏強時濁水溪揚塵污染會愈嚴重。。
- (三)由模擬改善揚塵的實驗結果：
- 1.發現有栽種防風林時，PM10 的數值會明顯地降低，栽種的防風林愈密愈多，阻擋揚塵發生的效果愈好，防風林的設置可以改變空氣場的流向降低風速避免沙粒被吹起。(比較防風林前後風速大小)
 - 2.由模擬實驗結果可知在沙子上鋪設稻草會使揚塵 PM10 的數值降低，鋪設面積愈大揚塵愈小，在沙漠化的濁水溪河床鋪設稻草桿應能有效抑制當東北季風增強時所造成的嚴重揚塵，且稻草桿為種稻後產物容易取得也不會對河川環境造成污染。鋪前半段的稻草明顯地比鋪後半段效果好，推斷可能因為電風扇是稍微往斜下方吹過去，所以吹起來地懸浮微粒大多來自前半段的砂石，相較於鋪後半段，因為前方的懸浮微粒大部分都已經被吹起來了，所以再鋪的話效果沒有那麼地顯著。

- 3.比較沙子乾溼的圖表中，可以發現噴溼前半部 PM10 的數值會比乾沙降低一半，如果噴溼全部的話，降低到剩下原本數值的 1/10，因為當砂石噴濕時，砂子重量變重，懸浮微粒不易被吹起，雖是一個很好的方法，但水分容易蒸發要隨時維持沙子的潮濕需要花費較大的時間和成本，較不利於實際的操作上。
- 4.噴三仙膠的實驗結果，發現噴三仙膠後，PM10 的數值降低了很多，三仙膠乾燥後所測得的 PM10 濃度會上升一些，和上面乾溼沙結果一樣；粉狀三仙膠泡水後會具有黏稠性，能膠結住沙粒，因而降低強風吹襲下所造成的揚塵，使用食用級的三仙膠對於土壤、環境的破壞和汙染小，對於濁水溪揚塵的改善應是一個很好的方法。
- 5.模擬的改善方法皆能有效降低 PM10 濃度，如圖所示，改善的方法以濕沙揚塵減少最多，過來是防風林、再來是噴三仙膠和鋪稻草，濕沙揚塵雖最少，但隨時要讓大範圍的沙子保持潮濕卻是不易做到的工程；防風林的設置雖需較長的時間，但以較長遠的角度來看樹木會成長且管理較容易，對長久的防治效果理想，若要短期的解決揚塵問題的話，三仙膠和鋪稻草應是不錯的方法。



圖(四十七)

柒、結論

- 一、濁水溪相較於大安溪、烏溪(大肚溪)和高屏溪的揚塵嚴重很多，主要是濁水溪河床沙漠化較嚴重
- 二、濁水溪南岸的揚塵比北岸嚴重，下游比上游嚴重。
- 三、濁水溪南岸旭光國小的 PM10 濃度>300ug/m³ 時，風速>4m/s，風向東北風，當義賢國小的 PM10 濃度>300ug/m³ 時，風速>2.5m/s，風向西北風。
- 三、模擬實驗得知沙子的分布面積愈大、風的速度愈大皆會造成揚塵濃度上升。
- 四、模擬改善方法中以噴溼沙子最佳，過來是種植防風林，再來是鋪稻草和噴三仙膠，但在考量實際的執行面上則建議短期改善可利用鋪稻草和噴三仙膠來減低揚塵，長期可種植防風林。

捌、參考資料

- 一、2015 國際土壤年 - 國立臺灣科學教育館
https://activity.ntsec.gov.tw/activity/ssm/54_7/HTML/assets/common/downloads/publication.pdf

二 《氣候變遷在台灣》濁水溪的沙漠化 | 台灣環境資訊協會-環境資訊中心

<https://e-info.org.tw/node/50774>

三、沙漠化正悄悄在台灣蔓延 ? | 台灣環境資訊協會-環境資訊中心

<https://e-info.org.tw/node/9552>

四、行政院環境保護署－空氣品質監測網

<https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/default.aspx>

五、林昭遠、許均任(2006)-生物聚合物三仙膠於海岸定砂之研究-國立中興大學水土保持系