

中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

團隊合作獎

080502

見「微」知著大解謎：探究校園微氣候的奧秘

學校名稱：苗栗縣竹南鎮竹南國民小學

作者：	指導老師：
小六 鄭育丞	邱嘉瑜
小六 鄭子濬	沈芸安
小六 蘇仲宇	
小六 劉育昕	

關鍵詞：微氣候、體感溫度

摘要

本研究是透過 2 個月的校園實際調查，來探究校園各地點的微氣候，以及風對校園各地點微氣候的影響，並分析影響各地點微氣候的因素，最後找出校園內最舒適的地點。研究結果發現：

1. 建築物包圍的地區溫度較低；日照長、風速低的地點則溫度較高。
2. 離建築物遠，風速較強。
3. 建築物包圍的地區濕度較高，操場上風速高則濕度低，有植物的地點相對濕度較高，但是有日照的地點反而會降低相對濕度。
4. 風速高的時候，校園內各地點的溫度都會稍微上升，濕度會降低。
5. 溫度越高，體感溫度越高；風速越高，體感溫度越低；環境不同會調節濕度，間接影響體感溫度。
6. 有建築物或樹木的地方，都是體感溫度較舒適的地點。

壹、前言

一、研究動機

自然課時教到「多變的天氣」，在課程中提到落山風和焚風，老師又提到了我們家鄉特有的風---「九降風」。原來同樣的東北季風，在臺灣北部會形成潮濕多雨的天氣，到了屏東會形成風力強大的落山風，到了竹苗地區會形成乾燥寒冷的九降風。老師說：「每個地方的氣候都會受到該地的緯度、地形、海拔、水資源…等影響，就像學校裡的每個角落，氣候也會因為環境而有些微的不同。」於是我們抱著好奇心，想探究當九降風來臨的季節，風速對校園各地的微氣候會有什麼變化呢？探究「校園微氣候」的同時，也能對校園環境有更深入的了解，希望在未來極端氣候的情況下能改善校園活動的品質。

二、研究目的

1. 探討校園內不同地點的微氣候特徵，包括溫度、濕度及風速等氣象參數，並分析影響各地點微氣候的因素。
2. 研究風速對校園微氣候的影響，特別是風速對溫度、濕度的變化情況。
3. 評估校園各區域、各時間的體感溫度，並分析溫度、溼度、風速和體感溫度的關係。

三、文獻探討

(一)氣候

氣候一詞由古希臘語 Klima 演變而來，原意為傾向，趨勢。通常定義為很長一段時間內的平均天氣狀況，包括溫度、濕度、氣壓、風向、風速、降水量、大氣成分及眾多其他氣象要素，在很長時期及特定區域內的綜合概括描述。而一個地方的氣候通常受該地的緯度、地形、海拔和附近水資源影響，所以決定氣候變化的因素多且複雜，為數眾多的變量及其複雜的相互作用決定了氣候的變化。

(二)微氣候

微氣候一般是指一個小範圍內(例如街道、公園、河邊等)的獨特氣候狀況。由於受到當地周邊地形環境、建築物坐向及密度，和當時的天氣情況等因素影響，該處的氣候特徵可跟周邊大範圍的或有不同。因此，即使在同一區域內，不同地點的天氣元素也可以有相當差別。

(三)體感溫度

體感溫度是用來反映人體對於氣溫的感受，而人體對氣溫的感受主要是來自皮膚的感覺。體感溫度會因不同的溼度、風速、直接日照和人體基礎代謝率等而不同，其中日照量變動較大，而人體代謝率也因人而異，皆較難以定量方式計算，但溼度越高時，人體皮膚表層散熱不易，會感受到較實際氣溫還要高的溫度；而風速較強時，會加速人體皮膚表層的散熱，使感受的溫度較實際氣溫還低；直接日照也會使體感溫度增加。

貳、研究設備與器材

一、實驗器材：溫溼度計、風速計、大型回收籃、有孔洞的收納盒、木頭書桌、束線帶

溫溼度計	風速計
 此照片由作者親自拍攝	 此照片由作者親自拍攝

二、實驗裝置：製作簡易百葉箱

本次實驗要測量溫度、濕度等資料，我們效仿中央氣象署在各地設置百葉箱蒐集氣象資料的方式，在校園內不同的活動區域設置自製簡易百葉箱。

在三年級自然科的「天氣變變變」單元中，我們學到百葉箱的外觀都是白色的，可以降低箱壁吸熱對測量的影響；箱子底部須距離地面至少1公尺以上，可以避免地面熱氣影響觀測結果，並且須保持箱內通風。所以我們使用四周都有孔洞的收納盒作為簡易百葉箱的主體，將溫濕度計放置其中，並用白色的瓦楞板當作遮雨遮陽的屋頂，再將其綁在大型回收籃和書桌上，如此，簡易百葉箱便在1公尺以上，這樣就完成自製的簡易百葉箱了。



參、研究過程及方法

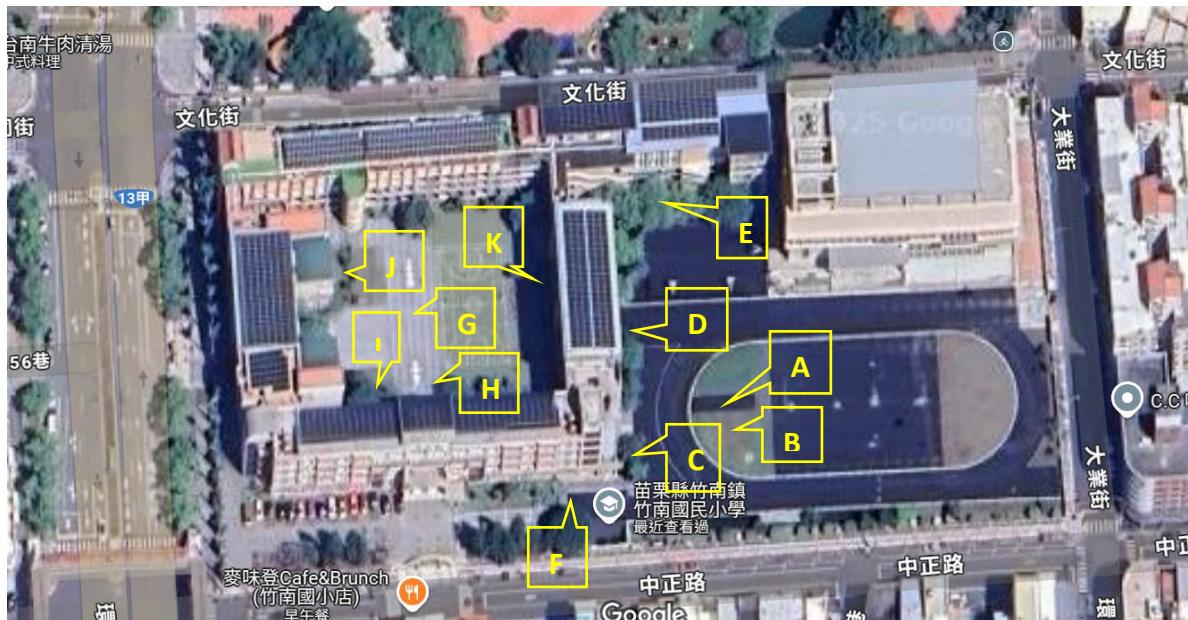
一、實測資料：於校園內選擇不同種類的地點設置百葉箱，從民國 113 年 11 月 5 日到 113 年 12 月 27 日的每個上學日，紀錄早上 8 點、中午 12 點半、傍晚 5 點校園各地點的溫度、濕度及平均風速。

二、確定研究區域與參數

(一)測量參數：主要測量與舒適度相關的氣象參數，包括：溫度(°C)、相對溼度(%)、平均風速(m/s)

(二)研究區域：選定校園內不同活動區域，分為空曠處及建築物包圍區，如圖：

本圖片引自 google 衛星地圖再由作者設計製作



分類一：空曠處

1. 操場中央：空曠，四周 40 公尺內無遮蔽，分為草地與 PU 地，兩者相鄰。

A 操場中央 PU 地：空曠，四周 40 公尺內無遮蔽、PU 地。	B 操場中央草地：空曠，四周 40 公尺內無遮蔽、草地。
 此照片由作者親自拍攝	 此照片由作者親自拍攝

2. 操場建築物旁：有樹蔭或建築物遮擋。

C 木麻黃樹下：建築物旁，樹下、東曬、泥土地。	D 五年級教室後牆：建築物旁，樹旁但枝葉稀疏，東曬，PU 地。
 此照片由作者親自拍攝	 此照片由作者親自拍攝
E 籃球場旁：建築物旁大樹下，枝葉茂密，陽光斜射或無日照。	F 大辦公室後花園：建築物旁，日照充足，灌木叢、樹下、草地上。
 此照片由作者親自拍攝	 此照片由作者親自拍攝

分類二：建築物包圍區：學校內操場，由四棟建築物包圍成近似正方形，面積約
1600 平方公尺。

G 中庭：四面建築物包圍中央，磚地、四周 20 公尺內無遮蔽、全日照。	H 穿堂：四面建築物包圍，出入口，磚地、大樹旁。
 此照片由作者親自拍攝	 此照片由作者親自拍攝
I 科任辦公室前：大樹下，枝葉茂密，泥土地，整日無日曬。	J 健康中心後：建築物旁，草地、樹下但枝葉稀疏。
 此照片由作者親自拍攝	 此照片由作者親自拍攝
K 菜園：建築物旁，花圃、泥土地、西曬。	
 此照片由作者親自拍攝	

三、調查過程與討論

研究一 探討校園內不同地點的微氣候特徵，包括溫度、濕度及風速等氣象參數，並分

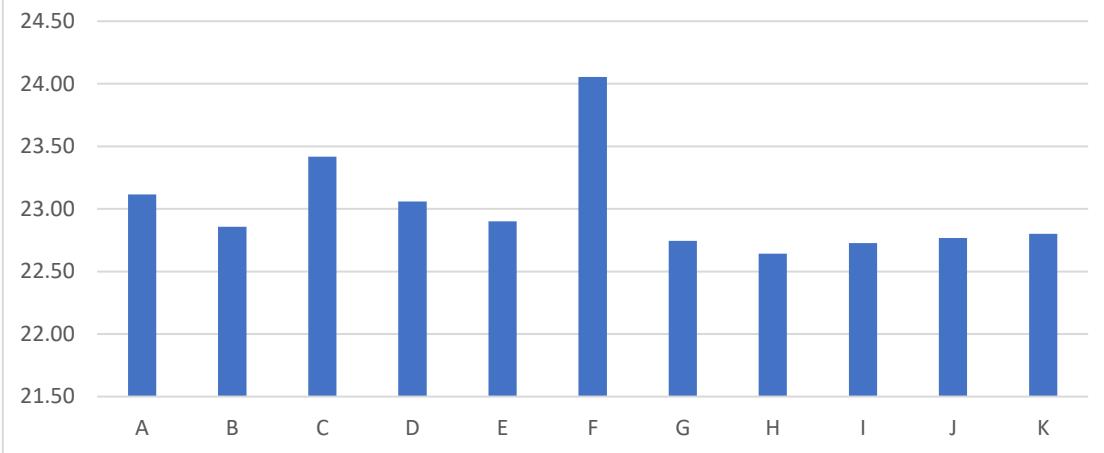
析影響各地點微氣候的因素。

(一)方法：調查校園內不同地點的溫度、相對濕度、平均風速，並依實測所得資料，分別將早午晚各時段氣溫、相對溼度及平均風速加以平均，找出各地點的微氣候特徵。

(二)結果：如表1-1及圖1-1、圖1-2、圖1-3。

表 1-1 校園內各地點 11 月到 12 月平均溫度、平均濕度、平均風速				
地點	環境特徵	溫度	濕度	風速
A 操場中央 PU 地	空曠處 四周 40 公尺內無遮蔽、PU 地。	23.12	57.1	2.08
B 操場中央草地	空曠處 四周 40 公尺內無遮蔽、草地。	22.86	58.8	1.98
C 木麻黃樹下	空曠處(建築物旁) 樹下、東曬、泥土地。	23.42	61.7	1.03
D 五年級後牆	空曠處(建築物旁) 樹旁但枝葉稀疏，東曬，PU 地。	23.06	61.3	1.29
E 籃球場	空曠處(建築物旁) 大樹下枝葉茂密，陽光斜射或無日照。	22.90	61.7	0.72
F 大辦後花園	空曠處(建築物旁) 日照充足，灌木叢、樹下、草地。	24.05	59.3	0.77
G 中庭	建築物包圍(中央) 磚地、四周無遮蔽、全日照。	22.74	60.2	1.43
H 穿堂	建築物包圍(建築物旁) 出入口，磚地、大樹旁。	22.64	66.8	1.17
I 科辦前	建築物包圍(建築物旁) 大樹下枝葉茂密，泥土地，無日曬。	22.73	69.3	0.91
J 健康中心	建築物包圍(建築物旁) 草地、有樹但枝葉稀疏。	22.77	63.2	0.94
K 菜園	建築物包圍(建築物旁) 花圃、無遮蔭、泥土地、西曬。	22.80	59.5	0.59

圖1-1 校園內各地點平均溫度 此圖片由作者親自製作

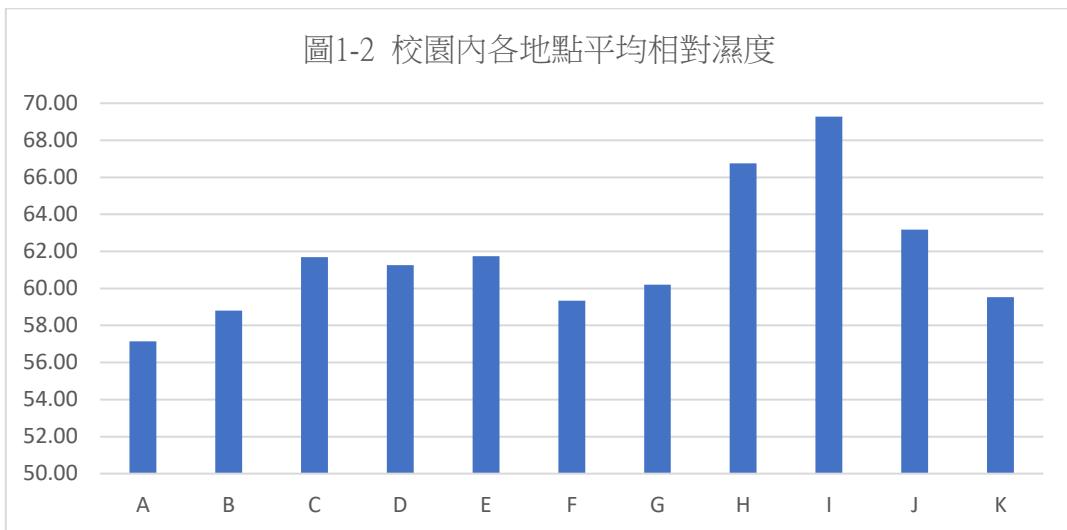


發現：

1. 平均溫度最高的是大辦後花園。
2. 四周有建築物包圍的區域(如：中庭、穿堂、科辦前、健康中心、菜園等)平均溫度都較低。

討論：

1. 平均溫度最高的是大辦後花園，並不是預想的操場，可能因為操場風速大，雖然日照時間長，但風會帶走空氣中的熱使得溫度降低一些；而大辦後花園風速很低且日照也長，所以平均溫度較高。
2. 四周有建築物包圍的地點，平均溫度都比操場及操場四周低一些，因為四周有建築物遮擋部分陽光，導致日照時間較短，累積的熱量較少，而且這些地點風速都較低，減少熱對流，讓原本就較低的環境溫度仍維持較涼爽的狀態。相對的，操場旁的建築物只有單側有遮蔽，陽光能直接照射使地表溫度升高，風速也不高，被風帶走的熱也不多，所以平均溫度較高。



發現：

此圖片由作者親自製作

1. 平均相對濕度最高的是I(科辦前)和H(穿堂)。
2. 最低是A(操場中央PU地)、B(操場中央草地)，而草地的平均相對溼度又比PU地稍微高一些。
3. 有樹木和植被的地點平均濕度都偏高，但K(菜園)和F(大辦後花園)也有花草樹木，平均相對濕度卻偏低。

討論：

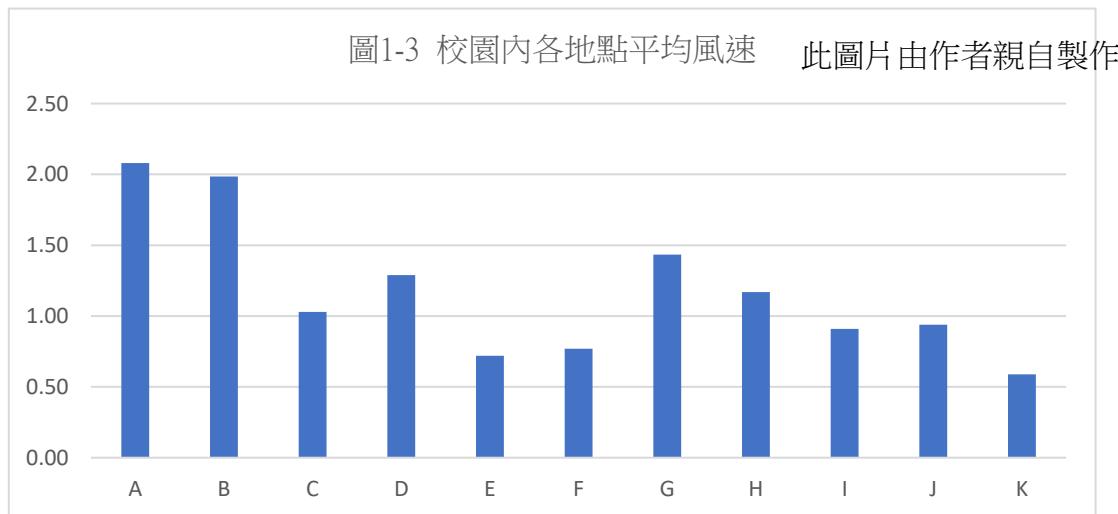
1. 科辦前和穿堂都在建築物包圍區內，又位於建築物旁、大樹下或大樹旁，日照時間短(科辦前幾乎整日無日照)，又有大樹、泥土地，所以平均相對濕度最高。
2. 操場中央全天都有陽光照射且風速大，所以平均相對濕度最低。而操場中央草地因為地表植被的遮蔽效果，能夠減少陽光直射與地表升溫，使水分蒸發較慢，也能減少風將水分帶走的速度，保持較高的相對濕度，所以即使在空曠處，草地的平均相對濕度也會比PU地稍微高一些。
3. 菜園和大辦後花園都有植被覆蓋，但平均相對濕度卻都偏低，是因為早上太陽剛升起，氣溫較低，空氣中的水氣容易凝結成露水，但是當陽光持續照射，溫度升高，空氣中的飽和含水量增加，相對濕度就會下降。(以下詳細說明)

$$***\text{相對濕度} (\%) = (\text{實際水氣含量} \div \text{飽和含水量}) \times 100\%$$

***空氣的飽和含水量：指的是在特定溫度與壓力下，空氣能夠容納的最多水氣量，超過這個量，水氣就會凝結成水滴或霧。而溫度越高，空氣中的分子運動越劇烈，可以容納更多的水氣，因此飽和含水量增加。

***水氣含量：指的是空氣內真正含有的水蒸氣質量，不管是否達到飽和。

4. 總結：當陽光照射時溫度上升，空氣的飽和含水量增加，但如果沒有額外的水氣補充，相對濕度就會下降。而菜園和大辦後花園風速都較低，因此沒有額外的水氣進入，即使植物透過氣孔進行蒸騰作用，釋放水分到空氣中，但仍有微風會帶走水氣，使水蒸氣不會積聚在局部區域，而是擴散到更廣的空間，使該處的實際水氣含量減少，相對濕度降低。所以當陽光持續照射而升溫時，飽和含水量增加，如果水氣含量不變，相對濕度也會降低；如果水分蒸發，但有微風使得水氣擴散到他處，相對濕度仍可能降低。



發現：平均風速最大是A(操場中央PU地)、B(操場中央草地)，最低是K(菜園)、E(籃球場)、F(大辦後花園)，而且離建築物距離較遠且空曠的地點平均風速較強。

討論：

1. 操場中央四周空曠無遮擋，而菜園、籃球場、大辦後花園旁邊皆有建築物和樹木，直接減少風的流動速度，導致風速明顯降低。所以離建築物距離較遠，平均風速較強。中庭雖然在建築物包圍區內，但四周離建築物都有一段距離，所以在此區域中風速較強。

(三)繪製校園微氣候地圖：

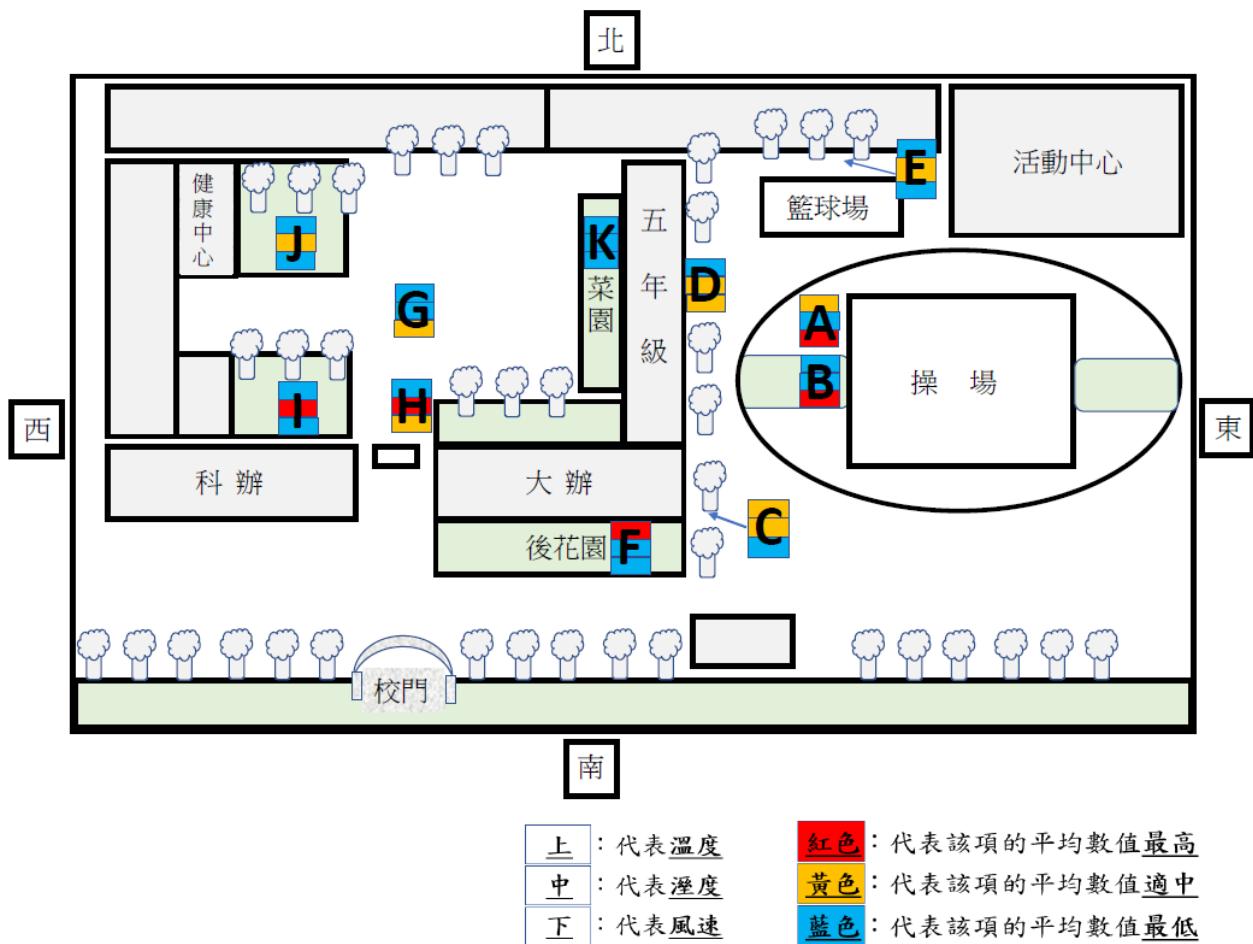
方法：

- 將各地點的平均溫度、平均溼度、平均風速各分成3個等級，分別是：

	溫度	溼度	風速
高	24.05 ~ 23.48	69.3 ~ 65.2	2.08 ~ 1.59
適中	23.47 ~ 23.12	65.1 ~ 61.3	1.58 ~ 1.09
低	22.64 ~ 23.11	61.2 ~ 57.1	1.08 ~ 0.59

- 依據所測得校園各地點的資料，標示校園各地點的微氣候。

此圖片由作者親自製作



研究二 研究風速對校園微氣候的影響，特別是風速對溫度、濕度的變化情況。

說明：「九降風」是臺灣的地方氣候名詞，沒有一個科學標準的風速定義，因此本研究以校園調查期間 2 個月的平均風速為標準，探究校園風大的時候，各地點的變化。

(一)以離學校最近的氣象站為背景資料，比較校內外的差異，排除大範圍氣候變化的影響。

方法一：選擇離學校約 2.4 公里的龍鳳氣象站，將 2024/11/05 到 2024/12/27 的早上 8 時、中午 12 時、傍晚 5 時的溫度、溼度、平均風速加以平均，並和校園內平均比較。

結果：龍鳳氣象站 2 個月的平均風速為 4.08m/s，高於 4.08m/s 的日子有 17 天(以紅字粗體表示)。校園調查 2 個月的平均風速為 1.17m/s，高於 1.17m/s 的日子有 16 天(以黑字粗體底線表示)。如表 2-3、圖 2-3、圖 2-4、圖 2-5：

表 2-3

日期	龍鳳 平均 風速	校園 平均 風速	龍鳳 平均 溫度	校園 平均 溫度	龍鳳 平均 溼度	校園 平均 溼度	日期	龍鳳 平均 風速	校園 平均 風速	龍鳳 平均 溫度	校園 平均 溫度	龍鳳 平均 溼度	校園 平均 溼度
2024/11/05	6.57	2.73	24.1	26.5	80.0	65.0	2024/12/03	2.10	0.81	22.0	25.8	75.3	54.4
2024/11/06	8.70	2.91	22.7	25.4	64.3	57.2	2024/12/04	3.50	1.38	23.0	25.2	63.0	49.8
2024/11/07	6.63	2.66	23.1	24.8	70.3	59.2	2024/12/05	2.87	0.71	22.2	24.9	68.3	52.0
2024/11/08	5.40	1.79	23.6	25.5	79.3	61.4	2024/12/06	2.00	0.72	21.7	25.6	75.3	56.3
2024/11/11	4.97	1.73	25.0	26.2	83.0	67.3	2024/12/09	2.90	0.75	20.8	24.6	65.0	49.5
2024/11/12	3.93	1.21	25.9	27.8	85.0	68.5	2024/12/10	2.90	0.62	20.3	23.8	82.3	62.3
2024/11/13	2.50	0.23	25.8	28.6	89.0	70.0	2024/12/11	3.10	0.82	21.2	24.1	81.7	68.9
2024/11/14	1.30	0.19	25.6	27.7	90.3	76.1	2024/12/12	5.33	1.45	19.2	20.8	77.0	61.5
2024/11/15	2.23	0.17	24.6	27.7	93.7	76.3	2024/12/13	4.07	0.77	17.8	19.9	89.3	78.8
2024/11/18	8.13	1.30	21.7	26.5	76.3	68.9	2024/12/16	3.07	1.20	15.9	17.7	65.3	53.5
2024/11/19	4.57	1.17	21.3	23.1	78.7	65.8	2024/12/17	2.37	0.90	18.2	20.8	75.0	57.1
2024/11/20	4.13	0.77	22.2	24.2	86.0	64.6	2024/12/18	6.10	1.11	17.1	18.9	59.7	48.9
2024/11/21	4.83	1.10	20.1	23.7	88.7	70.5	2024/12/19	4.70	1.72	14.3	15.4	69.0	54.1
2024/11/22	5.33	1.85	21.5	23.8	75.3	58.4	2024/12/20	3.73	0.92	16.9	18.8	78.7	66.5
2024/11/25	2.07	0.62	23.5	24.7	85.7	63.8	2024/12/23	3.30	0.86	16.8	18.2	76.0	66.2
2024/11/26	4.93	2.05	19.9	20.7	81.3	62.4	2024/12/24	4.57	1.42	18.3	19.4	79.3	68.7
2024/11/27	4.03	1.07	19.1	22.4	58.0	48.5	2024/12/25	3.13	0.78	17.9	19.3	95.7	73.3
2024/11/28	3.23	1.47	18.6	21.2	64.3	46.6	2024/12/26	4.03	0.98	19.2	20.5	81.0	70.6
2024/11/29	4.10	1.07	17.9	20.8	54.0	41.8	2024/12/27	4.35	1.02	18.2	20.0	78.0	65.9
2024/12/02	3.47	0.70	20.9	23.6	86.0	64.5	總平均	4.08	1.17				

圖2-3 校內外溫度差異

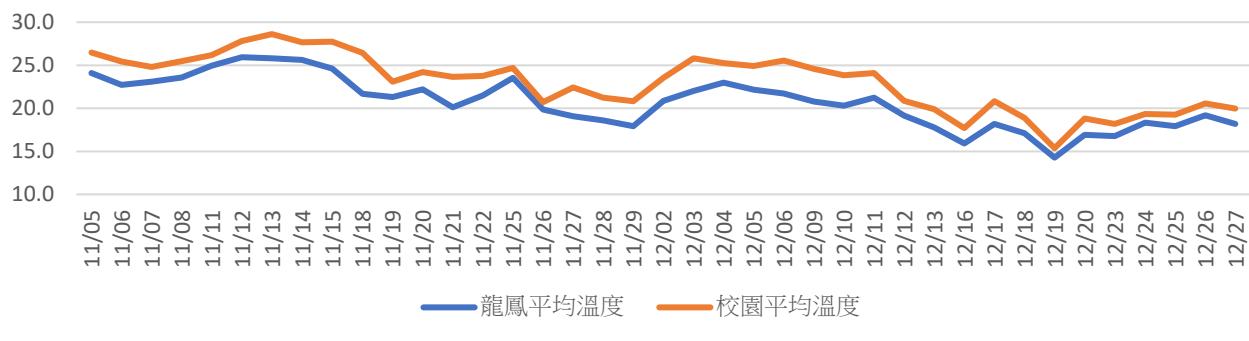


圖2-4 校內外溼度差異

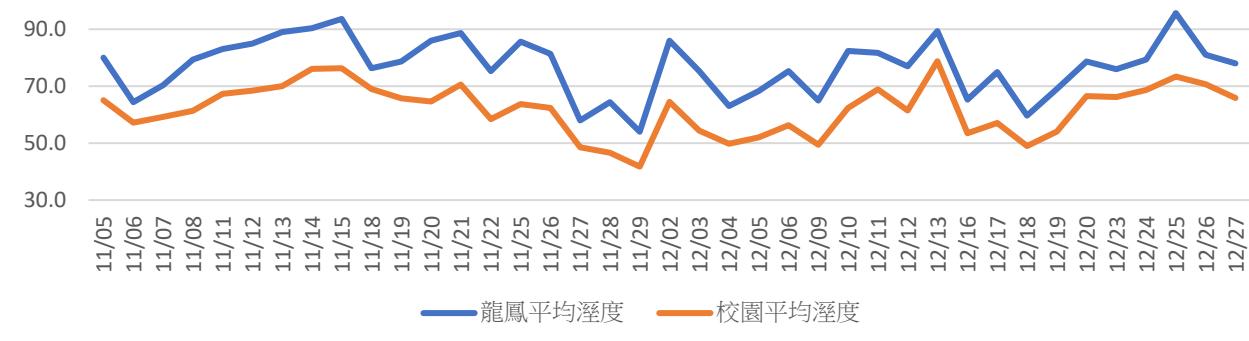
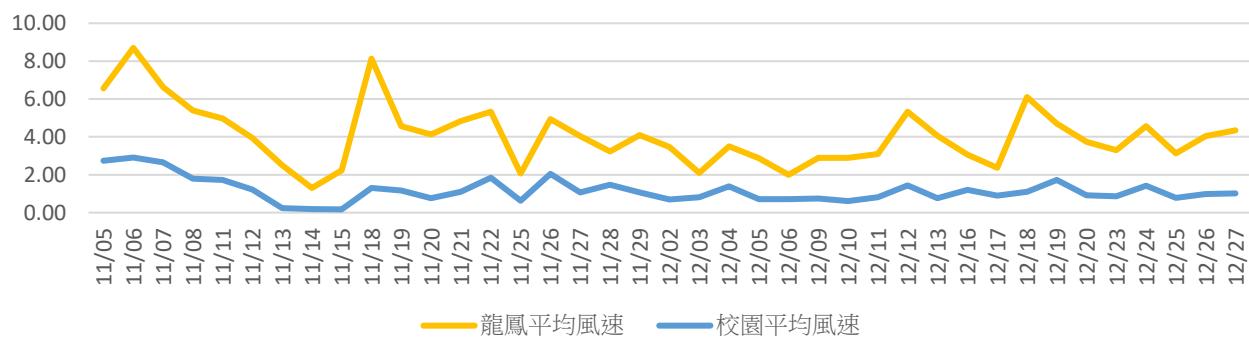


圖2-5 校內外風速差異



2-3~5 圖片由作者親自製作

發現與討論：

	龍鳳氣象站	校園	說明與可能原因
溫度	溫度較低	溫度較高，與龍鳳氣象站的差異趨勢同步。	校園受「熱島效應」與人工鋪面地表吸熱影響。 某些日子如：11/25、12/19 等差值趨近於零，顯示微氣候效應減弱。

	龍鳳氣象站	校園	說明與可能原因
濕度	濕度較高（接近海邊）	濕度較低	校園風速低使水氣不易擴散，且地面材質（如磚地、PU 地）加速水分蒸發。
風速	平均風速較高，約比校園高 2.91 m/s	平均風速較低、變化幅度小	校園的建築物、地形阻礙風流，導致風速降低，波動較小。

方法二：計算出龍鳳氣象站和校園內每個時間的差值(差值=校園 - 龍鳳氣象站)。

結果：龍鳳氣象站和校園內每個時間的差值，如表 2-4、表 2-5：

表 2-4											
日期	平均溫度差值	平均溼度差值	平均風速差值	日期	平均溫度差值	平均溼度差值	平均風速差值	日期	平均溫度差值	平均溼度差值	平均風速差值
11/05	2.39	-14.97	-3.83	11/22	2.28	-16.94	-3.48	12/11	2.87	-12.76	-2.28
11/06	2.70	-7.18	-5.79	11/25	1.17	-21.91	-1.44	12/12	1.68	-15.48	-3.89
11/07	1.68	-11.09	-3.97	11/26	0.85	-18.97	-2.88	12/13	2.13	-10.58	-3.30
11/08	1.89	-17.94	-3.61	11/27	3.35	-9.48	-2.97	12/16	1.81	-11.82	-1.86
11/11	1.20	-15.73	-3.23	11/28	2.63	-17.76	-1.77	12/17	2.66	-17.91	-1.47
11/12	1.88	-16.52	-2.72	11/29	2.90	-12.24	-3.03	12/18	1.78	-10.73	-4.99
11/13	2.82	-19.03	-2.27	12/02	2.68	-21.52	-2.77	12/19	1.10	-14.91	-2.98
11/14	2.04	-14.26	-1.11	12/03	3.79	-20.97	-1.29	12/20	1.87	-12.15	-2.82
11/15	3.14	-17.41	-2.06	12/04	2.27	-13.18	-2.12	12/23	1.40	-9.85	-2.44
11/18	4.78	-7.39	-6.83	12/05	2.74	-16.30	-2.15	12/24	1.02	-10.64	-3.15
11/19	1.78	-12.91	-3.39	12/06	3.82	-19.00	-1.28	12/25	1.35	-22.33	-2.35
11/20	2.02	-21.36	-3.36	12/09	3.81	-15.55	-2.15	12/26	1.35	-10.36	-3.06
11/21	3.56	-18.12	-3.74	12/10	3.52	-20.00	-2.28	12/27	1.77	-12.14	-3.33

表 2-5			
	平均溫度差值	平均溼度差值	平均風速差值
最大差值	4.78	-22.33	-6.83
最小差值	0.85	-7.18	-1.11

發現與討論：

項目	平均值		趨勢解釋
平均溫度差值	2.32°C	龍鳳 > 校園	校園環境較涼爽、微氣候顯著
平均溼度差值	-15.2%	龍鳳 < 校園	校園濕度偏高，可能因植栽與水體
平均風速差值	-2.85 m/s	龍鳳 < 校園	校園內部風速較強，建築物風道效應

(二)計算校園11、12月的平均風速，找出風強、風弱的日子。

方法：利用調查期間(11、12月上課日)的每日平均風速，計算出2個月的平均風速，並找出風強、風弱的日期，若當天平均風速在2個月的平均風速以上則為風強的日子(畫底線)；若當天平均風速在2個月的平均風速以下則為風弱的日子。

結果：整理如表2-1

表 2-1 2024/11/5-2024/12/27 每日平均風速							
日期	平均風速	日期	平均風速	日期	平均風速	日期	平均風速
2024/11/05	<u>2.73</u>	2024/11/19	<u>1.17</u>	2024/12/03	0.81	2024/12/17	0.90
2024/11/06	<u>2.91</u>	2024/11/20	0.77	2024/12/04	<u>1.38</u>	2024/12/18	1.11
2024/11/07	<u>2.66</u>	2024/11/21	1.10	2024/12/05	0.71	2024/12/19	<u>1.72</u>
2024/11/08	<u>1.79</u>	2024/11/22	<u>1.85</u>	2024/12/06	0.72	2024/12/20	0.92
2024/11/11	<u>1.73</u>	2024/11/25	0.62	2024/12/09	0.75	2024/12/23	0.86
2024/11/12	<u>1.21</u>	2024/11/26	<u>2.05</u>	2024/12/10	0.62	2024/12/24	<u>1.42</u>
2024/11/13	0.23	2024/11/27	1.07	2024/12/11	0.82	2024/12/25	0.78
2024/11/14	0.19	2024/11/28	<u>1.47</u>	2024/12/12	<u>1.45</u>	2024/12/26	0.98
2024/11/15	0.17	2024/11/29	1.07	2024/12/13	0.77	2024/12/27	1.02
2024/11/18	<u>1.30</u>	2024/12/02	0.70	2024/12/16	<u>1.20</u>	平均風速	1.17

發現：

- 學校在 2024 年 11、12 月的平均風速約 1.17m/s。
- 平均風速達 1.17m/s 以上的日子有 16 天(畫底線做記號)，平均風速未達 1.17 m/s 有 23 天。

(三)依據校園實測所得資料，探討風速高於平均風速時，校園各地點的微氣候變化。

說明：本研究中風的強弱是以學校 2 個月(2024 年 11、12 月)平均風速 1.17m/s 為標準。

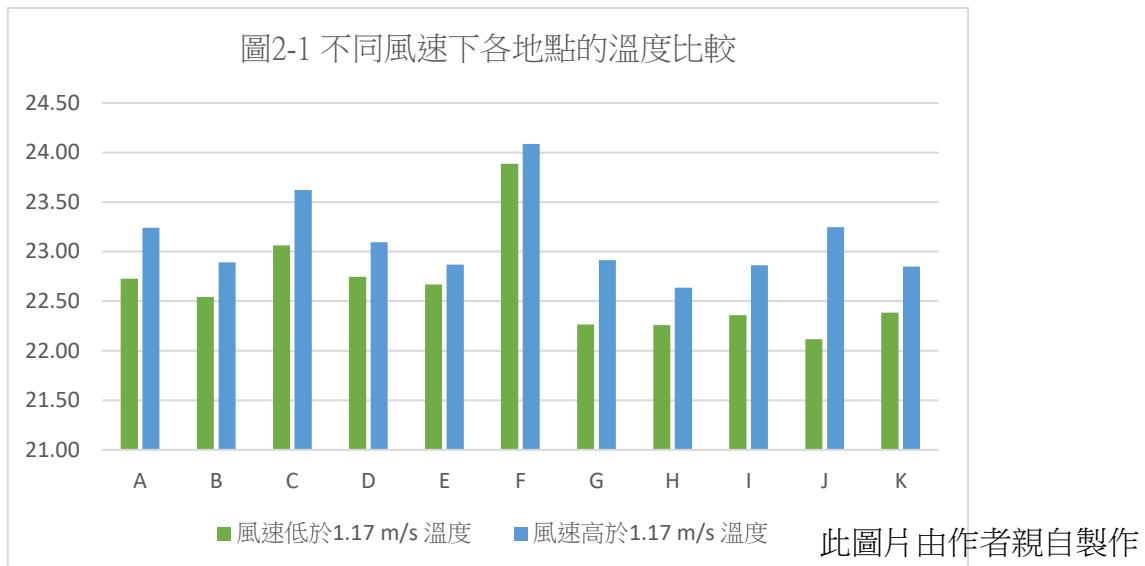
方法：依據校園各地點的實測所得資料，分別統計校園各地點在風強或風弱的日子，溫度、濕度的差異。

結果：整理如表 2-2、圖 2-1、圖 2-2、圖 2-3

表 2-2 風速 1.17m/s 上下，各地點的平均溫度、平均濕度

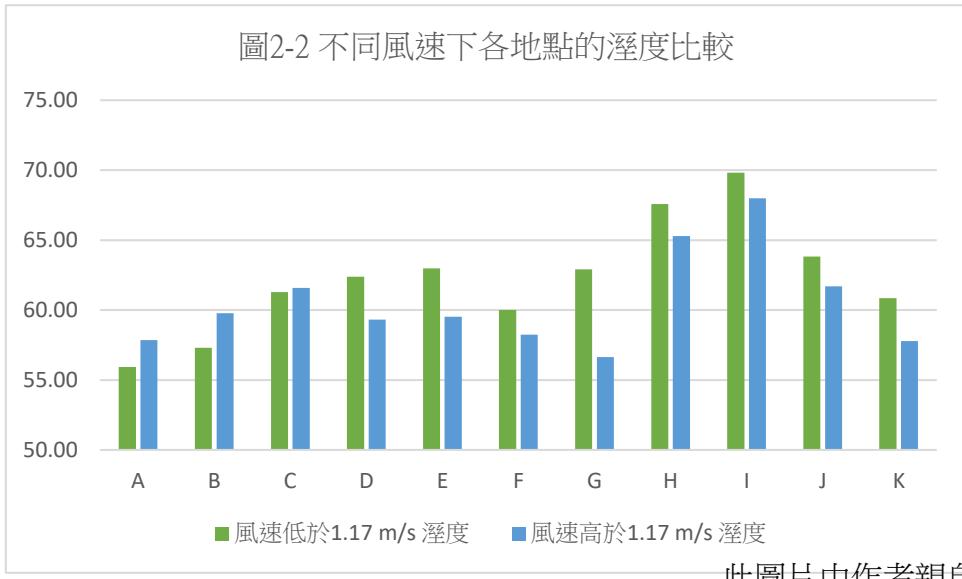
		風速低	風速高	風速低	風速高
地點	環境特徵	溫度	溫度	濕度	濕度
A 操場中央 PU 地	空曠處 四周 40 公尺內無遮蔽、PU 地。	22.73	23.24	55.93	57.85
B 操場中央草地	空曠處 四周 40 公尺內無遮蔽、草地。	22.54	22.89	57.29	59.77
C 木麻黃樹下	空曠處(建築物旁) 樹下、東曬、泥土地。	23.06	23.62	61.27	61.58
D 五年級後牆	空曠處(建築物旁) 樹旁但枝葉稀疏，東曬，PU 地。	22.75	23.10	62.38	59.31
E 籃球場	空曠處(建築物旁) 大樹下枝葉茂密，陽光斜射或無日照。	22.67	22.87	62.98	59.52
F 大辦後花園	空曠處(建築物旁) 日照充足，灌木叢、樹下、草地。	23.89	24.09	60.00	58.23
G 中庭	建築物包圍(中央) 磚地、四周無遮蔽、全日照。	22.26	22.91	62.90	56.65
H 穿堂	建築物包圍(建築物旁) 出入口，磚地、大樹旁。	22.26	22.64	67.58	65.29
I 科辦前	建築物包圍(建築物旁) 大樹下枝葉茂密，泥土地，無日曬。	22.36	22.86	69.82	68.00
J 健康中心	建築物包圍(建築物旁) 草地、有樹但枝葉稀疏。	22.12	23.25	63.83	61.69

K 菜園	建築物包圍(建築物旁) 花圃、泥土地、西曬。	22.39	22.85	60.86	57.77
---------	---------------------------	-------	-------	-------	-------



發現與討論：

- 大多數地點在風速高於 1.17m/s 時的溫度會略高於風速低於 1.17m/s 時的溫度，顯示風速對溫度有輕微升溫的影響，可能是因為氣流促進了熱交換或其他環境因素所致。
- F(大辦後花園)在兩種風速下的溫度皆為最高，且相差不大，顯示風速對溫度影響相對有限。此處的植被在日照下會吸收熱能並緩慢釋放，再加上緊鄰建築牆體，反射太陽光與熱量，額外加溫周邊區域，所以即便風速增加，植被和建築環境效應還是主導了溫度變化。
- J(健康中心後)在低風速時溫度最低。此處雖有部分日照，但陽光不持續直射，且植被和建築物遮陰，使該區在無風時「冷空氣積聚」，當風速升高，溫度也迅速上升，顯示該區的溫度極易受到風速變化影響。
- E(籃球場旁)在兩種風速下的溫度相差不大，因此處是強遮蔽低日照環境，環境條件使得整體溫度偏低，而高風速下略有升溫但不明顯，顯示此處為「穩定微氣候區」。



此圖片由作者親自製作

發現與討論：

- 大多數地點風速越大 → 濕度越低，當風速升高後濕度普遍下降。可能因為高風速加速水氣蒸散或加快空氣交換，降低局部空氣中的相對濕度。
- A、B(操場中央 PU 地、草地)濕度隨風速上升較多，可能是這些地點本身空曠，無法形成封閉水氣累積區域，當風速增加會帶來外部水氣。
- C(木麻黃樹下)因泥土地水氣易蒸發，低風速時水氣滯留於地表附近，但高風速時來自鄰近植物或濕區的濕氣流動至此。
- H(科辦前)、I(健康中心後)濕度較高，尤其 I(健康中心後)濕度最高，應該是因為此處皆是遮蔭且泥土地或樹下潮濕區域。
- G(中庭)的濕度變化最明顯，可能因為日照強、無植被，風速會加快水氣流失。

結論：

- 大部分地點在高風速時，校園環境溫度會略微上升。
- 大部分地點在高風速時濕度下降，代表風速提升有助於降低濕度。

研究三 評估校園各區域、各時間的體感溫度，並分析溫度、溼度、風速和體感溫度的關係。

(一)評估校園內各區域、各時間的體感溫度。

方法：依據校園各地點的實測資料，利用公式計算各地點、各時段的體感溫度。

說明：本文中的體感溫度公式來自交通部中央氣象署網站

$$\text{體感溫度} = 1.04T + 0.2 \times e - 0.65 \times V - 2.7$$

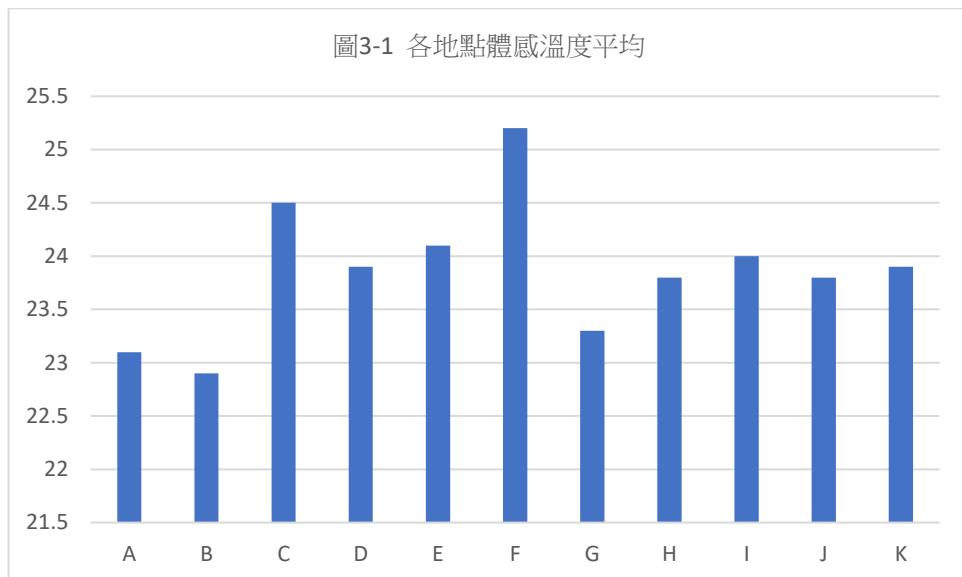
$$e : \frac{RH}{100} \times 6.105 \times \exp\left(\frac{17.27 \times T}{237.7 + T}\right)$$

T(氣溫)單位°C，e(水氣壓)單位hPa，V(風速)單位 m/sec，RH(相對溼度)單位%

此圖片由作者親自製作

結果：如表 3-1、圖 3-1、圖 3-2

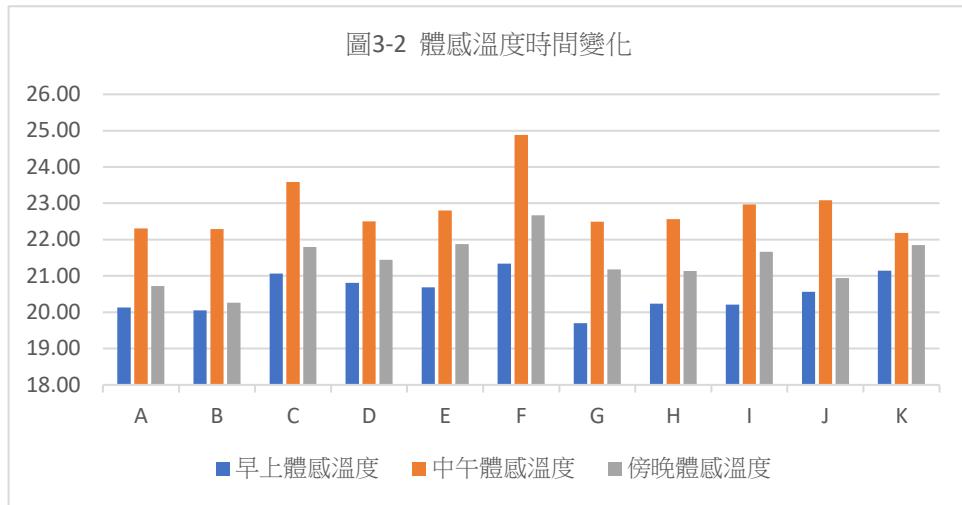
表 3-1 校園各地點、各時段 體感溫度						
地點	環境特徵	早	午	晚	平均	
A 操場中央 PU 地	空曠處 四周 40 公尺內無遮蔽、PU 地。	20.13	22.30	20.73	23.1	
B 操場中央草地	空曠處 四周 40 公尺內無遮蔽、草地。	20.05	22.29	20.26	22.9	
C 木麻黃樹下	空曠處(建築物旁) 樹下、東曬、泥土地。	21.07	23.59	21.79	24.5	
D 五年級後牆	空曠處(建築物旁) 樹旁但枝葉稀疏，東曬，PU 地。	20.81	22.50	21.44	23.9	
E 籃球場	空曠處(建築物旁) 大樹下枝葉茂密，陽光斜射或無日照。	20.69	22.80	21.88	24.1	
F 大辦後花園	空曠處(建築物旁) 日照充足，灌木叢、樹下、草地。	21.34	24.88	22.67	25.2	
G 中庭	建築物包圍(中央) 磚地、四周無遮蔽、全日照。	19.70	22.50	21.18	23.3	
H 穿堂	建築物包圍(建築物旁) 出入口，磚地、大樹旁。	20.24	22.56	21.13	23.8	
I 科辦前	建築物包圍(建築物旁) 大樹下枝葉茂密，泥土地，無日曬。	20.21	22.97	21.67	24.0	
J 健康中心	建築物包圍(建築物旁) 草地、有樹但枝葉稀疏。	20.56	23.08	20.94	23.8	
K 菜園	建築物包圍(建築物旁) 花圃、泥土地、西曬。	21.14	22.19	21.85	23.9	



發現與討論：

此圖片由作者親自製作

1. 全校各地點的平均體感溫度都在22-25°C之間。全球暖化，氣溫較往年溫暖，進一步影響校園各區的體感溫度。校園整體環境雖然沒有極端高溫或低溫，但不同區域仍有明顯的溫度差異，顯示環境因素對風速的影響間接也使得體感溫度影響較明顯。
2. A(操場中央PU地)、B(操場中央草地)和G(中庭)的平均體感溫度較低。這三個地方都屬於相對開放的空間，早晨時輻射冷卻作用明顯，且風速較高帶走熱量，使體感溫度降得更低。
3. F(大辦後花園)、C(木麻黃樹下)的平均體感溫度較高。平時這2個地方風速不大，影響溫度最主要因素是日照，因此體感溫度較高。



此圖片由作者親自製作

發現與討論：

- 所有區域中午體感溫度普遍高於早上與傍晚，顯示日照為主導升溫因素。
- G(中庭)的早晨體感溫度最冷，平均只有19.7°C。中庭因為建築物包圍導致冷空氣容易聚集，晚上的冷空氣滯留，再加上地板為磚地，夜間散熱快，到了早晨時仍然低溫，較高的風速進一步降低體感溫度。
- 因為受日照強烈影響，F(大辦後花園)中午體感溫度最高，而且有泥土花草的早晨較涼，白天日照充足升溫，使得早中晚體感溫度差異也最大。
- K(菜園)的早中晚體感溫度差異最小、穩定，大約都在21、22°C左右。此處風速不高，受風的影響較小，又有土壤與植物水分較多，可以緩衝氣溫變化，即使白天溫度也不高，使體感溫度變化很小。
- 將各地點體感溫度分級如下：

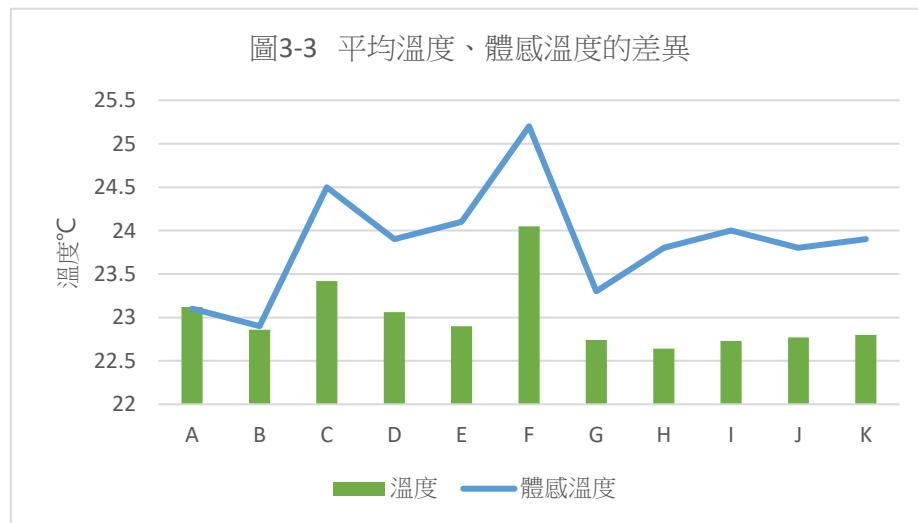
	地點描述	體感溫度分類	早午晚差異	體感溫度範圍 (°C)
A	操場中央PU地	稍微偏冷		低於 23.5°C
B	操場中央草地	稍微偏冷		低於 23.5°C
G	中庭	稍微偏冷		低於 23.5°C
F	大辦後花園	偏高	差異最大	高於 24.5°C
C	木麻黃樹下	偏高		高於 24.5°C
D	五年級後牆	適中		23.5°C ~ 24.5°C

	地點描述	體感溫度分類	早午晚差異	體感溫度範圍 (°C)
E	籃球場旁	適中		23.5°C ~ 24.5°C
H	穿堂	適中		23.5°C ~ 24.5°C
I	科辦前	適中		23.5°C ~ 24.5°C
J	健康中心	適中		23.5°C ~ 24.5°C
K	菜園	適中	體感穩定	23.5°C ~ 24.5°C

(二) 分析各地點平均溫度、平均溼度、平均風速和體感溫度的關係。

方法：依實測數據資料，比較各地點平均溫度、平均溼度、平均風速和體感溫度的差異

結果：如圖3-3、圖3-4；圖3-5



此圖片由作者親自製作

發現與討論：

1. 體感溫度大多高於平均溫度。
2. F(大辦後花園)的溫度與體感溫度都最高，顯示除了溫度本身，此處應該也是濕度高或通風差，導致人感覺更熱。
3. G(中庭)的溫度與體感皆為最低，應該是受到四周建築物包圍，遮擋日照，減少陽光長時間直接照射地表，且風速高，讓人在這裡感受到明顯的涼爽。
4. A(操場中央 PU 地)、B(操場中央草地)雖然因為直接日照且時間長、氣溫高，但因為風大、濕度低，人實際感受到的熱度反而沒那麼高。

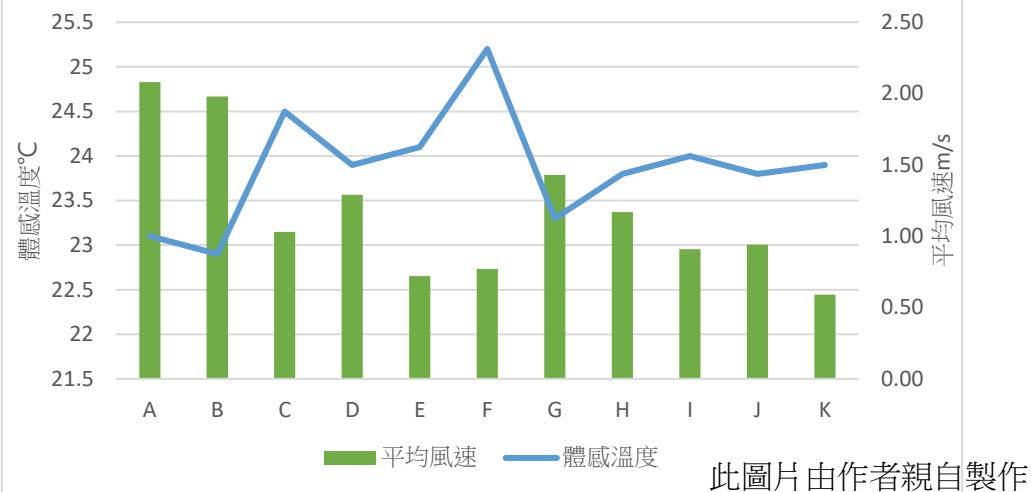
5. C(木麻黃樹下)、E(籃球場)、H(穿堂)、I(科辦前)、J(健康中心)、K(菜園)的體感溫度都高於實際溫度 1°C 以上，代表濕度偏高或風速不足等因素讓人感覺稍微悶熱。尤其 H、I、J 的溼度都較高、風速不高，體感溫度和平均溫度差異更大。



發現與討論：

- 整體上，濕度高的地點對應體感溫度都偏高，但又非絕對，例如：F(大辦後花園)濕度低但體感高，可能因為氣溫高或風速低。
- H(穿堂)、I(科辦前)濕度最高，但體感溫度並未最高，可能因為風速適中且通風，能幫助水氣擴散，讓人感覺「空氣雖濕，但不悶」。所以濕度雖會影響體感溫度，但不是唯一因素。
- C(木麻黃樹下)、F(大辦後花園)濕度中等，但體感溫度偏高，可能因為平均溫度較高且風速低。
- G(中庭)濕度低，體感溫度也偏低，可能因為此處風速較高而覺得涼爽。
- A(操場中央 PU 地)、B(操場中央草地)濕度低、風速強，加速人體的汗液蒸發、散熱，所以會降低體感，雖然此處溫度高，但熱輻射被風吹乾而達到平衡。

圖3-5 平均風速、體感溫度的差異



發現與討論：

1. 風速高的地區多數伴隨體感溫度偏低，表示風速有降低體感溫度的效果，例如：F(大辦後花園)體感溫度最高，而該地風速偏低（約 0.9 m/s）。而風速最高的A(操場中央PU地)、B(操場中央草地)，其體感溫度則相對偏低。

結論：

1. 體感溫度不完全跟隨溫度變化，溫度對體感溫度有正相關（溫度越高，體感通常越高），但會受到其他因素如濕度與風速的修正。
2. 濕度高會抑制汗液蒸發，容易使人體覺得悶熱，但如果同時有遮蔭或風速大，會中和濕度的影響，所以濕度對體感溫度的影響是間接受環境條件調節的。
3. 風速與體感溫度呈負相關，風速越高，體感溫度越低，所以風速對體感溫度有強烈的降溫作用。
 - 高風速 → 散熱加快 → 體感溫度下降。
 - 低風速 → 空氣停滯 → 體感溫度升高。

肆、研究結果

一、探討校園內不同地點的微氣候特徵，包括溫度、濕度及風速等氣象參數。

1. 大辦後花園的日照強、風速低，所以平均溫度最高。
2. 建築物包圍的地方因為陽光、風被遮擋，溫度較低。
3. 穿堂、科辦前因為在建築物包圍區內，又靠近大樹和建築物，日照短、風速低，使得蒸發速度慢，能保持較高的濕度。
4. 菜園和大辦後花園因為低風速無法帶來其他地方的水氣，再加上陽光照射升溫後飽和含水量增加，所以該地點的相對溼度並不高。
5. 操場中央PU地、草地和中庭因為空曠、離建築物較遠，所以平均風速最高。

二、研究風速對校園微氣候的影響，特別是風速對溫度、濕度的變化情況。

1. 風速大於 1.17m/s 時，校園各地點溫度都會稍微升溫。
2. 風速大於 1.17m/s 時，校園內各地點的溼度都會下降，顯示風速提昇會降低溼度。

三、評估校園各區域、各時間的體感溫度，並分析溫度、溼度、風速和體感溫度的關係。

1. 全校各地點的中午，體感溫度都最熱。
2. 空曠區(操場中央PU地、草地)或離建築物較遠(中庭)的地點，體感溫度都會偏冷，日照充足且風速較低的地點，體感溫度較高。
3. 離建築物或樹木較近的地點(五年級後牆、籃球場旁、穿堂、科辦前、健康中心後、菜園)都屬於體感溫度較舒適的地點。
4. 溫度越高，體感溫度越高，但會受到其他因素的修正。
5. 環境不同會調節濕度，間接影響體感溫度。
6. 風速越高，體感溫度越低。

伍、未來研究方向

這次的校園微氣候研究已經有初步結果，下次可以改進研究方法並延伸研究方向，讓研究更深入：

- 一、植物與綠化對微氣候的影響：本次研究發現建築物和植物對微氣候的影響，下次可再深入研究不同樹種或植被所造成的微氣候差異，例如：哪一種樹木較擋風？哪一種樹下較涼爽？不同植被的蒸散速度…等，以結合校園綠建築、氣候變遷等議題。
- 二、探討季節變化對微氣候的影響：本次研究進行調查的時間是初冬季節，下次可從9月份開始，做9-12月的長時間調查，觀察不同季節的微氣候變化是否有差異。
- 三、增加測量點：這次的研究只在校園的戶外低處地點測量，下次可增加高樓層和其他地方的測量點，例如：不同樓層、走廊。
- 四、增加氣象因素：除了氣溫、濕度、風速，還可以加入日照時間、太陽方位、太陽輻射、風向…等數據，分析它們與校園微氣候的關聯。
- 五、人為活動的影響：下次可以進行人為活動對微氣候的影響，例如：比較課間休息與上課時的微氣候變化，看看人數多的地方是否溫度較高。冷氣室外機、飲水機等設備是否影響周圍氣溫，若發現某些地點過熱，也可以思考改善方案。

陸、參考文獻

- 一、交通部中央氣象署/氣象服務系列

<https://www.cwa.gov.tw/Data/knowledge/announce/service12.pdf>

- 二、交通部中央氣象署/氣象觀測系列

<https://www.cwa.gov.tw/Data/knowledge/announce/observe2.pdf>

- 三、香港天文台 <https://www.hko.gov.hk/tc/education/climate/general-climatology/00509-what-is-microclimate-.html>

- 四、衛生福利部國民健康署

<https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=577&pid=10742>

【評語】080502

研究主題與生活相關，也貼近學生平日上課時的感受。該團隊利用簡易設備(百葉箱與溫濕度計)的紀錄，探討氣候對校園溫度變化。研究之結果可以預期，如體感溫度不完全跟隨溫度變化，這與氣象局之公式類似。另外，在展示過程，評審對該團隊的合作默契印象深刻。建議未來測量的誤差也需要考慮。

作品海報



見微知著 大解謎

--探究校園微氣候的奧秘

壹、研究動機與目的

一、研究動機

自然課時教到「多變的天氣」，老師在課程中提到落山風、焚風和九降風。原來，同樣的東北季風，在臺灣北部會形成潮濕多雨的天氣，到了屏東會形成風力強大的落山風，到了竹苗地區會形成乾燥寒冷的九降風。每個地方的氣候都會受到該地的緯度、地形、海拔、水資源…等影響，就像學校裡的每個角落，氣候也會因為環境而有些微的不同。於是我們抱著好奇與想要一探究竟的心態進行了「校園微氣候」的研究。

貳、研究設備與器



簡易百葉箱：

我們使用四周都有孔洞的收納盒作為簡易百葉箱的主體，將溫濕度計放置其中，並用白色的瓦楞板當作遮雨遮陽的屋頂，再將其綁在大型回收籃和書桌上，如此，簡易百葉箱便在1公尺以上，避免地面熱氣影響觀測結果，並且保持箱內通風。

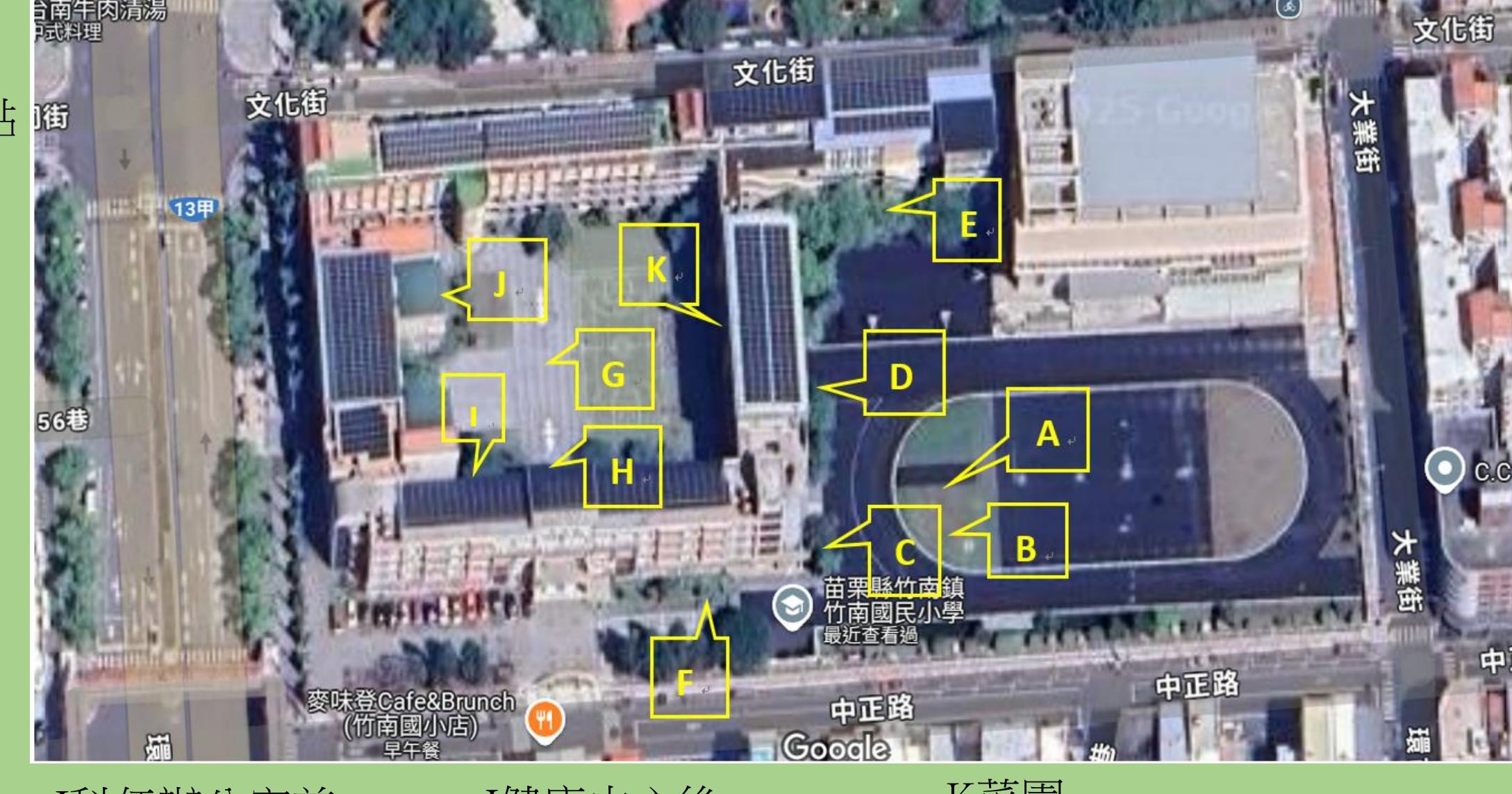
參、研究過程及方法

一、調查時間：113年11月5日到113年12月27日，每個上學日早上8點、中午12點半、傍晚5點

二、相關資料來源：交通部中央氣象署苗栗縣龍鳳氣象站

三、測量參數：溫度(°C)、相對濕度(%)、平均風速(m/s)

四、研究區域：選定校園內不同活動區域，分為空曠處及建築物包圍區，如圖：



肆、研究過程與討論

研究一 探討校園內不同地點的微氣候特徵，包括溫度、濕度及風速等氣象參數，並分析影響各地點微氣候的因素。

(一)方法：

調查校園內不同地點的溫度、相對濕度、平均風速，並依實測所得資料，分別將早午晚各時段氣溫、相對濕度及平均風速加以平均，找出各地點的微氣候特徵。

(二)結果：如圖1-1、圖1-2、圖1-3。

圖1-1 校園內各地點平均溫度



發現與討論：

- 大辦後花園風速低，且日照長，所以平均溫度最高。
- 中庭、穿堂等被建築物包圍的區域，因日照少、風速低，熱對流少，所以平均溫度都較低。

圖1-2 校園內各地點平均相對濕度



發現與討論：

- 科辦前和穿堂因建築物包圍且周圍樹木多，日照少、遮蔭多，相對濕度最高。
- 操場中央日照強、風大，濕度最低。操場中央草地又因有植被遮蔽，濕度略高於操場中央PU地。
- 菜園與大辦後花園因有花草和植被，早上露水多，日照後溫度升高，濕度偏低。

圖1-3 校園內各地點平均風速



發現與討論：

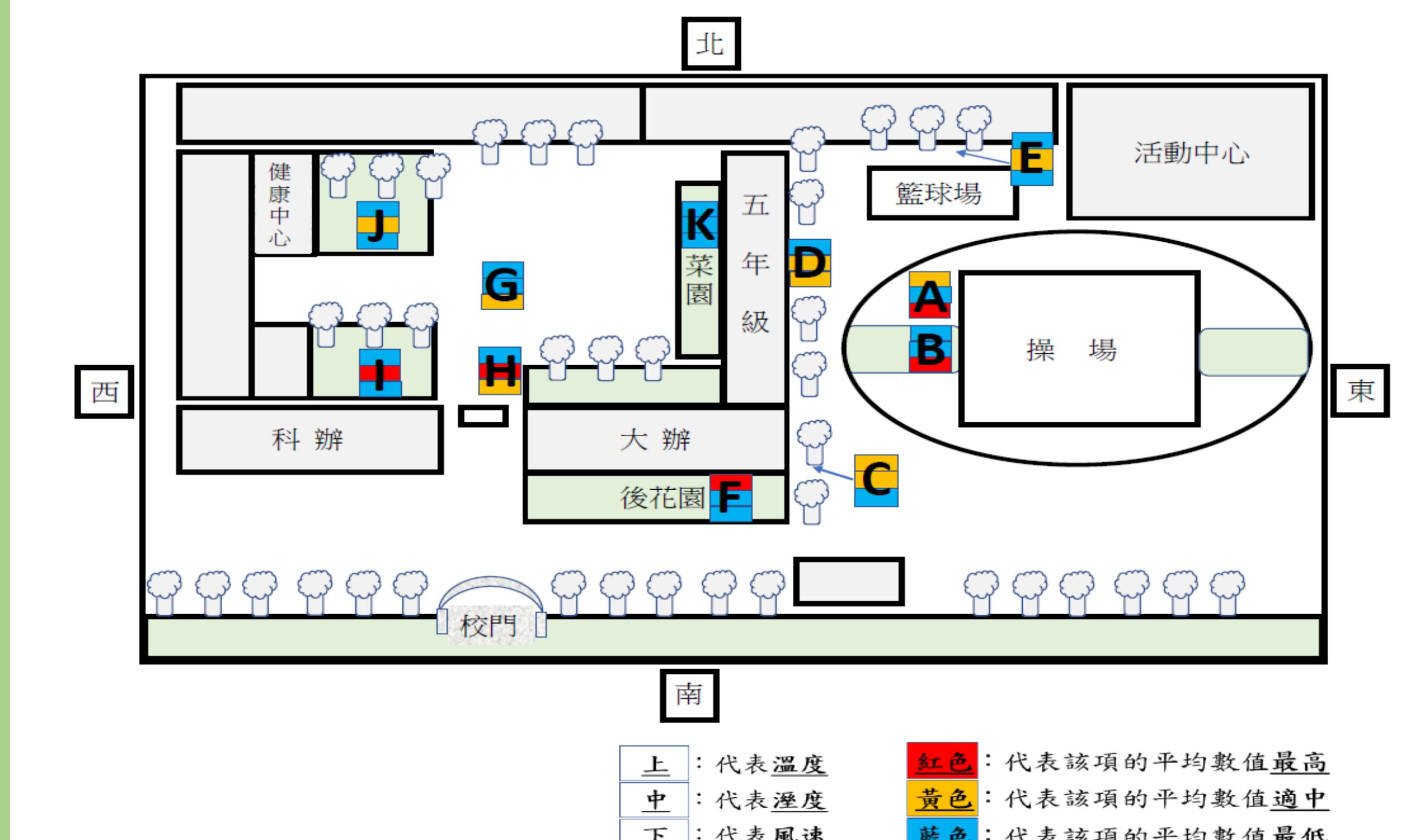
- A(操場中央PU地)、B(操場中央草地)因空曠無遮蔽，風速最大。
- K(菜園)、E(籃球場)、F(大辦後花園)因有建築或樹木阻擋，風速最小。
- G(中庭)雖在建築包圍區內，但離建築有距離，因此風速也較強。

相對濕度 (%) = (實際水氣含量 ÷ 飽和含水量) × 100%



風速低 → 無額外水氣補充 → 相對濕度下降
植物蒸騰作用釋放水氣 → 有微風使水氣擴散至他處 → 相對濕度下降

(三)繪製校園微氣候地圖：將各地點的平均溫度、平均濕度、平均風速各分成3個等級，再校園各地點的微氣候。



	溫度	溼度	風速
高	24.05 ~ 23.48	69.3 ~ 65.2	2.08 ~ 1.59
適中	23.47 ~ 23.12	65.1 ~ 61.3	1.58 ~ 1.09
低	23.11 ~ 22.64	61.2 ~ 57.1	1.08 ~ 0.59

研究二：研究風速對校園微氣候的影響，特別是風速對溫度、濕度的變化情況。

說明：「九降風」是臺灣的地方氣候名詞，沒有一個科學標準的風速定義，因此本研究以校園調查期間2個月的平均風速為標準，探究校園風大的時候，各地點的變化。

(一)以離學校最近的氣象站為背景資料，比較校內外的差異，排除大範圍氣候變化的影響。

方法：選擇離學校約2.4公里的龍鳳氣象站，將2024/11/05到2024/12/27的早上8時、中午12時、傍晚5時的溫度、濕度、平均風速加以平均，並和校園內平均比較。

結果：龍鳳氣象站2個月的平均風速為4.08m/s，高於4.08m/s的日子有17天。校內與附近氣象站的差異，如圖2-1、圖2-2、圖2-3：

圖2-1 校內外溫度差異

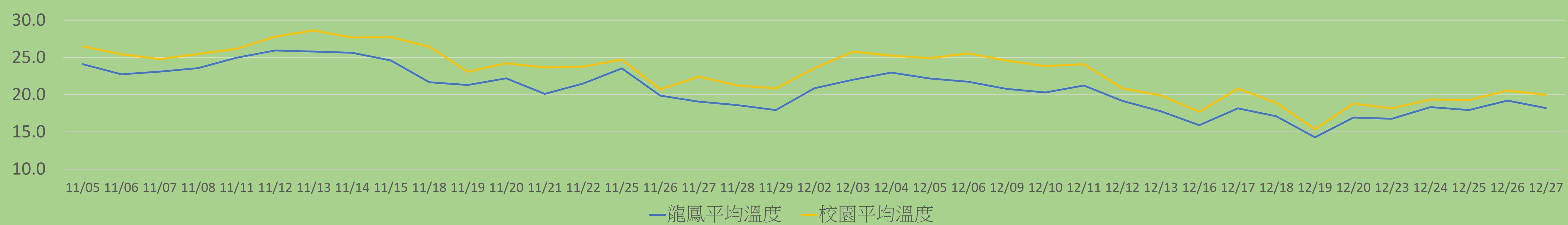


圖2-2 校內外濕度差異

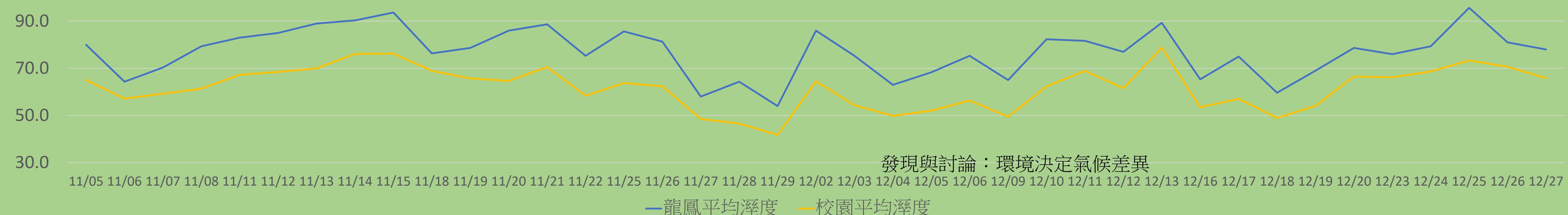
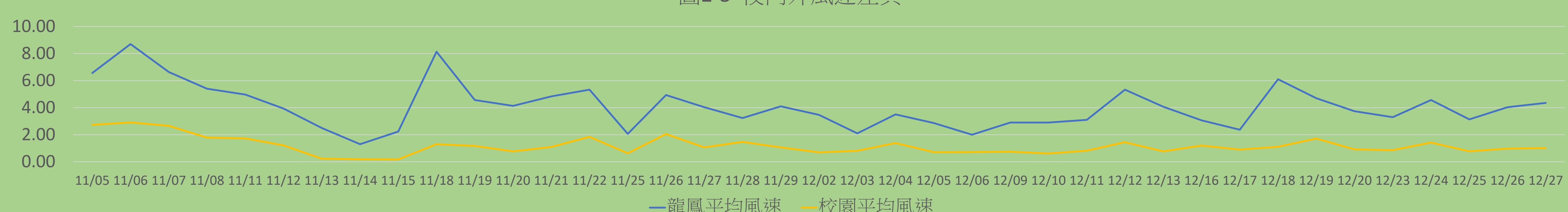


圖2-3 校內外風速差異



	平均差值	龍鳳氣象站	校園	說明與可能原因
溫度	2.32°C	溫度較低	溫度較高，與龍鳳氣象站的差異幾乎趨勢同步。	校園受「熱島效應」與人工鋪面地表吸熱影響。 11/26差值最小，顯示校園微氣候效應減弱。
濕度	-15.11%	濕度較高（較接近海邊）	濕度較低	校園風速低使水氣不易擴散，且地面材質（如磚地、PU地）加速水分蒸發。
風速	-2.91 m/s	平均風速較高	平均風速較低、變化幅度小	校園的建築物、地形阻礙風流，導致風速降低，波動較小。

(二)計算校園11、12月的平均風速，找出風強、風弱的日子。

方法：利用調查期間(11、12月上課日)的每日平均風速，計算出2個月的平均風速，並找出風強、風弱的日期，若當天平均風速在2個月的平均風速以上則為風強的日子；當天平均風速在2個月的平均風速以下則為風弱的日子。

結果：學校在2024年11、12月的平均風速約1.17m/s，如表2-1：

表2-1 2024/11/5-2024/12/27 每日平均風速							
日期	平均風速	日期	平均風速	日期	平均風速	日期	平均風速
2024/11/05	2.73	2024/11/19	1.17	2024/12/03	0.81	2024/12/17	0.90
2024/11/06	2.91	2024/11/20	0.77	2024/12/04	1.38	2024/12/18	1.11
2024/11/07	2.66	2024/11/21	1.10	2024/12/05	0.71	2024/12/19	1.72
2024/11/08	1.79	2024/11/22	1.85	2024/12/06	0.72	2024/12/20	0.92
2024/11/11	1.73	2024/11/25	0.62	2024/12/09	0.75	2024/12/23	0.86
2024/11/12	1.21	2024/11/26	2.05	2024/12/10	0.62	2024/12/24	1.42
2024/11/13	0.23	2024/11/27	1.07	2024/12/11	0.82	2024/12/25	0.78
2024/11/14	0.19	2024/11/28	1.47	2024/12/12	1.45	2024/12/26	0.98
2024/11/15	0.17	2024/11/29	1.07	2024/12/13	0.77	2024/12/27	1.02
2024/11/18	1.30	2024/12/02	0.70	2024/12/16	1.20	平均風速	1.17

(三)依據校園實測所得資料，探討風速高於平均風速(1.17m/s)時，校園各地點溫度、濕度的差異

發現：平均風速達1.17m/s以上的日子有16天，平均風速未達1.17 m/s有23天。

圖2-4 不同風速下各地點的溫度比較



圖2-5 不同風速下各地點的濕度比較



發現與討論：

- 多數地點，風速高 → 溫度略高，因為氣流促進熱交換，對溫度有輕微升溫的影響。
- 有植被又靠建築的地方（如F），會因吸熱與反射而維持高溫。
- 陰涼又無風的地方（如J），容易變冷，但一有風就升溫快。
- 遮蔽多又少日照的地點（如E），溫度穩定、不易受風影響。

發現與討論：

- 多數地點，風速越大 → 濕度越低，因為風會吹走水氣，使空氣變乾。
- 空曠地區（如A、B操場）風速增加會帶來外部水氣，使濕度上升。
- 泥土地、植物多、遮蔭區（如H、I）濕度高，即使風大時水氣也較容易留住。
- 中庭這種日照強、無遮蔽的地方，風速會加快水氣流失，使濕度降低。

研究三 評估校園各區域、各時間的體感溫度，並分析溫度、濕度、風速和體感溫度的關係。

(一)評估校園內各區域、各時間的體感溫度。

方法：依據校園各地點的實測資料，利用公式計算各地點、各時段的體感溫度。

說明：本文中的體感溫度公式來自交通部中央氣象署網站

結果：圖3-1、圖3-2

$$\text{體感溫度} = 1.04T + 0.2 \times e - 0.65 \times V - 2.7$$

$$e = \frac{RH}{100} \times 6.105 \times \exp\left(\frac{17.27 \times T}{237.7 + T}\right)$$

T(氣溫)單位°C, e(水氣壓)單位hPa, V(風速)單位 m/sec, RH(相對濕度)單位%

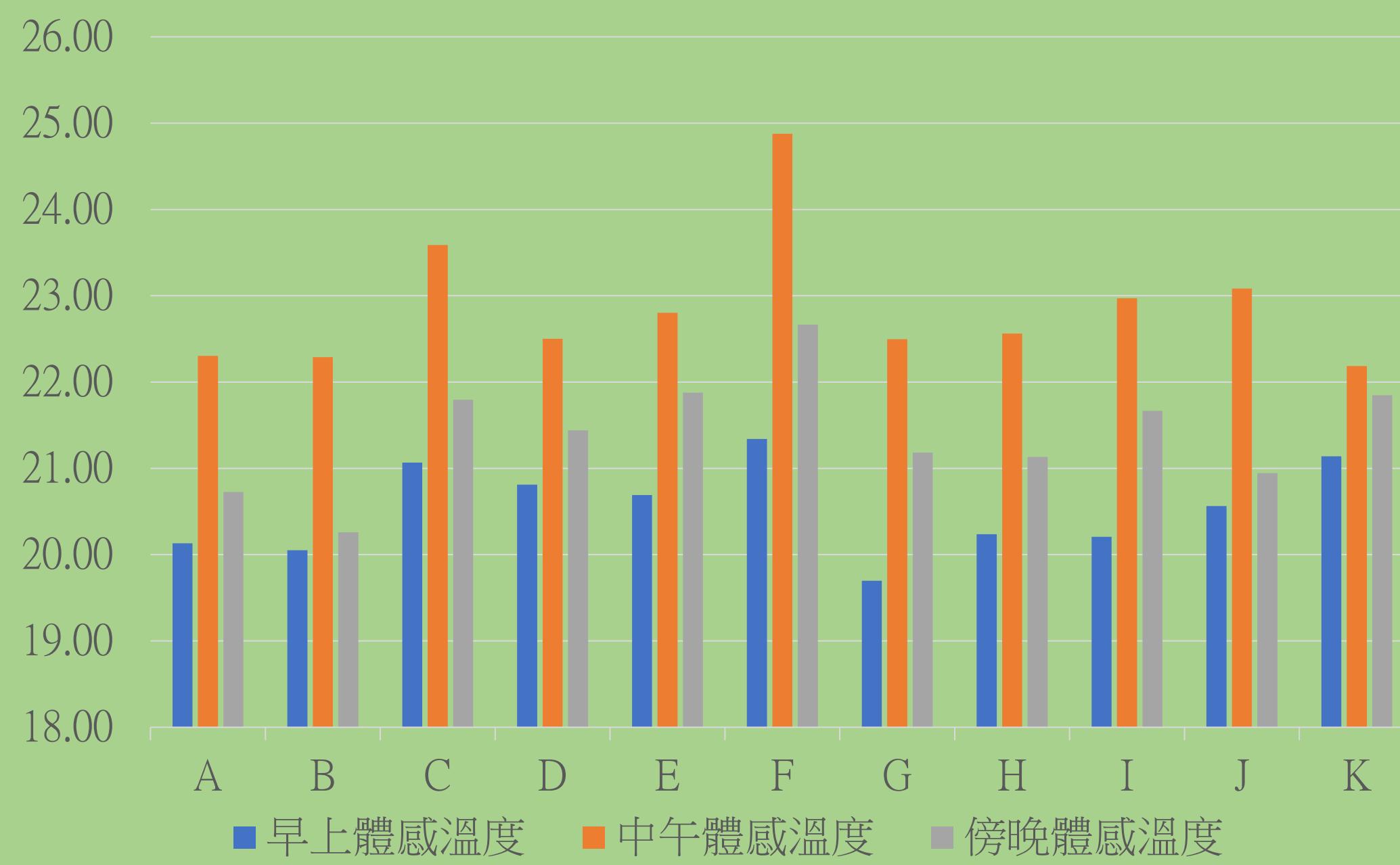
圖3-1 各地點體感溫度平均



發現與討論：

- 體感溫度整體偏暖，校園體感溫度大多在22-25°C，受全球暖化影響，但不同區域仍有明顯差異。
- 開放區域體感較低，如：A(操場中央PU地)、B(操場中央草地)及G(中庭)因輻射冷卻作用和風速高，早晨體感溫度較低。
- 日照強、風速低區域體感較高，如：F(大辦後花園)和C(木麻黃樹下)。

圖3-2 體感溫度時間變化



發現與討論：

- 所有區域中午體感溫度最高，顯示日照是主要升溫原因。
- G(中庭)早晨最冷，因建築包圍與磚地散熱快，加上早晨風速高，體感溫度僅約19.7°C。
- F(大辦後花園)溫差最大，因早晨較涼，中午日照強烈升溫明顯，早中晚體感溫度差異最大。
- K(菜園)因風速低、有土壤植物保濕作用，體感溫度穩定，早中晚差異最小。

將各地點體感溫度分級如右：

	地點描述	體感溫度分類	早午晚差異	體感溫度範圍 (°C)
A	操場中央PU地	稍微偏冷		低於 23.5°C
B	操場中央草地	稍微偏冷		低於 23.5°C
G	中庭	稍微偏冷		低於 23.5°C
F	大辦後花園	偏高	差異最大	高於 24.5°C
C	木麻黃樹下	偏高		高於 24.5°C
D	五年級後牆	適中		23.5°C ~ 24.5°C
E	籃球場旁	適中		23.5°C ~ 24.5°C
H	穿堂	適中		23.5°C ~ 24.5°C
I	科辦前	適中		23.5°C ~ 24.5°C
J	健康中心	適中		23.5°C ~ 24.5°C
K	菜園	適中	體感穩定	23.5°C ~ 24.5°C

(二) 分析各地點平均溫度、平均濕度、平均風速和體感溫度的關係。

方法：依實測數據資料，比較各地點平均溫度、平均濕度、平均風速和體感溫度的差異

結果：如圖3-3、圖3-4；圖3-5

圖3-3 平均溫度、體感溫度的差異

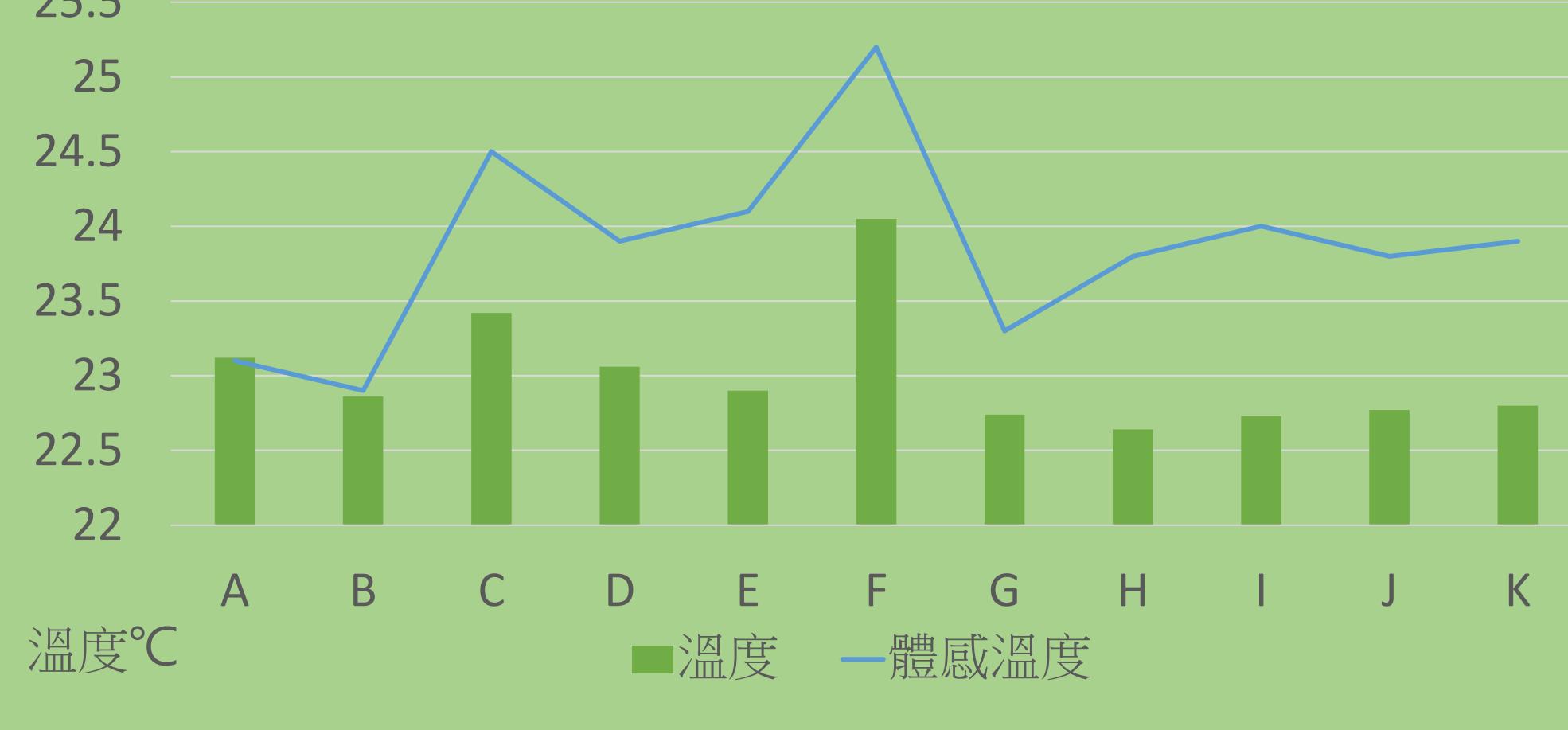


圖3-5 平均風速、體感溫度的差異

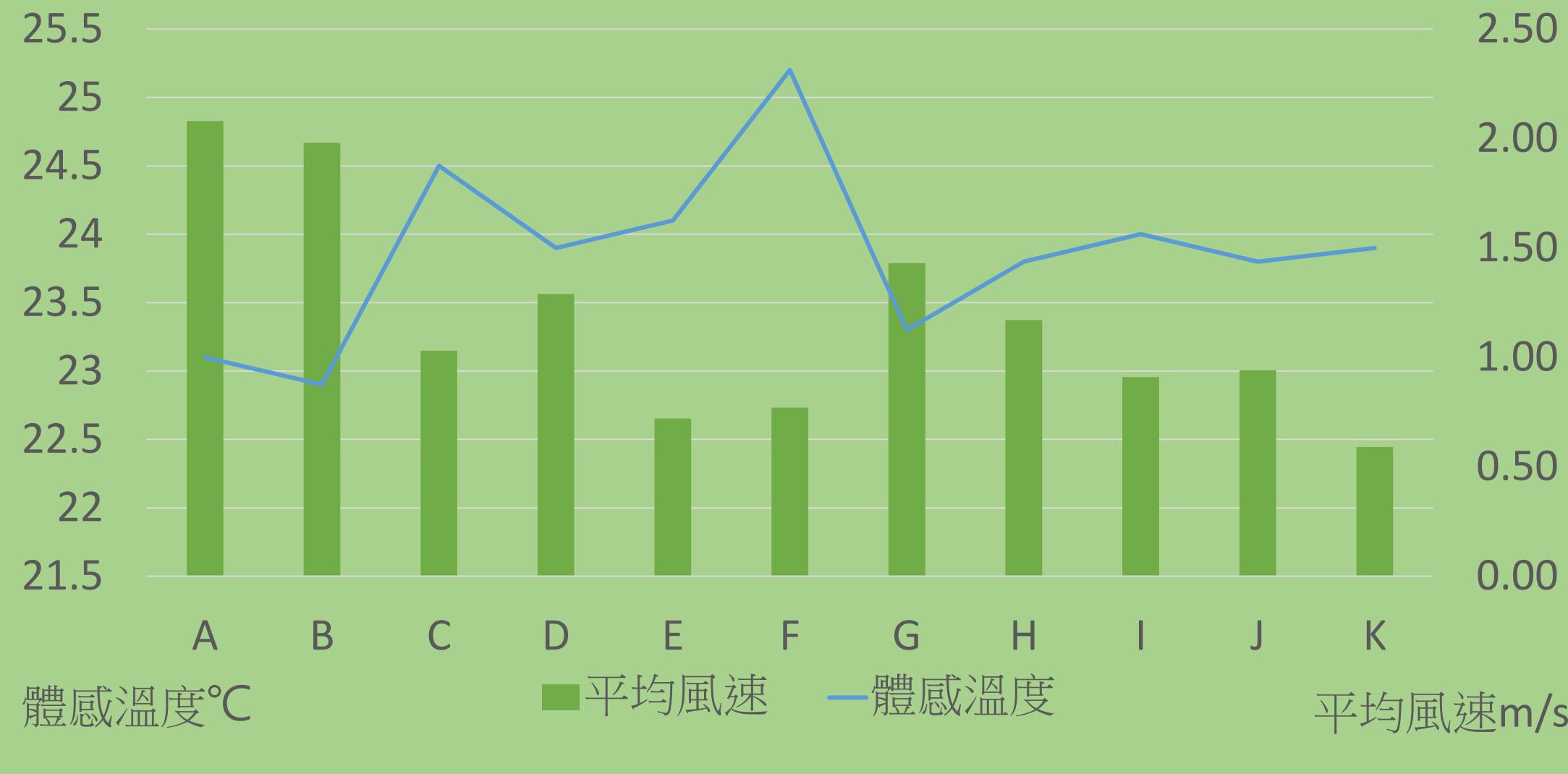
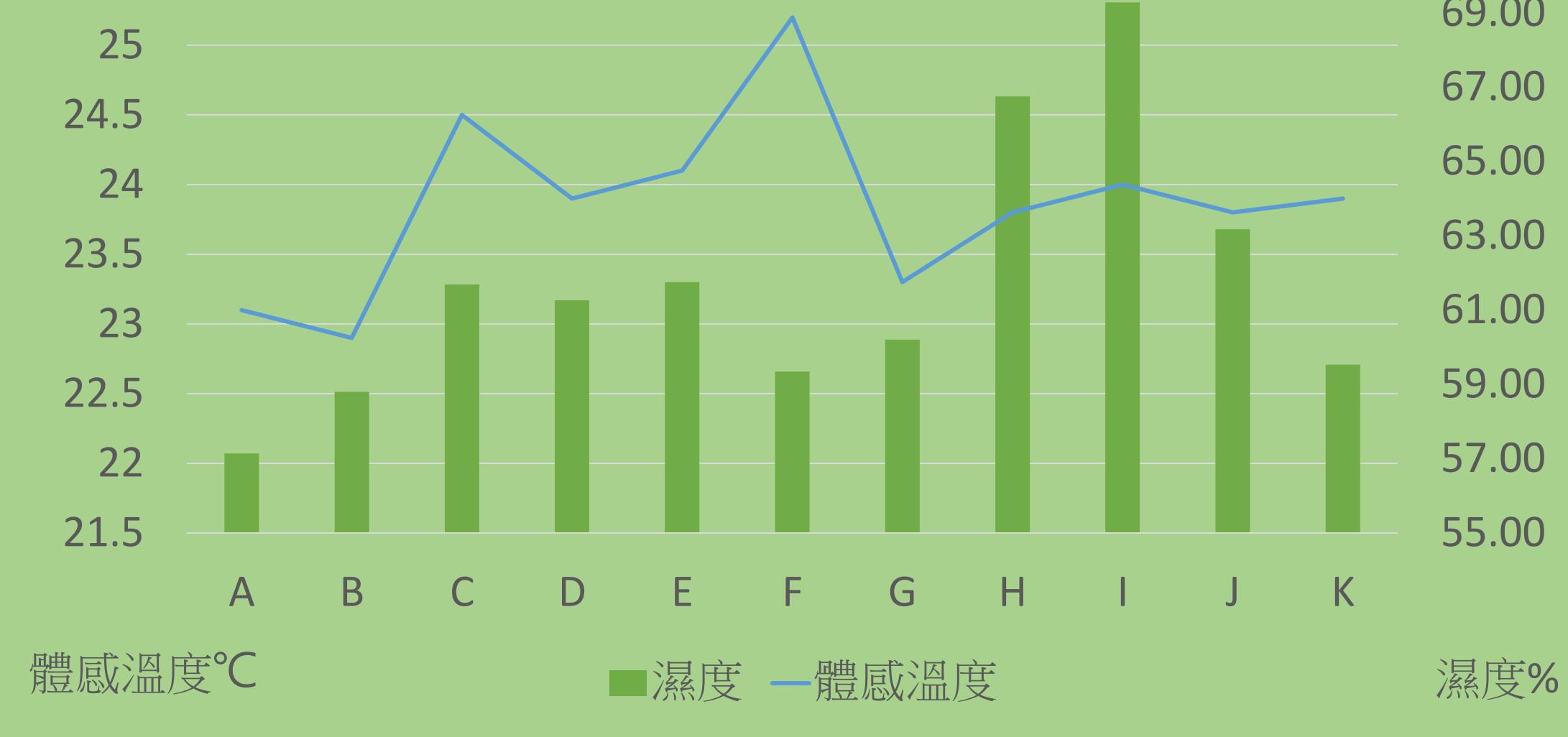


圖3-4 平均濕度、體感溫度的差異



項目	對體感溫度的影響	說明
溫度	正相關（越高越熱，但會受其他因素修正。）	1. 溫度升高時，人通常會覺得更熱。 2. 受到「風」和「濕度」影響： 熱 + 濕 = 慢熱 例如：C 熱 + 風 = 比較舒服 例如：A、B 熱 + 沒風 = 最不舒服 例如：F
濕度	間接影響（會因環境不同而改變）	濕度高會讓人更悶熱，但如果風或遮陰，會減少這種悶熱感。例如：H、I
風速	負相關（越強越涼）	風愈大，感覺會更涼快，風可以幫助散熱，降低體感溫度。

伍、研究結果

一、探討校園內不同地點的微氣候特徵，包括溫度、濕度及風速等氣象參數。

地點	溫度	溼度	風速	說明
大辦後花園	最高	偏低	偏低	日照強、風速低，外來水氣少
建築物包圍區	偏低	偏高(穿堂、科辦前最高)	適中(中庭較高)	陽光少、風速低，蒸發慢，濕度保持高
菜園		偏低	最低	陽光強、風速低，外來水氣少、濕度較低
離建築物遠(操場 PU 地、草地、中庭)	最低		最高	空曠、離建築遠，風速較大

二、研究風速對校園微氣候的影響，特別是風速對溫度、濕度的變化情況。

風速狀況	溫度變化	溼度變化
> 1.17m/s	都會稍微升溫	大多數都會下降

陸、未來研究方向

這次的校園微氣候研究已經有初步結果，下次可以改進研究方法並延伸研究方向，讓研究更深入：

- 探討植物與綠化對微氣候的影響，研究不同樹種或植被所造成微氣候差異。
- 探討季節變化對微氣候的影響，下次可從9月份開始，做9-12月的長時間調查。
- 在校園內多增加高樓層或其他測量點。
- 增加日照時間、太陽方位、太陽輻射、風向…等氣象因素。
- 進行人為活動對微氣候的影響。

三、評估校園各區域、各時間的體感溫度，並分析溫度、溼度、風速和體感溫度的關係。

全校各地點	中午都最熱
空曠區或離建築較遠地區	體感溫度偏冷
日照足且風速低	體感溫度較高
靠近建築或樹木	體感溫度最舒適
溫度↑	體感溫度↑(但是會受「風」和「溼度」修正)
濕度受環境影響	環境會調節體感溫度
風速↑	體感溫度↓(有風吹就會比較涼快)