

# 中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 地球科學科

第二名

080507

臺灣氣候變遷現象探究

學校名稱：臺北市北投區明德國民小學

作者： 小六 李亭儀	指導老師： 吳柏菱 蔡玲玲
---------------	---------------------

關鍵詞：氣候變遷、氣候平均值、極端天氣

## 摘 要

本研究是探究臺灣在 1998~2021 年的氣候變遷現象，主要是以國小學生生長階段的視角將中央氣象局臺北、臺中、臺南測站的氣溫和降水觀測資料分組和統計，藉以比較近 6 或 12 年與出生前 12 年或氣候平均值的差異。結果發現：氣溫方面，三測站近年各月平均氣溫多為加劇上升，出現警報高溫的時間倍增，並以 5、6 月和臺北測站最顯著；日最高溫和最低溫的眾數落點皆上升 1°C，但三測站日溫差升降趨勢完全不同。降水方面，三測站近年的降水增減趨勢不同，但各月平均降水量距平值皆小於 50mm。此外，扣除颱風影響，豪雨等級的強降水發生次數在三測站都有增加，並以臺北測站豪雨占強降水比例增加 12 倍的變化最劇烈。綜合上述，可以得知臺灣近年的確發生劇烈的氣候變遷。

# 壹、前言

## 一、研究動機

六年級上自然課「天氣的變化」單元時，我們瞭解到中央氣象局長期觀測天氣有助於知道和預測氣候變化。另外，老師在課程中也介紹了現在全球關注的「氣候變遷」議題，並讓我們查詢相關新聞報導和解說資料。我驚覺到，原來世界各國最近幾年發生了像是亞洲的印尼、印度、韓國致命水患、美國加州及澳洲森林大火頻率加劇、美國龍捲風罕見的在冬季出現且數量和規模增加...等極端天氣事件(綠色和平，2021)，因此造成許多傷亡及損失，而這些極端天氣事件很可能都是全球暖化導致氣候變遷所造成，必須警惕與進行更多研究(IPCCAR6，2021)。因此，根據「緊急抗旱水源應變計畫 2.0」(經濟部，2021)指出，臺灣 2021 年經歷了 56 年來最嚴重的一次旱災，可以算是一次極端天氣事件。那麼，這算是臺灣同樣面臨氣候變遷的警訊嗎？但同年 6 月，臺北市午後下了超大豪雨，3 小時累積 300 毫米的雨量(中央社，2021)，多處平常不會淹水的地方都淹大水，讓當地居民感到驚恐，也覺得不可思議！這些事件讓我好奇自己居住的地區究竟有沒有發生氣候變遷現象呢？因此，我想要運用中央氣象局提供的天氣觀測資料進行探究，仔細了解自己生活的地區具有什麼氣候特性，以及最近幾年，氣候是否真的發生改變？

## 二、研究目的與待答問題

### (一) 研究目的

1. 探究臺灣各地區在氣溫方面的氣候變遷現象。
2. 探究臺灣各地區在降水方面的氣候變遷現象。

### (二) 待答問題

1. 中央氣象局各地區測站近年氣溫平均值是否升高？
2. 中央氣象局各地區測站近年高溫達到警示標準的日數是否增加？
3. 中央氣象局各地區測站近年低溫達到警示標準的日數是否減少？
4. 中央氣象局各地區測站近年每月的日溫差平均值是否縮小？
5. 中央氣象局各地區測站近年降水量和降水時間平均值是否減少？
6. 中央氣象局各地區測站近年降水量達警示標準的次數是否增加？

### 三、文獻回顧

根據臺灣氣候變遷調適平臺(2022)指出，參閱圖 1-(a)，臺灣年平均氣溫在過去 110 年(1911-2020 年)上升約 1.6°C，且近 50 年、近 30 年增溫有加速的趨勢；其中，平均氣溫之「氣候平均值」是統計 1951-1980 年臺北、臺中、臺南、恆春、花蓮和臺東 6 個測站平均氣溫之平均值。

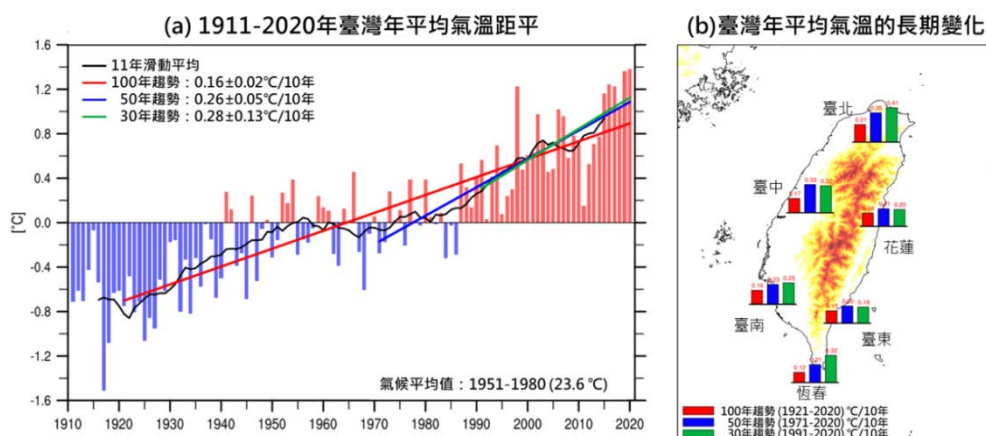


圖 1 臺灣年平均氣溫的時間序列與變化趨勢

針對上述研究，雖然可以看出臺灣在過去 110 年的平均氣溫變遷趨勢，而為何選擇 1951-1980 年的 30 年資料為統計「距平」的基準，推測這可能是根據世界氣象組織(WMO)於 1979 年首次建議以年份尾數為 1 到尾數為 0 的連續 30 年平均值作為氣候標準平均值(WMO, 1979)，故回推 30 年，便是 1951~1980。另外，也可能是中華民國元年(1911 年)到距今最近一個尾數為 0 年份(2020 年)這 110 年間，1951~1980 剛好介於正中間 30 年。

參考《氣候平均值計算指南》(WMO, 2017)指出：「氣候平均值有兩個主要目的和功能：作為特定地點在近期最有可能經歷的條件的暗示預測指標(氣候標準平均值)，以及作為可對照比較長期氣候觀測變化的穩定基準(氣候基準平均值)……，氣候平均值的兩個主要目的變得相互矛盾」。亦即，在統計氣候平均值時，「時間範圍選擇」必須根據研究目的謹慎選擇。像是上述關於臺灣「平均氣溫」之「氣候平均值」之時間統計範圍是 1951~1980，應是強調「氣候基準平均值」的功能，希望把這個穩定的基準作為長期數據資料的參考點。但 WMO(2017)也指出，「對於當前有明顯和一致趨勢的要素(最明顯的是溫度)，如果盡可能經常地進行更新，氣候平均值的預測能力最明顯。例如，和 1951-1980 年期間相比，1981-2010 年平均週期更能代表 2017 年的條件」，因此建議：「要針對某個統一的較長時期(至少為三個連續的 10 年期)計算平均值之外，決定從

以數字 1 結尾的年份的 1 月 1 日起，每 10 年更新一次，以減少各國要每年更新氣候標準平均值才能達到最好的預測能力的實務負荷」(WMO, 2017)。

另外，在《氣候平均值在氣候變化中的作用》(WMO, 2007)中指出，「對於大多數平均和總和參數來說，10 到 12 年的資料可提供類似於 30 年標準週期的預測技能，在很多情況下，或可作為氣候標準平均值或基準平均值。」而考量某些測站資料可能不夠完整，在《氣候實踐指南》(WMO, 2011)中也建議，「對於計算某月的平均值，平均時期至少 80% 年份應當有數據。這相當於在有標準氣候平均值或基準平均值的 30 年中，有 24 年以上有該月份數據。」

綜合上述文獻(特別是研究者用紅字標註的部分)，提供了本研究在關於資料時間範圍選取技術上的參考與支持：

1. 基於氣候平均值是對照比較長期氣候觀測變化的穩定基準，盡可能查找長期(大尺度)的資料作為統計「距平」時的「氣候平均值」基準。
2. 從研究者關切的是與自己生長期間相關的近期氣候變遷發生現象，以及受限中央氣象局特定測站的設站時間不足 30 年事實，可將分析範圍聚焦在較短年限(出身前和出身後各 12 年，共 24 年，有達 30 年的 80%)。
3. 基於氣候平均值應盡可能經常地進行更新以提升預測能力之論點，加上本研究的目的是針對氣候變遷是否已發生的現象進行探究，故應該不必受限「年份尾數要從 1 開始，年份尾數到 0 結束」的規範，也就是可將分析的時間範圍擴展到距今最近且只要整年資料完整的年份(本研究主要進行時間在 2022 年，因此最多可蒐集到 2021 年資料)。

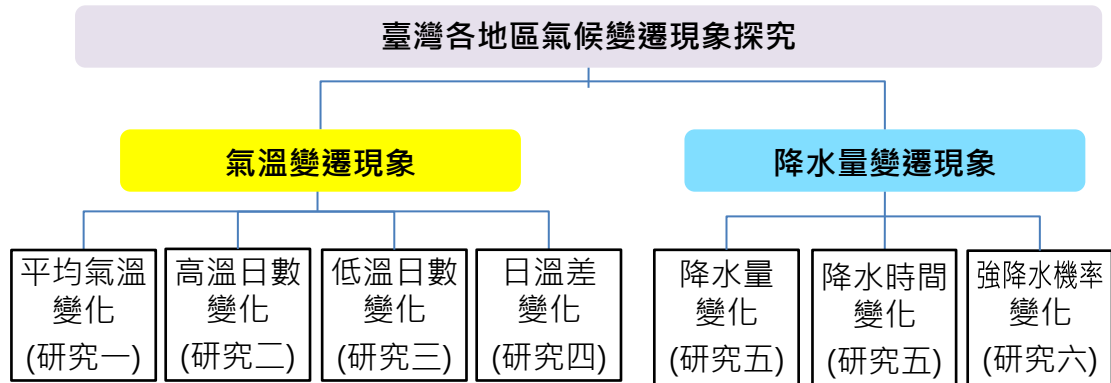
另外，圖 1-(a)是將臺北、臺中、臺南、恆春、花蓮和臺東六個測站的資料平均後所繪製，但是否各個測站因其所在地理位置(緯度)不同而有差異，應該可以進一步比較。

此外，參考 2011 年臺灣國際科學展覽會作品「地球真的發燒了嗎？-深入探討全球暖化的趨勢」，主要比較 1969~2009 不同緯度的東亞島國地區的暖化程度差異，其中關於臺灣的研究結果指出：「平均臺北、臺中、台東、高雄、恆春五個測站的氣溫資料，發現臺灣整體上夏季平均升溫趨勢是略大於冬季升溫趨勢的。但其中，臺中測站的趨勢和另四個測站不同。」現在是 2022 年，距離之前研究又過了十多年，暖化趨勢會發生什麼變化，應該要繼續追蹤。

## 貳、研究方法與分析工具

### 一、研究發展過程

#### (一) 規劃研究架構



根據研究目的發展出 6 項待答問題和研究架構，並針對每一項待答問題設計決定要蒐集的資料項目、範圍，並討論資料數據整理和分析的方法。但各項待答問題的詳細資料處理和分析方法在研究過程與結果分析時再一一說明。

#### (二) 決定研究資料蒐集方式與選取範圍

1. 到中央氣象局網站的觀測資料查詢頁面進行檢查，發現各測站的設站時間和資料完整性並不相同，因此選擇臺北測站、臺中測站、臺南(永康)測站三個位於臺灣北中南三地區主要測站為地區代表，並以氣象局發布各種警特報的主要參考測站(臺北測站)的資料時間範圍(1998~2021 年)為主。以臺北測站為例，查詢路徑為：

中央氣象局 → 資料 → 觀測資料查詢 → 測站縣市：臺北市 → 臺北測站 → 資料格式：年/月/日報表 → 時間：1998~2021 年/1~12 月/1~31 日 → csv 下載

2. 到 TCCIP(臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台)網站查詢較大時間尺度 100 年(1922~2021 年)的各年/月氣溫平均值。

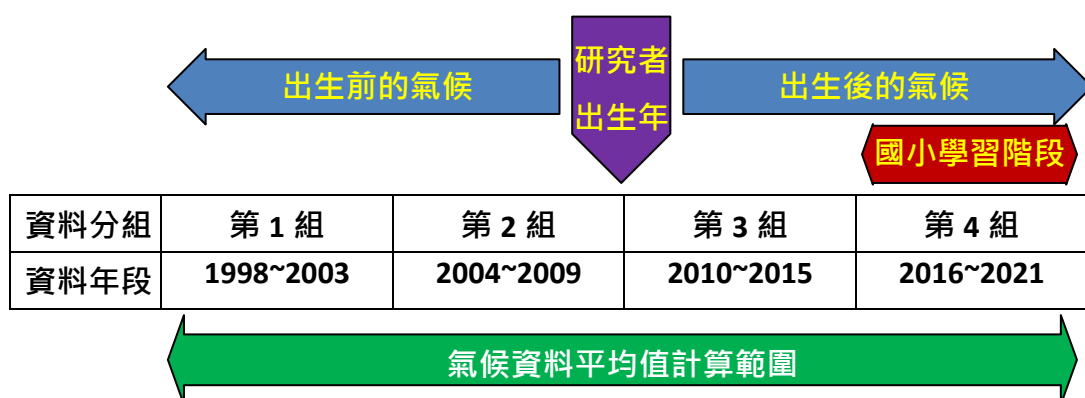
#### (三) 決定資料格式並下載

中央氣象局的觀測資料包含下列三種格式，可以根據研究待答問題，從年報表進行初步判斷或篩選進一步要分析的月報表或日報表。

1. 年報表(有 12 個月的平均值、累積值或極端值)
2. 月報表(有 28~31 天的平均值、累積值或極端值)
3. 日報表(有 24 小時的平均值、累積值或極端值)

#### (四) 資料分組規劃

1. 1998~2021 年共有 24 年的觀測資料，而我是 2009~2010 年出生的 12 歲學生，是 24 年的一半，正好可以比較我出生前和出生後的氣候特徵變化；如果再將 12 年分一半是 6 年，而最近 6 年也是我念小學的 6 年，所以就決定以 6 年為一個組距，將 1998~2021 年分成四組，可以用最近一組 6 年的數據資料平均和之前三組年段做比較，也可以比較出生前後各 12 年的差異，或是和 100 年的氣候平均值作比較，這樣就可能可以瞭解氣候變遷的情況。



2. 根據前述文獻，臺灣各地區的氣候變遷趨勢在夏季和冬季不同，所以在處理年報表的 12 個月時，將月份依春(3~5 月)、夏(6~8 月)、秋(9~11 月)、冬(12~2 月)四季作排序和分組。

#### (五) 資料分析方式

1. 在下載資料中選取和複製要分析的數據，另外儲存和合併在 Excel 表格作計數、排序或標記整理，然後運用內建統計功能計算平均值、累積值、增減比率等。
2. 將不同組年段和 100 年的氣候平均資料彙整數據繪製成統計圖，進行比較。
  - (1). 分布圖：瞭解和比較各時間區段資料的發生次數分布情形或常態。
  - (2). 長條圖：瞭解和比較各時間區段資料的平均特性。
  - (3). 盒鬚圖：瞭解和比較各時間區段資料的多元特性(例如：最大值、最小值、中位數、四分位數)。
  - (4). 累積長條圖：瞭解和比較各時間區段資料的累積總量。



# 參、研究過程與結果分析

## 研究一 中央氣象局北中南三測站之平均氣溫變化分析

### 一、研究假設

氣候變遷是從全球暖化的概念擴充而來，因此推測臺北、臺中、臺南三測站的平均氣溫都會逐年上升，緯度越高的測站升溫越明顯；而我出生後的平均氣溫會比出生前的平均氣溫高，且應該都會比 100 年氣候平均值高(距平值>0)。

### 二、資料處理步驟與數據彙整結果

#### (一)第一階段

1. 統計 TCCIP 中三個測站的近 100 年以及氣象局近 24 年四個年段的 1~12 月平均氣溫數據，並將 1~12 月的平均氣溫紀錄依春夏秋冬季節排序，彙整成表 1-1。
2. 以 100 年的各月平均氣溫作為氣候平均值，分別計算出生前 12 年、出生後 12 年、近 6 年各月平均氣溫的距平值 **表 1-1 紅框**，繪製成圖 1-1 北、圖 1-1 中、圖 1-1 南。

表 1-1 1998~2021 年三測站各年段平均氣溫紀錄彙整統計表

測站	資料分組 資料時間	100年 氣候 平均值	第一組年段							第二組年段							出生前 12年 平均值	第三組年段							第四組年段							出生後 12年 平均值	前12年 距平	後12年 距平	近6年 距平	
			1998	1999	2000	2001	2002	2003	平均	2004	2005	2006	2007	2008	2009	平均		2010	2011	2012	2013	2014	2015	平均	2016	2017	2018	2019	2020	2021	平均					
臺北測站	春季	3月	17.9	19.0	19.5	18.4	19.1	21.1	18.2	19.2	17.6	17.3	18.7	19.7	19.3	18.6	18.5	18.9	20.0	16.2	18.8	19.9	18.9	18.9	18.8	17.5	18.2	20.6	19.8	20.8	20.3	19.5	19.2	1.0	1.3	1.6
	4月	21.5	24.2	22.3	21.2	21.9	23.8	23.6	22.8	21.9	23.0	23.1	21.2	22.5	21.3	22.2	22.5	20.7	21.7	23.1	21.1	22.5	22.7	22.0	24.0	22.5	23.5	24.2	20.9	22.4	22.9	22.5	1.0	0.9	1.4	
	5月	24.9	25.9	23.9	25.3	25.4	26.6	25.1	25.4	25.8	26.2	25.5	26.4	24.9	25.3	25.7	25.6	25.5	24.8	25.9	26.0	25.2	26.1	25.6	27.1	25.6	28.2	25.0	26.9	28.2	26.8	26.2	0.6	1.3	1.9	
	夏季	6月	27.2	28.0	27.8	27.9	28.5	28.6	27.4	28.0	27.2	28.2	28.0	28.0	27.5	28.2	27.9	28.0	26.2	29.0	27.8	29.2	28.0	30.0	28.4	29.4	28.0	28.5	28.5	30.5	29.3	29.0	28.7	0.8	1.5	1.8
	7月	29.0	30.2	29.1	29.6	29.5	29.6	30.8	29.8	29.7	29.8	30.3	30.4	29.6	30.1	30.0	29.9	30.3	29.7	30.6	29.5	30.5	30.0	30.1	30.3	30.3	30.3	30.3	30.9	30.3	30.4	30.3	0.9	1.3	1.4	
	8月	28.8	29.6	28.4	28.4	30.1	30.1	30.1	29.5	29.4	29.3	29.9	28.7	29.7	29.8	29.5	29.5	30.0	29.6	29.2	29.6	30.2	28.6	29.5	30.1	31.1	29.5	30.5	30.2	28.9	30.1	29.8	0.7	1.0	1.3	
	秋季	9月	27.1	26.7	27.9	27.2	26.5	27.1	28.4	27.3	27.3	28.8	27.0	27.5	27.8	29.0	27.9	27.6	28.8	27.6	27.3	27.9	29.7	27.4	28.1	27.8	29.6	28.2	27.3	27.8	29.5	28.4	28.3	0.5	1.2	1.3
	10月	23.9	24.8	25.1	25.7	24.2	25.1	24.4	24.9	23.0	25.0	25.6	24.8	25.9	24.3	24.8	24.9	24.4	24.1	24.1	24.2	24.7	25.2	24.5	27.0	25.6	23.3	25.3	24.5	25.7	25.2	24.9	1.0	1.0	1.3	
	11月	20.9	22.3	21.1	22.1	20.5	20.8	22.3	21.5	22.5	23.2	22.9	20.7	21.6	21.5	22.1	21.8	21.1	22.9	21.2	21.2	22.3	23.5	22.0	22.6	22.5	22.7	22.0	23.3	21.2	22.4	22.2	0.9	1.3	1.5	
	12月	17.5	19.3	17.0	19.7	18.4	18.9	17.4	18.5	19.5	16.6	18.8	19.3	18.4	17.2	18.3	18.4	17.5	16.7	17.8	16.4	16.5	18.9	17.3	20.1	17.8	19.5	19.1	18.1	18.3	18.8	18.1	0.9	0.6	1.3	
	冬季	1月	15.6	16.1	17.1	17.0	17.5	16.1	16.2	16.7	15.4	15.5	17.7	17.3	16.5	15.7	16.4	16.6	16.9	13.7	15.9	16.7	16.8	16.7	16.1	16.2	18.3	16.9	18.5	17.9	16.0	17.3	16.7	0.9	1.1	1.7
	2月	15.9	16.6	16.7	16.0	18.1	17.8	17.6	17.1	17.8	16.2	17.8	18.7	14.1	20.2	17.5	17.3	17.6	16.9	16.4	18.8	16.5	17.3	17.3	15.5	17.0	15.6	18.8	18.7	19.1	17.5	17.4	1.4	1.5	1.6	
臺中測站	春季	3月	19.2	20.7	21.5	19.5	20.9	22.0	19.7	20.7	19.4	17.5	19.7	20.7	20.3	19.9	19.6	20.2	21.1	18.2	19.8	21.0	19.8	20.7	20.1	18.3	20.2	20.8	21.1	22.3	21.5	20.7	20.4	0.9	1.2	1.5
	4月	22.8	25.2	24.4	23.2	23.0	25.1	24.3	24.2	23.3	23.8	24.1	22.3	24.3	22.5	23.4	23.8	22.0	23.1	24.6	22.2	24.1	24.4	23.4	24.9	23.2	24.3	24.7	22.2	23.9	23.9	23.6	1.0	0.8	1.1	
	5月	25.9	27.0	24.9	26.2	26.6	26.9	26.6	26.4	27.4	26.9	26.1	26.5	25.8	25.9	26.4	26.4	26.6	26.0	26.9	26.4	25.8	26.9	26.4	27.6	26.7	28.3	25.4	27.5	28.8	27.4	26.9	0.5	1.0	1.5	
	夏季	6月	27.4	27.7	28.1	27.8	27.8	28.5	27.6	27.9	28.4	27.5	27.1	27.4	27.5	27.8	27.6	27.8	27.1	29.1	27.8	28.8	28.6	29.7	28.5	28.8	27.9	28.7	28.2	29.1	27.8	28.4	28.5	0.4	1.1	1.0
	7月	28.4	29.4	28.0	28.6	28.4	28.5	29.8	28.8	28.1	28.8	28.8	29.8	28.1	29.1	28.8	28.8	29.2	28.8	29.1	28.1	30.1	29.2	29.1	29.4	28.7	28.6	29.4	29.6	29.0	29.1	29.1	0.4	0.7	0.7	
	8月	28.0	29.1	27.8	27.6	29.2	28.6	28.8	28.5	28.3	27.9	28.8	27.8	28.7	28.7	28.4	28.4	28.9	29.1	28.0	28.2	28.9	28.0	28.5	28.9	29.4	27.9	28.4	28.5	27.8	28.5	28.5	0.4	0.5	0.5	
	秋季	9月	27.3	27.6	27.7	27.4	26.7	27.3	28.6	27.6	27.2	28.2	27.2	27.6	27.6	29.3	27.9	27.7	28.1	28.1	27.6	27.8	29.2	27.8	28.1	27.9	29.3	28.3	27.7	28.1	29.0	28.4	28.2	0.4	0.9	1.1
	10月	24.7	25.9	26.0	26.5	25.1	25.6	25.1	25.7	23.6	25.7	25.9	25.4	26.8	25.7	25.5	25.6	25.9	26.0	24.9	24.9	25.6	26.2	25.6	27.5	26.5	24.9	26.1	26.1	26.7	26.3	25.9	0.9	1.2	1.6	
	11月	21.5	23.6	22.5	22.8	20.7	21.8	23.5	22.5	22.4	23.3	23.2	21.6	21.9	22.0	22.4	22.4	21.8	23.8	22.3	22.1	23.1	24.3	22.9	23.4	23.3	23.4	23.0	23.9	22.4	23.2	23.1	0.9	1.6	1.7	
	12月	17.9	20.1	17.6	20.1	18.7	19.3	17.8	18.9	19.3	16.8	18.9	19.6	18.1	17.7	18.4	18.7	18.1	17.8	18.4	17.1	17.1	19.6	18.0	20.4	18.5	20.8	19.3	19.5	18.8	19.6	18.8	0.8	0.9	1.7	
	冬季	1月	16.2	17.6	17.8	17.5	17.7	17.1	16.4	17.4	16.3	16.1	17.7	17.2	17.9	15.5	16.8	17.1	17.1	14.9	16.6	16.9	16.4	17.1	16.5	16.8	18.9	17.3	19.3	18.0	16.0	17.7	17.1	0.9	0.9	1.5
	2月	16.8	17.8	18.0	16.8	18.7	18.7	18.8	18.1	17.6	16.9	18.3	19.3	15.0	21.3	18.1	18.1	18.5	17.2	16.7	19.4	17.0	18.1	17.8	16.4	18.0	16.5	20.5	19.0	19.0	18.2	18.0	1.3	1.2	1.4	
臺南測站	春季	3月	20.8	21.8	22.8	20.4	22.3	23.2	20.2	21.8	19.8	18.6	20.6	22.2	21.5	21.1	21.2	22.4	18.9	21.2	22.4	21.3	21.7	21.3	19.3	21.4	21.9	22.1	23.0	22.3	21.7	21.5	0.4	0.7	0.9	
	4月	24.2	26.0	25.1	24.8	24.5	26.1	24.6	25.2	23.9	24.8	25.2	23.8	25.4	23.4	24.4	24.8	23.4	23.7	26.0	23.6	24.9	24.9	24.4	26.1	24.3	25.4	25.6	23.2	24.7	24.9	24.7	0.6	0.5	0.7	
	5月	27.2	27.8	25.7	27.1	27.5	27.4	27.0	27.1	27.8	27.7	27.1	27.5	27.1	26.7	27.3	27.2	27.3	26.5	27.4	27.1	27.0	27.7	27.2	28.2	27.5	28.7	26.3	28.1	29.4	28.0	27.6	0.0	0.4	0.8	
	夏季	6月	28.2	28.5	28.5	28.9	28.8	28.8	27.3	28.5	28.9	27.6	28.2	28.6	27.8	28.1	28.2	28.3	27.8	29.1	27.9	29.3	29.0	30.5	28.9	29.3	29.0	28.5	28.9	29.8	28.2	29.0	28.9	0.1	0.7	0.8
	7月	28.7	29.4	27.9	28.5	29.1	28.1	29.6	28.8	28.6	29.2	28.8	30.1	28.4	29.2	29.1	28.9	28.9	28.6	29.1	29.1	30.2	28.9	29.1	29.7	29.1	28.7	28.7	29.8	29.1	29.2	29.2	0.2	0.5	0.5	
	8月	28.4	29.6	28.0	28.1	29.5	28.1	28.3	28.6	28.9	28.2	28.9	27.6	28.6	29.1	28.6	28.6	29.0	29.3	27.8	28.6	28.6	28.1	28.6	29.0	29.5	27.4	28.3	28.4	28.4	28.3	28.5	0.2	0.1	0.1	
	秋季	9月	27.9	28.1	27.9	28.0	27.2	27.1	27.9	27.7	27.8	28.6	27.7	28.1	27.8	29.4	28.2	28.0	27.7	28.3	28.2	28.3	29.0	28.1	28.3	27.8	29.6	28.3	27.7	28.8	29.3	28.6	28.4	0.1	0.5	0.7
	10月	25.7	26.3	26.2	27.2	26.0	25.6	24.9	26.0	24.2	25.9	26.7	25.8	27.1	25.8	25.9	26.0	25.8	25.7	25.3	25.4	25.8	26.4	25.7	27.4	26.7	25.3	26.5	26.4	27.1	26.6	26.2	0.3	0.4	0.9	
	11月	22.5	23.8	22.9	23.4	21.5	21.9	22.9	22.7	23.2	23.5	24.1	21.9	22.2	22.6	22.9	22.8	21.6	23.7	23.2	22.6	23.4	24.6	23.2	23.8	23.6	23.6	23.1	23.8	23.1	23.5	23.3	0.3	0.8	1.0	
	12月	18.9	20.3	18.0	20.7	19.3	19.3	17.6	19.2	19.7	17.3	19.5	20.1	18.7	18.1	18.9	19.1	18.6	18.1	19.2	17.8	17.7	20.3	18.6	20.4	18.9	21.2	19.4	19.9	19.3	19.9	19.2	0.2	0.3	1.0	
	冬季	1月	17.3	18.6	18.2	17.9	18.7	18.0	16.3	18.0	16.6	16.8	17.8	17.7	18.5	16.1	17.3	17.6	17.7	15.1	16.9	17.3	17.3	17.5	17.0	17.1	19.0	17.8	19.4	18.5	16.4	18.0	17.5	0.3	0.2	0.7



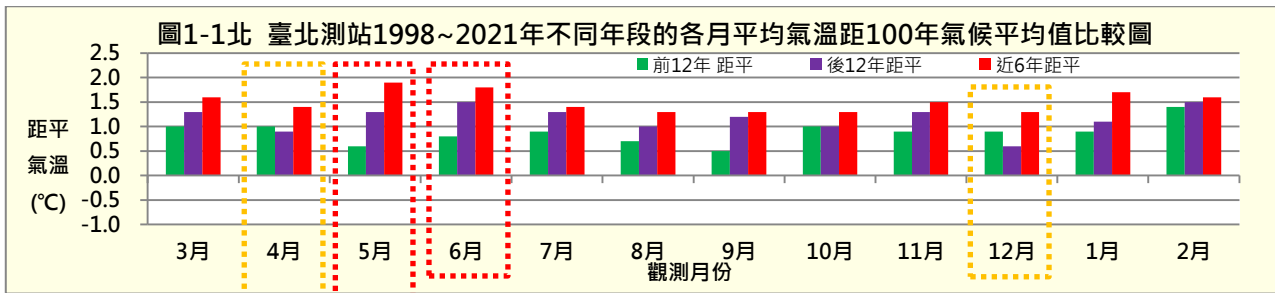


圖 1-1 北 臺北測站 1998~2021 年不同年段的各月平均氣溫距 100 年氣候平均值比較圖

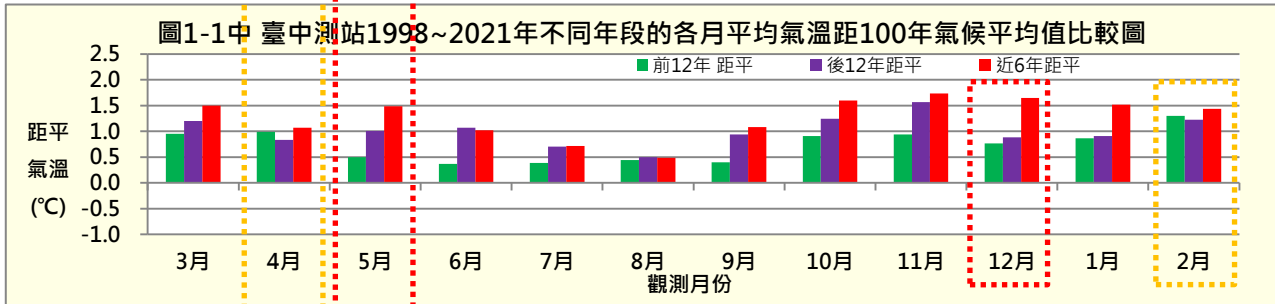


圖 1-1 中 臺中測站 1998~2021 年不同年段的各月平均氣溫距 100 年氣候平均值比較圖

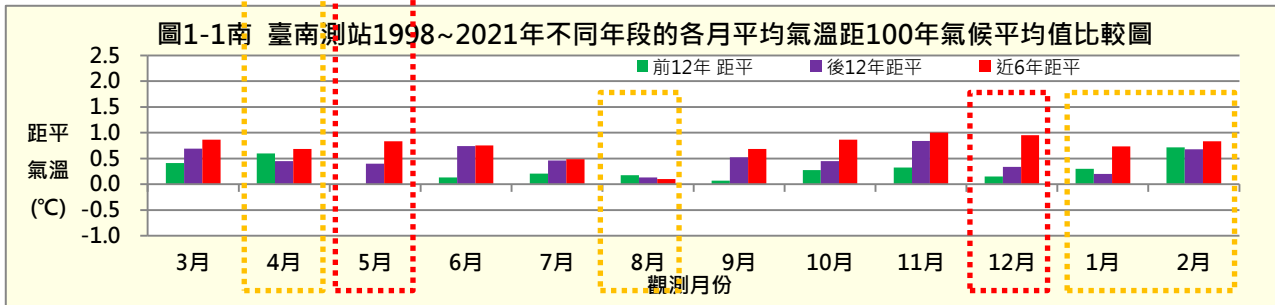


圖 1-1 南 臺南測站 1998~2021 年不同年段的各月平均氣溫距 100 年氣候平均值比較圖

- 分析**：1.根據圖 1-1，出生前 12 年、出生後 12 年和近 6 年這三年段的平均氣溫距平值皆>0。
- 2.整體而言，三種年短平均氣溫的距平值增加幅度：**臺北測站>臺中測站>臺南測站**，代表氣候變遷明顯情形是：**北部>中部>南部**。
- 3.各月的三項距平值並不同，大多是：**近 6 年距平值>後 12 年距平值>前 12 年距平值**，代表三個測站所在地區平均氣溫有逐漸上升的現象；但各地區仍有少數幾個月是：**後 12 年距平值<前 12 年距平值**，且容易出現在春季的 4 月和冬季三個月。
- 5.相較於出生前 12 年距平值，三個測站皆是以 5 月的**近 6 年距平值增加最多**，增加約 1.0°C。

## (二)第二階段

1. 彙整三測站 24 年 288 份月報表中的日均溫數據，將四組年段各 2192(31\*12\*6)筆日均溫資料由小到大排序，統計各氣溫值發生次數，繪製成日均溫次數分布圖，如圖 1-2。
2. 找出各年段日平均氣溫的最小值、最大值、四分位數，製成表 1-2，並繪製盒鬚圖 1-3。
3. 將第四組年段(近 6 年)次數減掉四組年段(近 24 年)平均次數，繪製出圖 1-4。

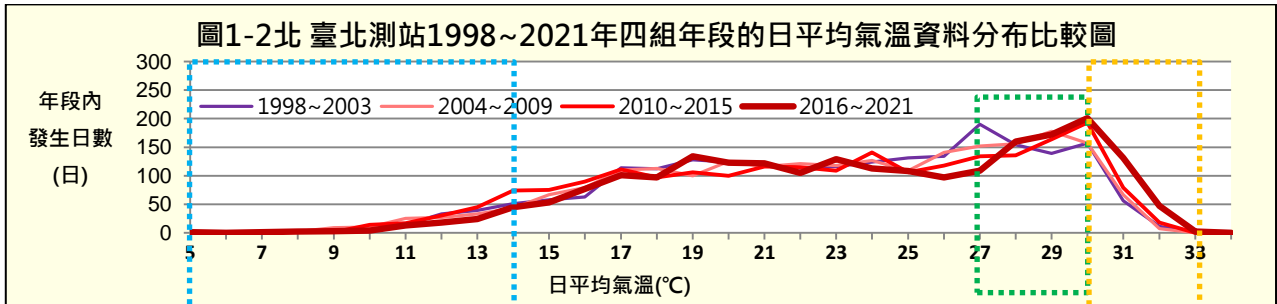


圖 1-2 北 臺北測站 1998~2021 年四組年段的日平均氣溫資料分布圖

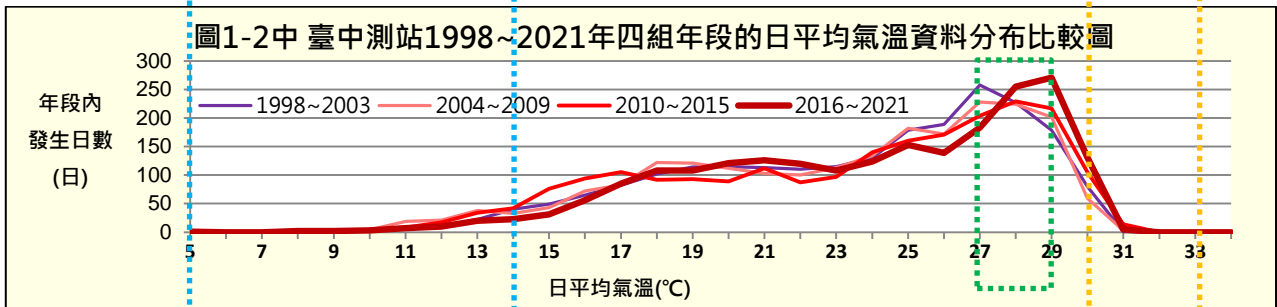


圖 1-2 中 臺中測站 1998~2021 年四組年段的日平均氣溫資料分布圖

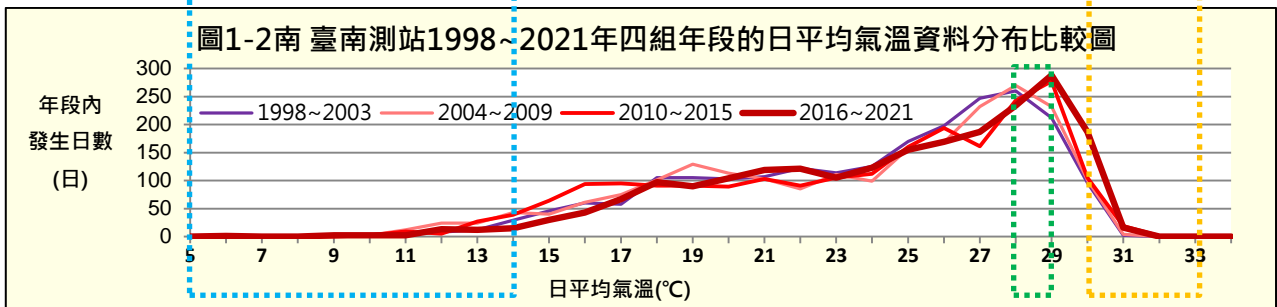


圖 1-2 南 臺南測站 1998~2021 年四組年段的日平均氣溫資料分布圖

- 分析：**
1. 根據圖 1-2，三測站的四組年段資料分布相似，代表各站平均氣溫分布具有常態性。
  2. 三個測站的四組年段資料分布都有隨著年段增加而往右方較高溫方向平移的現象，代表這段期間有平均氣溫越來越高的變化趨勢，以臺北測站平移幅度(變化)最明顯。
  3. 比較三測站四組年段資料眾數對應的平均氣溫：臺北測站分布在 27~30°C，臺中測站分布在 27~29°C，臺南測站分布在 28~29°C，越往南部越集中，也代表變化較小。
  4. 比較平均氣溫  $\geq 30^\circ\text{C}$  發生次數(曲線下面積)：臺北測站>臺南測站>臺中測站。
  5. 比較平均氣溫  $\leq 14^\circ\text{C}$ (發布冷氣團)發生次數：臺北測站>臺中測站>臺南測站。

表 1-2 1998~2021 年三測站四組年段的日平均氣溫資料分布彙整表

資料類型	第一組年段(1998~2003)			第二組年段(2004~2009)			第三組年段(2010~2015)			第四組年段(2016~2021)			資料序列
	臺北	臺中	臺南	臺北	臺中	臺南	臺北	臺中	臺南	臺北	臺中	臺南	
最小值(min)	8.1	8.1	9.2	8.3	8.5	8.8	8.7	9.7	10.6	5.6	5.8	6.4	1
第 1 四分位數(Q1)	19.4	20.5	21.1	19.3	19.8	20.2	18.9	19.8	20.4	19.8	20.7	21.5	548
中位數(Q2)	24.0	25.1	25.5	23.9	24.7	25.4	23.9	25.0	25.4	24.2	25.2	25.9	1096
第 3 四分位數(Q3)	27.8	27.7	28.0	28.1	27.7	28.2	28.2	28.1	28.4	29.0	28.4	28.7	1644
最大值(max)	33.0	31.3	31.3	32.4	32.0	31.1	32.8	31.6	32.0	33.2	31.8	31.5	2192

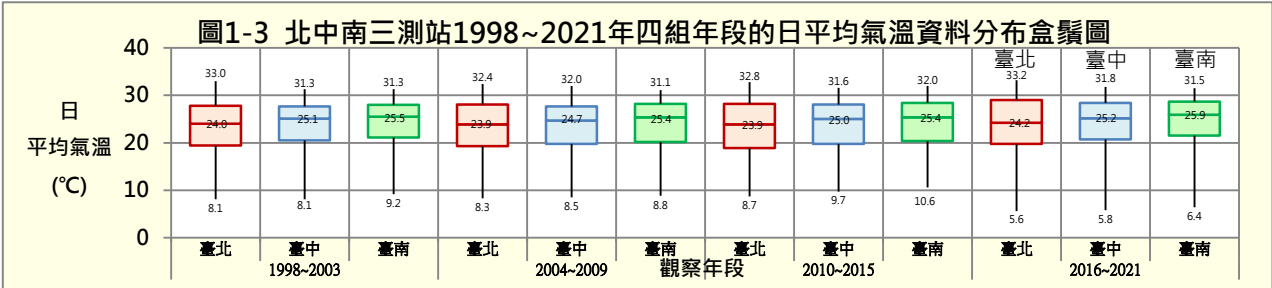


圖 1-3 北中南三測站 1998~2021 年四組年段的日平均氣溫資料分布盒鬚圖

**分析**：1.根據圖 1-3，三個測站四組年段的中位數和盒子範圍都不是越來越高。

2.比較四組年段，都是第 4 組年段的中位數最大，而且 50%資料(盒子範圍)也都位在較高溫區段，代表近 6 年整體日平均氣溫有高於其它三個年段的現象。

3.比較三測站，各年段的中位數和 50%資料範圍都是：臺南測站>臺中測站>臺北測站；代表南部整體日平均氣溫比中部和北部高，氣溫分布也比較集中。

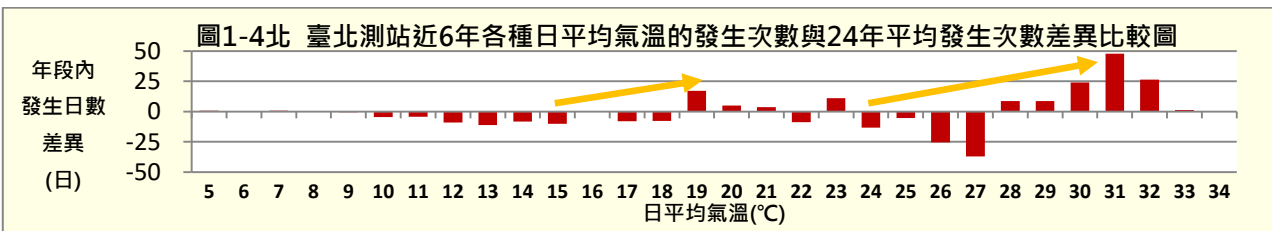


圖 1-4 北 臺北測站近 6 年各種日平均氣溫發生次數與 24 年平均發生次數差異比較圖

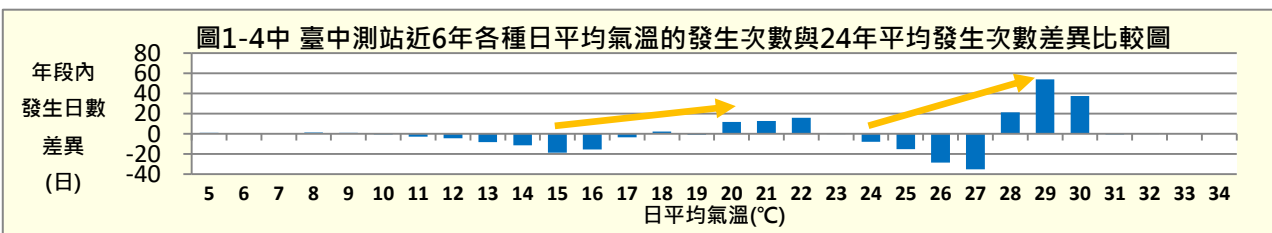


圖 1-4 中 臺中測站近 6 年各種日平均氣溫發生次數與 24 年平均發生次數差異比較圖

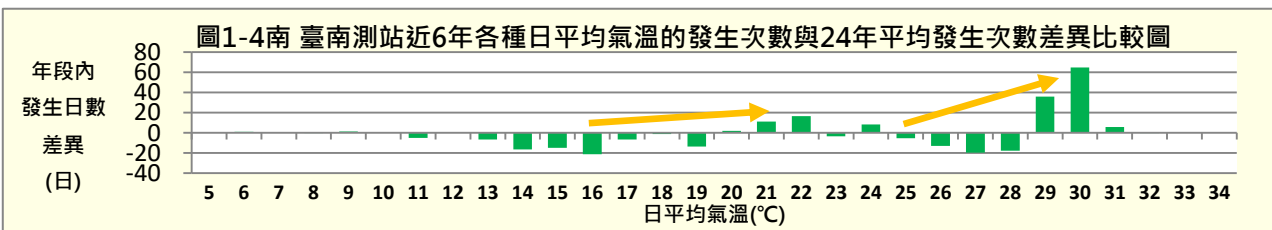


圖 1-4 南 臺南測站近 6 年各種日平均氣溫發生次數與 24 年平均發生次數差異比較圖

**分析**：1.根據圖 1-4，三個測站都是第 4 組年段日均溫在  $\geq 28^{\circ}\text{C}$  區段的發生次數明顯比 24 年平均值增加，在  $\leq 18^{\circ}\text{C}$  區段的次數則明顯減少，大致有兩波移動趨勢(如 )。

### (三)第三階段

1. 依季節彙整 24 年資料，繪製各月平均氣溫變化圖，如圖 1-5~1-8(以臺北測站為例)。
2. 將表 1-1 中各季節的三個月平均氣溫再計算平均，繪製成四季比較圖，如圖 1-9。

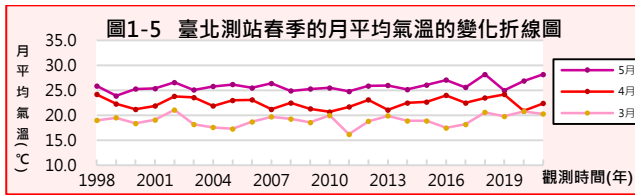


圖 1-5 臺北測站春季各月平均氣溫在 1998~2021 年的變化折線圖

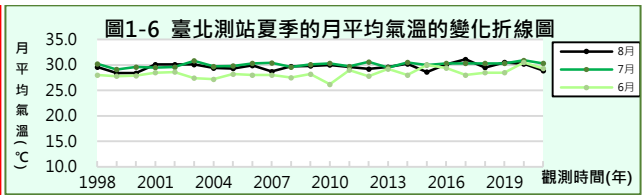


圖 1-6 臺北測站夏季各月平均氣溫在 1998~2021 年的變化折線圖

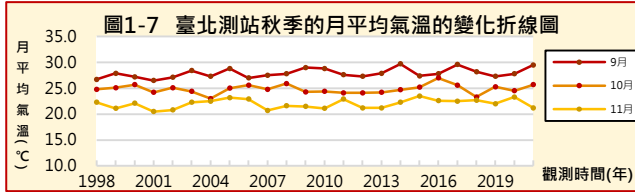


圖 1-7 臺北測站秋季各月平均氣溫在 1998~2021 年的變化折線圖

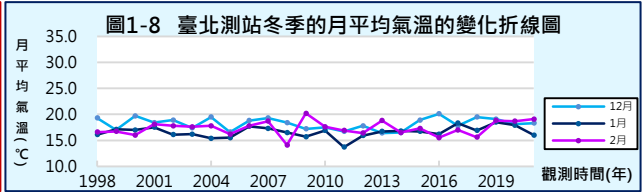


圖 1-8 臺北測站冬季各月平均氣溫在 1998~2021 年的變化折線圖

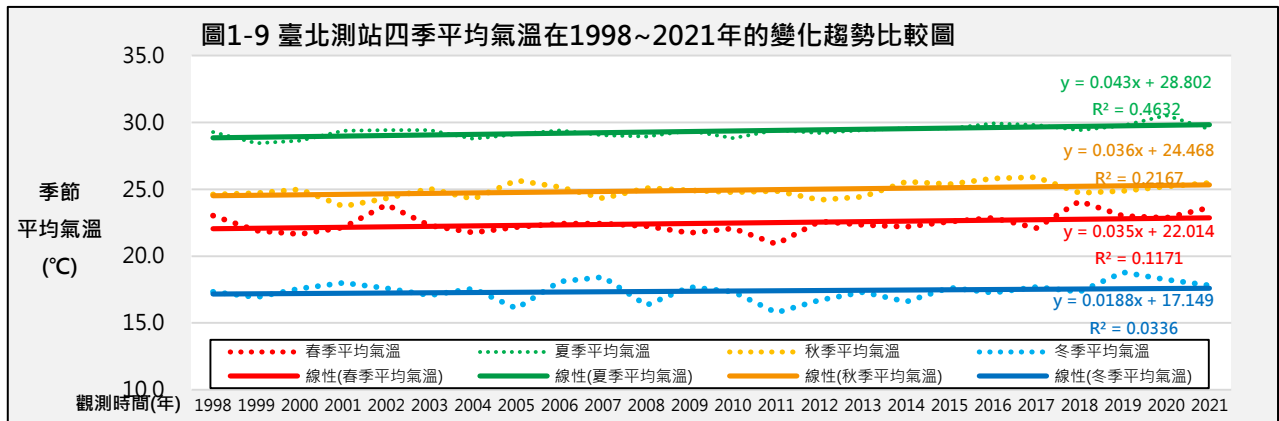


圖 1-9 臺北測站四季平均氣溫在 1998~2021 年的變化趨勢比較圖

- 分析：**
1. 綜合圖 1-5~1-8，1998~2021 年間，各季節三個月的平均氣溫起伏不定，且分布範圍不同：春、秋季分布範圍較大，達 10°C 落差；夏、冬季分布範圍較小，約 5°C 落差。
  2. 綜合表 1-1 和圖 1-5~圖 1-8，四季的平均氣溫高低大致是：夏季>秋季>春季>冬季。
  3. 根據圖 1-9，四季的平均氣溫雖會每年上下震盪，但震盪中仍有逐漸微幅增加的趨勢；夏季的斜率稍高，代表平均氣溫上升的趨勢比其他季節明顯，冬季則最不明顯。

### 三、資料分析結果彙整

研究假設沒有完全獲得支持，

1. 平均氣溫沒有逐年升高，而是會不斷上下震盪。
2. 北中南三個測站近 24 年的平均氣溫都明顯比 100 年氣候平均值高，而我出生後 12 年的各月平均氣溫幾乎都比出生前 12 年高，近 6 年的平均氣溫更是顯著增加。
3. 各月的日平均氣溫變遷情形明顯情形：臺北測站>臺中測站>臺南測站。

## 研究二 中央氣象局北中南三測站之高溫發生情形變化分析

### 一、研究假設

推測臺灣各地區發生高溫(符合中央氣象局高溫警特報標準)的日數應該會越來越多，也就是我出生後的高溫日數會比出生前的日數多，而且臺南測站>臺中測站>臺北測站。

### 二、資料處理步驟與彙整結果

#### (一)第一階段

- 彙整3測站24個年報表中各月的最高溫數據，並依中央氣象局發布高溫警特報標準，將  $38.0^{\circ}\text{C}$ >最高溫 $\geq 36^{\circ}\text{C}$ 的數據標示黃色， $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 的數據標示橙色，彙整成表 2-1。

表 2-1 1998~2021 年三測站各月最高溫紀錄彙整表

測站	資料分組	第一組年段					第二組年段					第三組年段					第四組年段														
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021						
臺北測站	春季	3月	31.3	31.8	30.0	32.2	31.8	30.5	29.7	29.1	31.8	32.3	29.0	31.9	31.7	30.7	30.7	29.9	32.3	31.7	29.4	29.3	30.7	32.9	34.2	30.4					
		4月	35.6	32.0	32.3	33.6	33.7	34.0	33.5	35.0	34.9	31.8	33.3	32.9	33.1	34.4	34.9	32.6	33.3	34.5	33.2	35.5	34.3	35.9	33.6	30.9					
	夏季	5月	34.3	35.8	34.4	35.0	36.5	36.2	35.1	36.3	34.8	37.2	35.3	34.5	34.8	36.1	35.9	36.1	35.6	36.5	37.3	35.0	38.2	35.1	36.6	38.2					
		6月	35.9	35.6	36.7	37.8	36.7	37.4	35.8	35.8	36.4	35.9	36.8	36.5	35.2	36.2	35.8	36.7	36.3	37.1	38.7	35.6	37.8	36.9	38.9	37.0					
	秋季	7月	38.1	36.0	37.2	37.1	36.8	37.8	37.4	36.8	37.6	38.6	37.3	37.2	38.6	37.7	38.3	37.9	37.8	37.5	38.5	38.0	38.5	37.4	39.7	37.8					
		8月	36.4	36.5	36.8	36.9	38.2	38.8	36.9	36.4	37.8	36.2	36.8	36.5	38.4	37.5	37.8	38.3	37.7	36.2	37.8	38.5	37.2	37.8	38.5	35.1					
	冬季	9月	35.4	34.9	35.3	34.2	34.7	35.7	35.2	35.5	36.9	34.3	35.0	36.1	35.7	35.6	35.5	35.8	37.8	36.6	35.9	38.6	37.8	36.1	37.6	35.4					
		10月	33.4	32.8	33.8	31.5	34.6	34.3	30.6	34.2	33.4	33.4	32.8	31.5	33.8	32.6	32.0	32.2	33.7	34.3	35.4	36.8	31.2	34.8	35.9	33.8					
	連標月數	11月	31.8	28.8	30.5	31.6	30.8	32.8	32.0	33.1	30.8	28.5	33.2	31.3	27.2	33.5	32.1	31.6	31.6	33.1	32.5	32.4	30.8	31.1	32.8	29.7					
		12月	28.4	28.5	27.2	28.5	29.3	26.7	27.1	27.1	27.2	28.2	27.8	28.0	29.7	30.4	27.8	26.4	24.9	30.5	30.6	26.4	30.5	29.5	26.4	27.2					
	前後平均	1月	27.7	26.0	26.7	27.9	27.7	26.9	27.0	26.2	27.7	26.7	28.8	25.0	27.8	20.9	25.7	27.0	26.8	24.8	24.5	27.3	26.6	28.6	29.4	29.8					
		2月	28.1	28.9	26.5	30.3	28.5	29.6	29.3	30.2	29.1	28.6	23.7	30.8	31.8	28.0	28.4	28.8	27.5	27.6	30.5	27.9	29.5	31.3	31.6	28.4					
	連標月數		2	2	3	3	4	4	2	3	4	3	4	2	4	2	4	4	5	4	4	4	5	4	5	3					
	前後平均		3.0月					3.1月					3.2月					3.5月					3.8月					4.2月			
臺中測站	春季	3月	32.4	32.8	32.7	32.5	30.7	32.5	30.4	30.2	32.4	31.1	29.9	29.7	31.4	30.5	32.2	30.0	31.8	34.7	38.9	30.2	31.9	32.3	33.2	31.4					
		4月	33.6	32.0	31.1	33.1	34.7	31.6	32.6	32.4	32.4	31.2	33.1	30.9	32.4	33.1	33.7	31.2	32.5	34.1	33.2	33.7	33.4	33.3	32.8	32.5					
	夏季	5月	33.6	33.6	34.4	33.5	34.8	35.2	34.8	33.7	32.8	34.4	33.5	33.5	34.2	35.6	33.8	34.1	33.7	34.7	35.6	34.9	36.3	33.7	36.9	37.0					
		6月	35.8	34.3	34.9	34.6	35.1	35.2	35.8	33.5	35.0	34.3	34.7	34.2	34.3	35.7	34.4	34.6	34.9	35.5	35.5	35.9	35.8	35.6	35.1	35.0					
	秋季	7月	35.5	35.1	35.5	36.1	34.8	36.4	39.9	35.4	34.5	35.6	34.8	35.3	34.9	35.1	36.4	35.6	36.2	35.1	35.4	36.6	36.3	35.0	35.0	35.0					
		8月	35.2	35.9	34.2	35.3	34.9	35.7	34.2	34.3	37.0	34.9	35.1	36.1	35.6	35.1	35.1	34.7	35.1	35.5	35.0	35.6	35.1	36.0	35.2	34.6					
	冬季	9月	34.1	34.0	34.1	33.8	33.9	35.2	34.2	34.0	33.8	34.1	35.4	35.2	34.6	34.3	34.5	34.0	36.5	33.8	35.9	35.5	35.2	35.6	35.1	34.7					
		10月	32.9	32.8	34.0	32.1	33.3	33.9	31.4	32.9	32.5	33.8	33.1	33.8	33.2	32.8	31.9	33.7	33.7	33.5	33.4	38.2	32.6	33.6	34.8	34.2					
	連標月數	11月	31.2	30.2	31.0	32.4	30.9	34.0	31.1	31.1	30.7	29.9	32.6	31.1	28.4	32.5	32.2	32.2	30.9	32.9	32.5	31.3	31.7	31.1	33.7	32.3					
		12月	29.1	27.7	28.4	30.5	31.7	29.7	27.5	27.9	29.8	28.7	28.3	29.4	28.7	27.5	28.3	28.4	26.9	29.4	30.8	27.1	31.7	29.5	28.5	28.2					
	前後平均	1月	29.4	28.0	28.6	28.2	30.6	27.7	28.1	26.4	29.6	27.1	30.7	26.4	27.6	23.3	25.9	26.5	26.4	28.7	27.3	29.0	27.2	31.0	29.0	30.4					
		2月	28.8	29.8	26.3	30.0	28.5	29.7	30.4	30.9	29.9	29.6	24.4	32.9	31.4	27.8	28.6	29.3	29.1	28.9	31.4	29.8	30.5	31.7	30.2	28.5					
	連標月數		0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	1	1	1	1	2	2	1					
	前後平均		0.3月					0.5月					0.3月					1.3月													
臺南測站	春季	3月	31.7	34.2	30.0	32.5	31.7	31.1	30.5	33.0	33.4	31.7	31.8	31.3	32.9	30.2	32.8	33.1	32.7	33.8	30.6	31.1	33.9	31.2	32.8	31.6					
		4月	32.7	33.0	32.9	34.3	34.2	31.9	32.9	34.2	32.7	33.6	33.9	31.8	34.3	31.7	34.1	32.2	32.6	33.3	32.8	33.3	34.2	32.9	33.4	32.4					
	夏季	5月	34.3	34.8	35.3	34.4	30.9	34.0	31.1	31.1	30.7	29.9	32.6	34.3	34.5	34.2	35.0	34.1	33.9	33.6	33.8	32.9	32.5	31.3	31.7	31.1					
		6月	36.3	34.0	35.5	35.1	35.3	33.7	37.4	35.0	35.2	36.1	35.2	34.1	35.1	36.2	34.9	34.6	34.2	36.4	36.0	35.0	35.9	34.9	35.5	34.5					
	秋季	7月	35.0	34.9	34.8	34.9	33.9	36.4	35.5	35.9	35.1	35.7	34.3	35.0	35.4	34.9	34.3	36.1	35.2	35.2	35.7	35.0	35.9	35.2	36.1	34.5					
		8月	35.2	34.3	34.4	35.1	34.1	34.1	35.0	33.9	34.5	35.7	34.5	35.3	34.9	35.5	33.6	35.1	34.1	34.3	34.7	34.9	34.3	37.8	35.3	33.8					
	冬季	9月	34.5	33.7	33.5	33.8	33.6	33.8	34.3	34.0	34.2	34.0	35.7	35.6	33.5	33.8	34.7	34.0	34.5	33.8	34.0	35.8	33.9	34.4	34.5	34.3					
		10月	33.5	32.8	34.2	32.4	32.7	32.7	32.7	33.1	33.3	34.1	33.0	33.0	33.2	32.1	31.7	33.0	33.2	32.7	33.3	33.9	32.9	33.4	33.1	33.9					
	連標月數	11月	31.8	30.8	30.9	33.4	31.4	31.8	32.1	32.0	32.3	29.4	32.4	32.2	27.9	31.9	32.1	30.9	31.5	32.2	32.0	33.9	31.8	31.7	32.0	33.0					
		12月	30.7	27.5	28.8	30.4	31.4	30.1	29.2	29.4	29.7	30.3	28.9	29.6	27.4	29.2	28.1	28.4	30.4	29.3	26.8	31.1	31.1	29.0	27.3						
	前後平均	1月	29.5	29.0	29.2	29.5	30.7	27.2	27.5	27.8	28.5	27.2	30.9	26.6	29.0	29.9	27.8	26.7	28.0	28.5	27.3	28.3	27.8	29.3	29.1	27.8					
		2月	30.4	30.6	28.7	32.1	29.0	29.5	28.4	31.1	31.2	30.2	27.5	31.9	31.7	28.8	28.8	30.0	29.1	29.4	30.9	30.0	31.4	31.5	30.6	28.2					
	連標月數		1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0					
	前後平均		0.3月					0.3月					0.5月					0.5月													

- 分析：**1.比較三測站四組年段，年平均 $\geq 36^{\circ}\text{C}$ 的月數大都越來越多，以臺北測站變化最明顯，出生後12年比前12年多了將近1個月。
- 2.比較三個測站四組年段，臺北測站有出現 $\geq 36^{\circ}\text{C}$ 的月數明顯比臺中測站和臺南測站多4~10倍。而 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 的月數紀錄，臺北測站也明顯比較多，臺南測站一次都沒有。
- 3.比較三個測站， $\geq 36^{\circ}\text{C}$ 高溫的主要出現月份並不同，以臺北測站出現月份分布較廣，在5~9月都算常見；臺中測站以7、8月為主，但最近的第四組年段中，竟有3年是在5月也開始出現；臺南測站則以6、7月為主，只有第四年段出現一次是在8月。
- 4.臺北測站 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 高溫多半是在夏季7~8月時較常出現；但是在最近的第四組年段，最高氣溫 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 的月份開始提前到春季5月出現，也出現延伸到秋季9月的紀錄。

## (二)第二階段

1. 根據表 2-1 中三測站最高溫有 $\geq 36^{\circ}\text{C}$ 的年/月紀錄，下載該月報表 31 天最高溫資料，同樣運用色塊進行標記和統計日數，如表 2-2；並繪製出累積直條圖，如圖 2-1。
2. 根據表 2-1，臺北測站每年 7、8 月的最高溫幾乎都 $\geq 36^{\circ}\text{C}$ ，因此單獨統計 7、8 月高溫日數，並繪製成圖 2-2 進行比較。

表 2-2 最高溫 $\geq 36^{\circ}\text{C}$ 的月報表彙整紀錄表(以臺北測站 2016~2021 年資料為例)

觀測時間	2016				2017				2018				2019				2020				2021				
	5月	6月	7月	8月	7月	8月	9月	10月	5月	6月	7月	8月	9月	6月	7月	8月	9月	5月	6月	7月	8月	9月	5月	6月	7月
1	27.6	38.7	36.5	35.6	35.9	33.7	29.7	36.8	33.1	27.6	34.8	37.0	32.5	37.3	35.3	35.8	35.3	33.6	34.2	35.7	36.5	34.6	31.1	32.8	36.4
2	34.0	31.0	35.8	37.3	35.0	34.8	28.9	36.4	34.8	28.0	36.1	37.2	33.8	36.6	34.6	35.4	35.7	34.0	33.7	34.8	36.8	37.6	31.4	33.5	35.7
3	34.2	35.7	36.1	36.6	35.0	35.1	27.0	34.7	26.0	31.8	34.9	36.5	36.1	31.3	33.3	35.1	34.5	34.8	35.0	36.5	28.7	32.6	29.7	35.5	35.6
4	33.9	37.1	35.4	37.8	34.7	34.9	32.8	29.1	27.6	36.0	35.5	35.6	37.0	30.0	34.0	37.6	30.3	36.6	36.8	36.9	33.4	33.7	32.3	33.3	34.4
5	33.6	33.8	36.6	37.2	35.9	37.0	35.1	31.4	32.0	37.4	32.1	36.2	36.0	34.4	35.8	35.6	27.9	34.8	35.9	37.7	34.4	34.2	26.9	26.8	34.7
6	36.1	30.6	36.3	36.0	34.9	37.9	36.2	31.6	34.4	36.7	38.5	35.2	35.8	35.2	34.1	35.2	34.5	32.1	36.8	35.8	37.2	32.8	28.9	25.1	35.9
7	34.6	34.1	33.4	34.2	33.3	38.5	34.4	29.4	34.6	34.6	34.3	36.6	34.4	35.9	37.0	32.6	35.3	28.6	30.9	35.9	36.5	36.2	32.4	30.2	34.6
8	33.7	34.5	30.7	35.9	34.4	37.2	34.1	31.2	31.9	33.9	35.7	36.1	31.3	35.4	35.8	33.8	34.1	33.7	29.3	37.2	35.8	35.8	30.8	34.1	34.8
9	33.3	35.1	35.3	38.2	34.7	37.4	33.5	33.6	24.3	33.5	36.8	36.0	24.9	34.4	36.2	33.1	35.3	36.8	31.7	36.7	34.2	35.3	32.1	32.7	36.8
10	32.3	31.5	34.9	36.1	35.6	36.5	34.5	34.6	26.9	32.7	33.8	36.9	27.0	30.6	37.0	37.8	35.7	24.9	35.6	38.6	35.3	33.9	32.4	33.8	35.0
11	25.0	29.5	34.0	31.1	34.0	37.4	36.1	33.1	29.7	27.0	30.6	36.2	33.6	26.7	34.9	36.4	36.1	29.5	33.7	37.7	34.8	36.0	35.4	33.6	35.8
12	31.5	32.8	36.6	34.8	34.8	35.1	37.7	34.6	26.5	32.8	33.3	34.0	31.2	34.0	27.0	37.4	35.4	24.6	36.1	38.0	36.5	33.9	37.0	34.6	35.8
13	33.2	35.0	36.1	31.7	35.8	37.2	28.6	25.7	33.0	31.5	34.5	34.5	34.5	26.5	37.4	37.2	34.1	29.7	36.4	38.9	36.8	30.6	34.1	33.6	35.4
14	33.2	28.3	35.0	35.9	35.3	38.2	28.9	27.6	35.2	30.2	34.7	30.3	33.7	34.5	36.6	36.9	33.3	34.9	35.3	37.8	36.4	34.7	33.7	35.0	34.7
15	34.1	36.1	36.6	35.9	35.2	37.6	32.9	27.1	33.8	25.9	33.2	33.4	30.7	30.5	36.9	34.8	28.6	34.8	36.2	37.2	35.7	35.4	34.7	34.2	35.8
16	27.0	37.4	37.7	36.3	35.4	37.8	34.0	34.3	35.6	30.5	34.1	34.2	32.4	34.7	36.3	36.1	31.2	34.2	36.7	36.0	35.1	36.0	35.9	35.9	36.1
17	21.6	36.8	38.2	34.5	33.7	36.8	32.4	29.6	36.0	33.2	34.5	36.7	37.8	34.9	34.3	37.4	30.0	34.8	37.6	38.6	35.5	36.6	34.6	36.6	35.4
18	29.7	35.1	37.1	34.0	36.8	37.7	31.6	27.6	37.4	31.8	35.4	32.3	35.6	34.2	33.2	35.1	30.3	29.1	37.4	38.6	35.5	36.6	32.6	37.0	34.7
19	28.2	36.0	35.3	35.4	36.0	36.4	35.2	25.7	35.3	33.7	34.9	33.9	34.5	36.7	34.8	31.5	30.6	25.6	36.7	39.0	36.5	35.3	34.5	36.8	36.0
20	31.8	37.1	38.0	36.7	37.9	37.5	36.0	24.5	35.0	33.7	33.7	35.1	34.6	36.9	37.0	33.4	24.2	28.9	37.2	38.2	36.2	32.0	35.5	36.3	34.8
21	29.6	37.1	35.8	35.6	37.2	34.5	35.3	23.3	35.2	33.5	34.7	34.0	34.8	36.7	36.3	33.2	22.5	29.6	36.3	36.5	35.5	31.3	35.3	35.2	33.6
22	29.2	37.7	37.2	35.8	35.3	33.9	35.7	24.9	35.1	35.1	34.6	35.3	34.0	32.0	35.2	35.6	27.8	25.7	37.6	37.0	32.4	31.9	34.0	30.6	30.8
23	30.6	37.3	36.4	36.6	37.8	35.2	36.9	25.6	33.3	33.5	32.7	32.8	34.2	28.0	34.2	34.5	27.8	25.0	38.4	37.2	33.8	33.9	35.5	28.3	29.2
24	28.1	36.7	35.9	35.9	35.7	35.8	35.7	25.4	34.8	34.7	34.7	30.8	30.7	26.5	35.3	31.0	27.1	30.9	38.2	39.7	37.6	27.3	34.6	29.5	30.8
25	30.1	36.4	35.5	37.6	36.4	37.3	35.5	25.6	34.4	36.4	36.1	32.7	31.0	34.5	35.6	33.9	29.4	33.1	37.6	35.2	38.5	25.5	32.2	29.6	37.8
26	34.9	35.5	35.1	36.8	36.6	35.7	37.1	27.5	36.0	37.0	36.4	33.2	25.7	33.2	36.9	35.1	28.8	32.2	37.8	37.6	37.7	26.0	33.6	34.0	37.5
27	35.1	37.1	38.5	33.5	34.7	37.0	38.6	26.1	38.2	37.1	35.7	32.4	30.1	35.1	36.1	36.3	26.3	27.5	36.9	36.5	36.5	22.3	37.6	35.2	37.4
28	36.2	36.4	38.5	30.3	35.6	36.1	35.6	24.0	35.8	37.8	36.0	33.1	26.4	35.9	34.1	35.1	27.2	23.9	38.0	35.1	35.3	23.1	38.2	34.6	36.4
29	36.7	35.4	38.0	31.9	32.4	35.4	31.9	25.6	37.1	36.5	36.2	32.2	25.8	35.3	35.4	36.8	31.2	33.5	38.9	35.6	34.6	29.1	28.0	35.8	35.4
30	35.8	35.2	35.9	33.1	34.4	33.4	33.7	22.7	37.1	35.2	37.0	31.9	28.5	35.2	35.9	34.4	27.0	33.8	36.1	33.1	35.7	22.7	28.7	34.7	35.2
31	37.3		35.1	34.9	31.4	33.1		23.8	37.3		37.4	34.4			35.4	35.1		34.8		36.3	34.2		25.9		34.0
日數	4	13	12	12	6	17	5	2	6	8	8	9	3	4	12	9	1	2	16	15	7	6	2	4	8
日數	0	1	4	0	1	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0

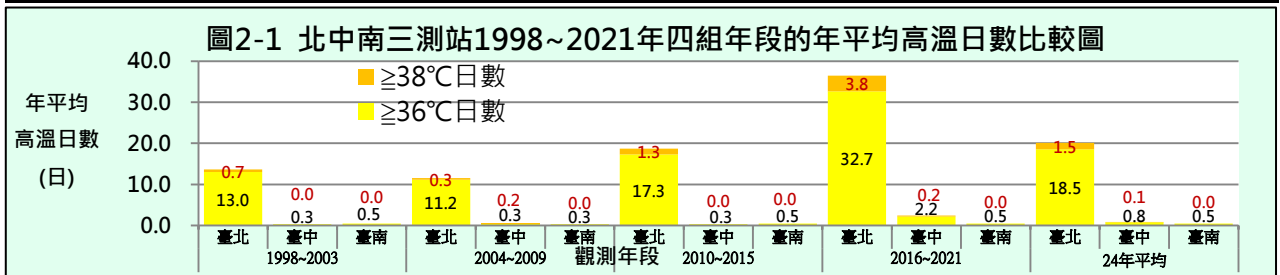


圖 2-1 北中南三測站 1998~2021 年四組年段的年平均高溫日數比較圖

**分析：**1. 根據圖 2-1，比較三個測站，臺北測站的四組年段出現 $\geq 36^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 的年平均日數都明顯比臺中測站和臺南測站多。

2. 比較三測站的四組年段，臺北測站和臺中測站最近的第四組年段， $\geq 36^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 的年平均日數皆明顯比前三組年段多，但臺南測站沒有明顯增加。

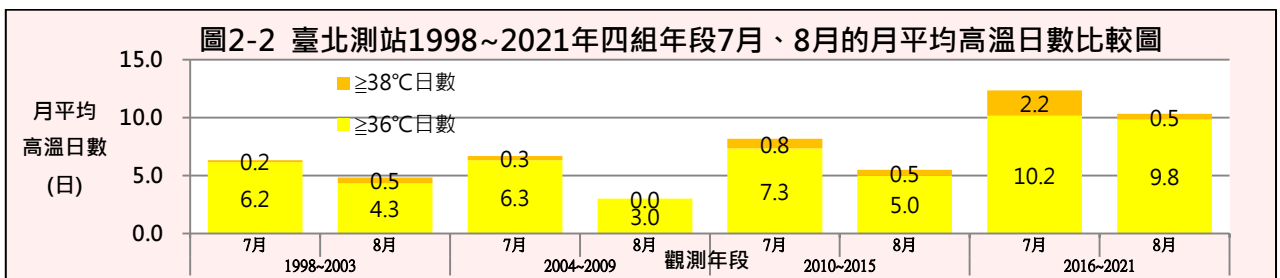


圖 2-2 臺北測站 1998~2021 年四組年段 7 月、8 月的月平均高溫日數比較圖

**分析：**1. 根據圖 2-2，臺北測站近六年夏季 7、8 月的月平均高溫日數也都比其他三組年段多。



### (三)第三階段

1. 統計三測站在 1998~2021 年前後 12 年的各種日最高溫發生次數，繪製成圖 2-3。
2. 找出各年段日最高溫的最小值、最大值、四分位數，繪製成盒鬚圖 2-4 進行比較。
3. 將第四組年段(近 6 年)次數減掉四組年段(近 24 年)平均次數，繪製出差異比較圖 2-4。

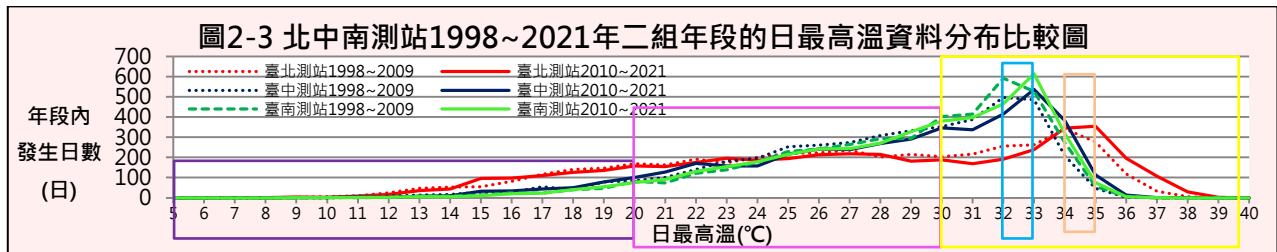


圖 2-3 北中南測站 1998~2021 年二組年段的日最高溫資料分布比較圖

**分析：**1.根據圖 2-3，三測站的前後 12 年段資料分布都有隨著年段增加而往右方較高溫方向平移的現象，代表這段期間有最高氣溫也有越來越上升的變化趨勢。

(1)臺中測站和臺南測站的資料分布較相似，1998~2009 年的眾數都在 32°C，2010~2021 年的眾數都在 33°C，升高 1°C；但臺南測站的眾數比臺中測站多約 100 日。

(2)臺北測站 1998~2009 年的眾數在 34°C，2010~2021 年的眾數在 35°C，也升高 1°C，而且都比同年段的臺中和臺南測站高 2°C，但發生次數較少，只有約 350 次。

2.最高溫的分布集中情形是：(較集中)臺南測站>臺中測站>臺北測站(較分散)。

(1)比較最高溫是  $\leq 20^{\circ}\text{C}$  的發生日數，臺北測站(明顯)>臺中測站>臺南測站。

(2)比較  $20^{\circ}\text{C} \leq$  最高溫  $\leq 30^{\circ}\text{C}$  的發生日數，臺北測站的每種溫度發生日數差異不大，但臺中測站和臺南測站則是越高溫的發生日數越多。

(3)比較最高溫  $\geq 30^{\circ}\text{C}$  的發生日數，臺北測站眾數的溫度兩側曲線都是緩升或緩降，跨越到 39°C；但臺中測站和臺南測站眾數的溫度兩側曲線比較陡，且只到 36°C。

表 2-3 1998~2021 年三測站四組年段的日最高氣溫資料分布彙整表

資料類型	第一組年段(1998~2003)			第二組年段(2004~2009)			第三組年段(2010~2015)			第四組年段(2016~2021)			資料序列
	臺北	臺中	臺南	臺北	臺中	臺南	臺北	臺中	臺南	臺北	臺中	臺南	
最小值(min)	9.8	12.0	5.0	9.3	9.5	10.0	9.4	11.1	11.8	7.6	7.8	9.8	1
第 1 四分位數(Q1)	22.3	25.6	26.4	22.4	25.2	26.3	22.1	24.8	25.8	23.1	25.8	26.6	548
中位數(Q2)	27.7	29.4	30.2	27.7	29.2	30.2	27.8	29.6	29.9	28.5	30.0	30.3	1096
第 3 四分位數(Q3)	32.7	32.3	32.5	32.7	32.2	32.7	33.3	32.6	32.6	34.1	33.1	33.0	1644
最大值(max)	38.8	36.4	36.4	38.6	39.9	36.1	39.3	36.5	36.4	39.7	38.3	37.8	2192



圖 2-4 北中南三測站 1998~2021 年四組年段的日最高氣溫資料分布盒鬚圖

**分析**：1.根據圖 2-4，比較三測站四組年段，都是第 4 組年段的中位數最大，而且盒子也都位在稍微高一點的區段，代表近 6 年整體日最高氣溫有高於其它三個年段的現象。

2.盒子大小都是：臺南<臺中<臺北測站；代表最高溫分布是：

(較集中) 臺南測站>臺中測站>臺北測站 (較分散)。

3.各年段的中位數都是：臺南>臺中>臺北測站；但第 3 四分位數都是：臺北測站明顯>臺中和臺南測站；代表雖然臺南測站的日最高溫大多數是高於臺中和臺北測站，但是溫度分布較集中；而對照圖 2-3，臺北測站的高溫分布範圍較臺南和臺中測站大。

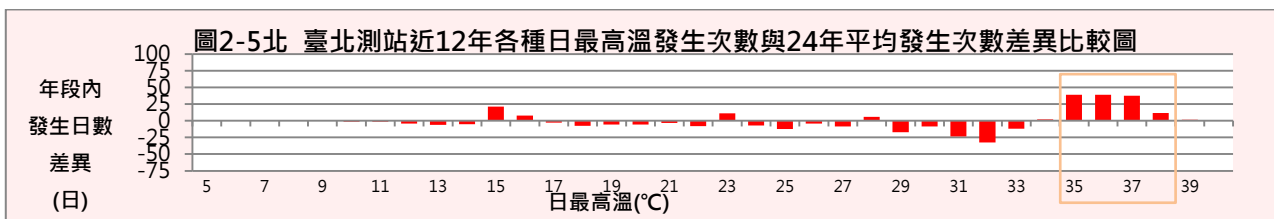


圖 2-5 北 臺北測站近 12 年各種日最高溫發生次數與 24 年平均發生次數差異比較圖

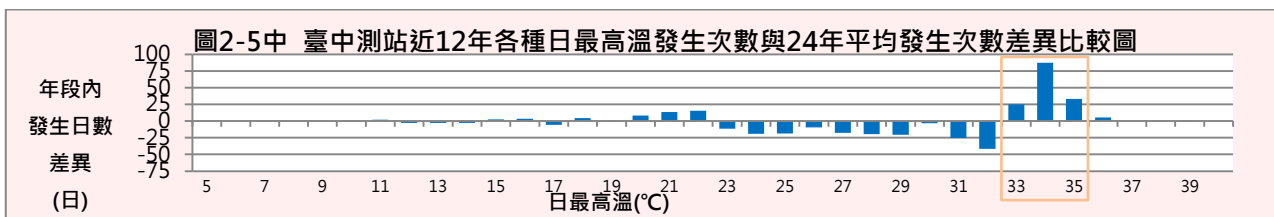


圖 2-5 中 臺中測站近 12 年各種日最高溫發生次數與 24 年平均發生次數差異比較圖

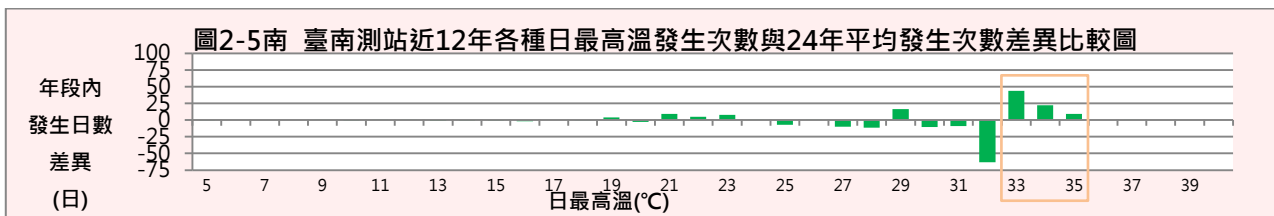


圖 2-5 南 臺南測站近 12 年各種日最高溫發生次數與 24 年平均發生次數差異比較圖

**分析**：1.根據圖 2-5，三測站近 12 年最高溫在高溫區段的發生次數都明顯較 24 年平均值增加，但臺北測站主要是在 35~38°C 的發生次數明顯增加，而臺中和臺南測站則在 33~35°C 的發生次數明顯增加。

### 三、資料分析結果彙整

研究假設沒有完全獲得支持，

1. 臺灣的臺北測站、臺中測站和臺南測站近 12 年(2010~2021)發生  $\geq 36^\circ\text{C}$  高溫的年平均月數和日數都比前 12 年(1998~2009)或 24 年平均值增加。
2. 但是增加日數依序是：臺北測站>臺中測站>臺南測站，且臺北測站明顯比臺中測站和臺南測站多；而臺中和臺南測站則是  $33\sim 35^\circ\text{C}$  的日數明顯增加。

## 研究三 中央氣象局北中南三測站之低溫發生情形變化分析

### 一、研究假設

根據實驗一和實驗二的結果發現，臺北、臺中和臺南三測站在近 12 年來測到高溫的天數明顯增加，這應該就會導致低溫天氣越來越少。所以推測近 12 年發生低溫(符合中央氣象局低溫警特報標準)的日數應該會比 24 年平均價值減少，並以臺北測站減少較多。

### 二、資料處理步驟與彙整結果

#### (一)第一階段

- 彙整 24 個年報表中 1~12 月的最低溫數據，並依中央氣象局發布低溫警特報標準，將  $10^{\circ}\text{C} \geq \text{最低溫} > 6^{\circ}\text{C}$  的數據標示淺藍色， $\leq 6^{\circ}\text{C}$  的數據標示深藍色，彙整成表 3-1。

表 3-1 1998~2021 年三測站各月最低溫紀錄彙整表

測站	資料分組	第一組年段					第二組年段					第三組年段					第四組年段									
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
臺北測站	春季	3月	12.0	13.0	12.2	11.6	13.3	11.4	11.1	5.5	10.3	11.1	11.8	10.3	8.5	10.4	10.7	10.4	11.8	11.4	9.4	12.0	11.0	12.1	13.0	11.9
	4月	15.3	13.3	15.8	14.6	16.3	15.6	13.7	14.4	15.5	12.6	13.9	14.1	13.7	13.7	16.7	13.4	16.7	13.6	17.1	11.5	13.6	15.2	10.3	15.9	
	5月	20.3	14.9	17.9	19.9	19.9	19.3	17.9	20.2	16.6	19.4	16.5	18.4	18.7	17.9	19.3	14.4	15.1	18.1	19.0	19.7	20.0	17.9	21.8	19.8	
	夏季	6月	20.4	21.7	17.6	20.7	23.8	20.5	19.9	22.8	19.1	23.4	19.7	20.6	19.4	23.8	23.3	22.9	23.1	24.5	24.1	22.0	22.2	22.3	24.8	21.8
	7月	23.9	24.3	23.9	23.7	25.0	24.7	24.1	23.7	25.7	25.1	24.7	24.6	25.0	24.5	24.7	24.2	24.4	24.2	23.9	24.2	24.9	24.8	24.6	24.9	
	8月	23.9	22.6	24.0	24.9	25.1	24.7	24.6	24.5	23.4	23.8	23.6	25.0	24.1	24.2	24.1	24.5	24.7	23.9	24.6	25.4	24.3	25.1	25.1	24.3	
	9月	21.9	22.0	21.3	22.0	23.3	23.0	23.8	20.6	23.4	22.1	24.0	24.3	24.7	19.6	21.2	23.7	22.4	23.2	20.4	19.8	20.5	23.7	20.4	19.8	20.5
	秋季	10月	18.4	18.5	18.5	20.2	19.8	16.7	17.9	19.0	20.6	20.0	21.5	18.6	16.8	19.5	18.9	17.8	17.5	20.4	18.7	16.1	19.9	18.7	19.1	19.1
	11月	18.0	15.4	14.4	13.5	12.9	14.6	16.1	16.7	18.5	14.1	11.4	15.2	17.1	18.0	13.7	11.7	16.8	13.5	17.6	16.2	16.8	16.0	17.9	13.9	13.9
	冬季	12月	13.7	7.0	14.4	8.4	11.8	11.5	7.6	7.3	11.9	11.3	12.2	9.8	7.2	10.8	8.6	9.9	11.0	11.3	12.6	12.7	12.3	11.6	7.6	12.3
	1月	8.5	9.6	8.7	10.4	9.3	8.7	6.8	7.6	8.8	8.2	10.2	6.4	7.0	7.9	9.3	11.6	10.3	10.3	4.0	12.2	8.6	11.9	7.1	6.8	
	2月	9.1	8.0	10.9	11.5	12.0	11.0	10.1	7.3	12.5	9.9	7.8	14.6	9.7	10.2	9.5	13.0	7.8	9.8	6.1	10.4	7.6	13.7	8.5	11.9	
	連標月數	2	3	1	1	1	1	2	4	1	2	1	2	4	1	3	1	1	1	3	0	2	0	3	1	1
	年段平均		1.5月					2.0月					1.8月					1.7月					1.5月			
前後平均		1.5月					1.8月					1.8月					1.7月					1.5月				
臺中測站	春季	3月	13.6	13.7	13.8	11.6	12.4	11.5	11.1	5.0	10.3	11.6	10.3	11.8	9.5	11.6	12.0	11.6	13.4	13.0	9.4	12.9	10.9	12.3	14.5	12.7
	4月	16.2	17.4	15.1	15.4	17.6	16.2	13.0	14.1	15.9	12.0	14.3	14.8	14.1	15.3	17.2	14.8	17.1	12.4	17.3	11.9	14.7	16.7	12.8	17.3	
	5月	21.5	16.4	19.8	21.1	20.5	20.5	20.4	21.7	19.4	18.6	19.0	19.3	19.5	20.1	21.6	19.1	16.5	21.7	19.8	18.9	20.3	18.9	21.8	19.9	
	夏季	6月	22.3	23.1	18.4	22.0	22.8	21.9	23.3	23.4	19.4	22.8	22.2	22.1	21.0	23.1	23.1	24.2	23.0	23.2	23.9	22.5	24.0	22.5	22.0	23.2
	7月	22.4	23.3	22.6	22.7	23.3	22.5	22.4	22.4	24.0	23.9	22.6	23.8	23.8	23.7	24.0	22.6	23.9	23.0	23.5	23.4	23.7	23.1	24.0	22.5	
	8月	23.4	22.7	22.9	23.7	23.4	22.5	23.1	22.9	23.3	22.5	23.4	24.5	23.4	23.9	23.5	22.2	23.6	22.9	23.9	23.7	23.6	23.8	23.2	23.0	
	9月	22.1	21.4	22.0	21.5	22.0	23.7	22.5	21.6	21.7	22.2	22.3	24.0	24.0	23.3	22.6	20.8	20.7	22.9	23.5	24.5	22.4	21.8	21.7	23.5	
	秋季	10月	19.9	20.3	20.7	19.5	19.9	15.8	16.6	19.4	20.5	18.9	21.9	18.5	17.2	20.3	19.1	16.2	18.8	19.9	22.5	17.6	15.6	20.4	19.7	20.9
	11月	16.0	15.3	16.2	11.7	13.8	13.7	13.9	15.5	18.1	12.1	10.9	16.5	15.7	17.5	14.2	9.9	16.7	13.9	16.8	17.4	16.4	16.5	18.1	13.6	13.6
	冬季	12月	12.9	4.7	13.5	6.2	11.6	9.1	8.3	6.3	9.6	11.6	9.9	10.1	7.5	9.6	9.0	9.1	8.7	11.1	13.3	11.7	13.5	12.0	9.1	10.9
	1月	9.5	11.0	9.7	10.6	7.7	8.3	6.5	6.0	8.7	6.2	9.7	5.4	6.8	7.9	10.8	10.4	7.2	8.2	4.4	11.6	6.1	11.1	6.9	6.7	
	2月	9.5	6.8	11.2	11.7	11.3	9.5	9.0	6.9	12.8	7.6	8.7	13.7	9.5	10.3	10.1	13.9	6.7	9.6	7.5	9.9	7.9	14.3	8.4	12.0	
	連標月數	2	2	1	1	1	3	3	4	2	2	3	1	4	2	1	2	3	2	3	1	2	0	3	1	1
	年段平均		1.7月					2.5月					2.3月					1.7月					1.7月			
前後平均		2.1月					2.0月					2.0月					1.7月					1.7月				
臺南測站	春季	3月	13.3	14.8	14.8	11.6	14.7	11.1	10.3	6.7	10.6	13.1	12.0	12.5	9.3	11.7	12.7	13.2	14.1	13.7	10.5	12.8	11.0	13.4	15.1	14.6
	4月	17.7	17.7	16.7	16.9	17.3	16.6	12.8	12.8	12.8	15.9	12.8	15.9	15.1	15.1	14.8	18.2	15.6	18.2	16.5	18.9	14.2	15.0	17.9	14.5	17.6
	5月	23.1	17.4	21.3	22.3	22.2	20.0	21.2	22.3	20.0	21.3	20.2	20.0	19.8	20.1	21.2	21.5	17.8	22.8	20.8	21.1	21.9	19.6	22.8	21.9	
	夏季	6月	23.7	23.8	19.7	23.2	24.3	23.0	24.0	23.5	21.7	22.8	25.1	25.1	21.9	23.3	22.6	23.3	23.7	24.0	24.1	24.0	24.1	24.1	24.1	24.0
	7月	24.2	23.7	22.5	24.0	23.8	24.2	23.4	23.6	23.0	24.9	23.6	24.0	22.9	24.1	22.8	21.5	24.4	23.5	24.5	23.2	24.2	24.3	24.6	24.0	
	8月	24.2	23.3	23.6	24.3	23.2	22.5	24.1	22.7	22.3	23.2	25.1	24.1	24.1	24.6	23.0	22.4	24.0	23.4	24.1	24.8	22.6	24.1	23.9	23.6	
	9月	22.7	21.0	22.9	22.6	22.2	23.2	23.1	23.9	22.8	23.9	22.7	25.0	22.4	22.3	21.9	22.6	24.0	24.2	23.6	24.9	23.0	22.1	23.2	24.1	
	秋季	10月	19.9	19.8	20.2	20.1	19.7	16.7	18.3	18.4	20.9	19.8	22.0	18.9	16.6	19.7	19.0	16.7	19.2	20.4	22.1	17.7	17.1	20.6	19.8	20.7
	11月	17.1	16.5	16.7	13.3	13.6	13.9	15.4	15.9	19.1	12.3	11.7	16.4	16.2	17.7	15.6	10.2	17.4	13.2	17.6	17.0	17.5	16.3	18.3	15.5	
	冬季	12月	14.3	6.1	13.9	8.2	11.2	9.3	9.4	7.1	9.5	11.6	10.0	10.4	8.0	11.2	9.3	8.6	10.4	11.9	13.4	12.8	12.5	12.3	10.1	12.0
	1月	10.3	11.8	9.6	11.8	9.9	8.3	5.3	6.9	9.4	7.5	9.4	6.2	8.0	9.0	10.9	10.5	8.7	10.0	9.6	12.8	6.7	10.9	7.8	7.9	
	2月	9.4	8.0	11.1	12.9	11.5	9.5	9.3	7.7	11.5	8.8	8.9	14.7	10.4	9.9	10.3	13.1	8.3	9.7	7.9	9.4	7.7	15.3	9.8	12.9	
	連標月數	1	2	1	1	1	3	3	4	2	2	3	1	3	2	1	1	2	1	2	1	2	0	2	1	1
	年段平均		1.5月					2.0月					2.5月					1.7月					1.5月			
前後平均		2.0月					2.5月					1.7月					1.5月					1.5月				

- 分析：**
- 比較三測站的四組年段，當月有出現  $\leq 10^{\circ}\text{C}$  的年平均月數大都越來越少，但減少的幅度不大；以臺南測站變化稍微明顯，出生後 12 年比前 12 年少了 0.5 個月。
  - $\leq 10^{\circ}\text{C}$  低溫的主要出現月份大致都在冬季 1 月和 2 月，其次是 12 月；而前三組年段的 6 年中有 2~5 年會在 12 月開始出現  $\leq 10^{\circ}\text{C}$  的情形，但在第四組年段，三測站只有 0~1 年是在 12 月開始出現  $\leq 10^{\circ}\text{C}$ ，代表冬季低溫出現時間有延後的現象。
  - 在前三組年段，每年都至少有 1 個月會出現  $\leq 10^{\circ}\text{C}$  低溫的日子，但在第四組年段中，三個測站都有出現 1~2 年(2017 年和 2019 年)完全沒有  $\leq 10^{\circ}\text{C}$  低溫的情況。

## (二)第二階段

1. 根據表 3-1 中最低溫有 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 的年/月紀錄，下載該月報表 31 天最低溫資料，同樣運用色塊進行標記和統計日數，並繪製出累積直條圖，如圖 3-1。

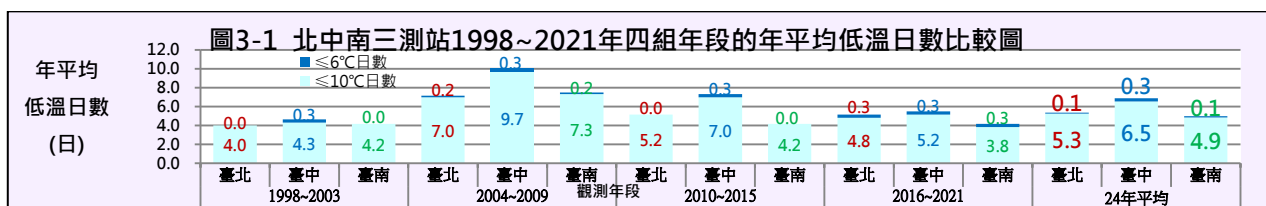


圖 3-1 北中南三測站 1998~2021 年四組年段的年平均低溫日數比較圖

- 分析：**
1. 根據圖 3-1，比較三個測站四組年段和 24 年平均值，近 6 年最低溫 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 的年平均日數都稍微減少； $\leq 6^{\circ}\text{C}$ 的年平均日數稍微增加，但差異不到 1 日，變化並不明顯。
  2. 比較三測站四組年段出現 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 的年平均日數，大都是：臺中明顯>臺北>臺南測站。

## (三)第三階段

1. 統計三測站在 1998~2021 年前後 12 年的各種日最低溫發生次數，繪製成圖 3-2。
2. 找出各年段日最高溫的最小值、最大值、四分位數，繪製成盒鬚圖 3-3 進行比較。
3. 將第四組年段(近 6 年)次數減掉四組年段(近 24 年)平均次數，繪製出差異比較圖 3-4。

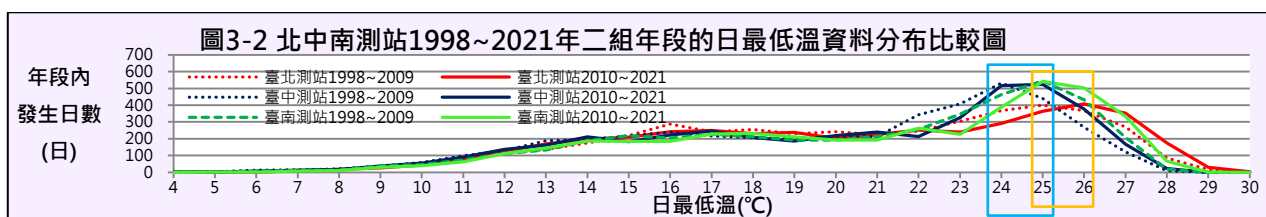


圖 3-2 北中南測站 1998~2021 年二組年段的日最低溫資料分布比較圖

- 分析：**
1. 根據圖 3-2，三測站的前後 12 年段的最低溫資料分布都有隨著年段增加而往右方較高溫方向平移的現象，代表這段期間有最低氣溫也有越來越上升的變化趨勢。

(1) 臺中測站和臺南測站的資料分布較相似，1998~2009 年的眾數約在  $24\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，2010~2021 年的眾數都在  $25^{\circ}\text{C}$ ，約升高  $1^{\circ}\text{C}$ ；且兩測站眾數的數值差不多，都是 500 多。

(2) 臺北測站 1998~2009 年的眾數在  $25^{\circ}\text{C}$ ，2010~2021 年的眾數在  $26^{\circ}\text{C}$ ，也升高  $1^{\circ}\text{C}$ ，而且都比同年段的臺中和臺南測站高  $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ，但發生次數較少，只有約 400 次。

2. 在 $\leq 21^{\circ}\text{C}$ 的最低溫發生日數，三個測站差異不大；在 $\geq 21^{\circ}\text{C}$ 的最低溫發生日數分布集中情形是：(較集中)臺中測站>臺南測站>臺北測站(較分散)。

表 3-3 1998~2021 年三測站四組年段的日最低氣溫資料分布彙整表

資料類型	第一組年段(1998~2003)			第二組年段(2004~2009)			第三組年段(2010~2015)			第四組年段(2016~2021)			資料序列
	臺北	臺中	臺南	臺北	臺中	臺南	臺北	臺中	臺南	臺北	臺中	臺南	
最小值(min)	7.0	4.7	6.1	5.6	5.0	5.3	7.0	6.7	8.0	4.0	4.4	5.6	1
第 1 四分位數(Q1)	16.9	16.7	17.4	16.7	16.3	16.8	16.3	16.2	17.0	17.3	17.2	17.9	548
中位數(Q2)	21.4	21.9	22.5	21.3	21.4	22.1	21.4	21.6	22.4	21.9	21.9	22.6	1096
第 3 四分位數(Q3)	24.9	24.4	25.1	25.2	24.5	25.2	25.3	24.9	25.5	25.9	25.0	25.8	1644
最大值(max)	30.8	28.8	28.7	29.5	28.2	28.6	30.3	28.9	29.8	30.2	28.3	29.5	2192

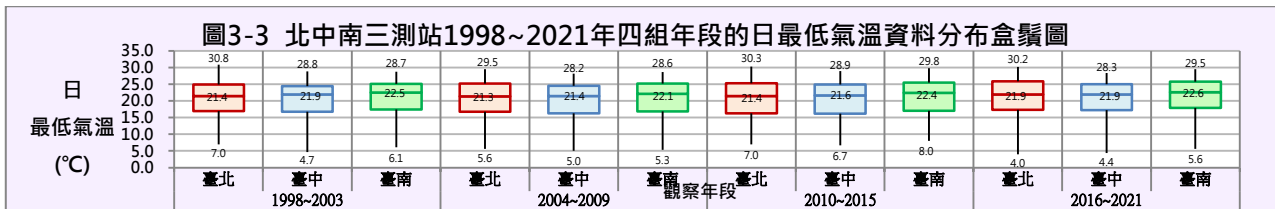


圖 3-3 北中南三測站 1998~2021 年四組年段的日最低氣溫資料分布盒鬚圖

- 分析：**
1. 根據圖 3-3，比較三測站四組年段，都是第 4 組年段的中位數最大，而且盒子也都位在稍微高一點的區段，代表近 6 年整體日最低氣溫有高於其它三個年段的現象。
  2. 盒子大小都是臺北測站最大，臺中測站和臺南測站差異不大；代表最低溫分布是：(較分散)臺北測站>臺南測站=臺中測站(較集中)。
  3. 各年段的中位數都是：臺南>臺中>臺北測站；但第 3 四分位數都是：臺中測站明顯<臺北和臺南測站；代表雖然臺中測站的日最低溫大多數是低於臺北和臺南測站。

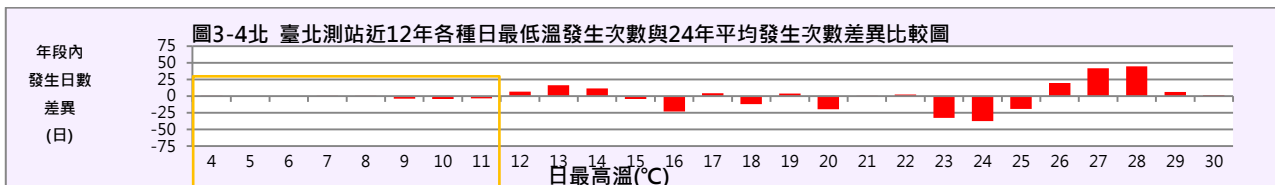


圖 3-4 北 臺北測站近 12 年各種日最低溫發生次數與 24 年平均發生次數差異比較圖

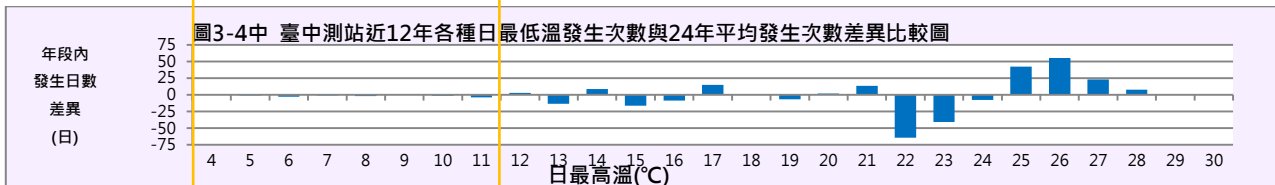


圖 3-4 中 臺中測站近 12 年各種日最低溫發生次數與 24 年平均發生次數差異比較圖

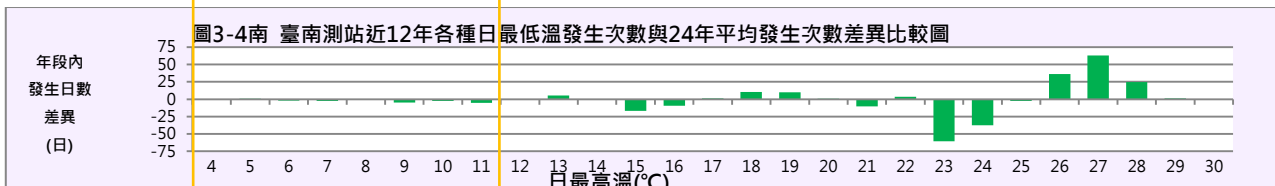


圖 3-4 南 臺南測站近 12 年各種日最低溫發生次數與 24 年平均發生次數差異比較圖

- 分析：**
1. 根據圖 3-4，三測站在 4~11°C 範圍的發生次數大多都是稍微減少的，代表近 12 年發生最低氣溫  $\leq 11^\circ\text{C}$  的情況較以往少，也算是代表氣溫有越來越上升的變化趨勢。

### 三、資料分析結果彙整

研究假設沒有完全獲得支持，

1. 臺灣的臺北測站、臺中測站和臺南測站近 12 年(2010~2021)發生  $\leq 10^\circ\text{C}$  低溫的年平均月數和日數都比前 12 年(1998~2009)或 24 年平均值減少，但減少的幅度很小。
2. 但是低溫減少日數依序是：臺中測站>臺南測站>臺北測站，但差異不大。
3. 另外發現：每年出現  $\leq 10^\circ\text{C}$  低溫的時間有從 12 月往 1 月延遲的現象。



## 研究四 中央氣象局北中南三測站之日溫差情形變化分析

### 一、研究假設

各季節的日溫差通常也算是一個地區氣候的重要特性，根據研究二和研究三，三個測站的最高溫分布和最低溫分布在近年皆有明顯往高溫平移的現象，且最高溫變化比較明顯，但三個測站變化幅度又不同，因此推測各地區在不同季節/月份的日溫差也有不同變化；應該近 12 年日溫差平均值會比 24 年平均值稍微增加，且臺北>臺中>臺南測站，並且可能是春季和秋季月份的日溫差會增加較明顯。

### 二、資料處理步驟與彙整結果

#### (一)第一階段

1. 彙整 3 測站 24 年各月的每日最高溫和最低溫差距(日溫差)數據，計算每年 12 個月的日溫差平均值，並將 1998~2021 分成前後 12 年比較，繪製成表 4-1 和圖 4-1。

表 4-1 1998~2021 年各月的平均日溫差紀錄彙整表

測站	資料分組	第一組年段												前 12 年 各月平均 日溫差	第三組年段					第四組年段					後 12 年 各月平均 日溫差	24 年 月平均 日溫差	月平均 日溫差 變化	季平均 日溫差 變化			
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019					2020	2021	
臺北測站	春季	3月	6.7	6.1	5.9	7.1	7.0	6.9	5.4	7.9	6.1	5.8	7.2	6.8	6.58	7.8	5.5	7.2	7.7	6.2	6.5	6.5	6.5	8.7	6.6	7.9	6.6	6.97	6.78	0.20	0.17
	4月	7.9	7.1	6.0	6.1	7.4	7.2	7.9	7.2	6.6	6.4	6.3	6.5	6.88	7.2	8.4	7.6	6.6	6.7	7.5	7.7	8.2	8.6	7.9	7.2	6.2	7.47	7.17	0.30		
	5月	7.2	7.3	7.4	6.0	8.0	6.1	8.0	6.4	6.8	8.0	7.7	8.1	7.25	6.9	6.8	7.5	6.5	6.8	6.9	7.9	6.9	8.9	6.0	7.6	7.8	7.20	7.22	-0.02		
	夏季	6月	7.5	7.9	8.0	8.5	7.5	7.6	6.8	6.8	7.9	6.8	8.1	8.1	7.62	6.4	8.3	6.6	7.5	6.8	8.5	9.1	7.1	7.7	7.2	9.1	7.3	7.63	7.62	0.01	
		7月	8.3	7.4	7.8	8.2	7.7	8.6	8.4	8.0	7.4	8.4	7.6	7.7	7.95	8.2	8.1	8.1	8.6	8.0	8.1	9.2	8.5	7.6	8.5	9.7	7.7	8.34	8.15	0.20	
		8月	7.8	8.5	7.7	8.1	7.9	8.4	7.5	7.4	7.4	7.5	7.9	7.3	7.78	7.8	8.3	7.6	7.8	8.2	7.3	8.4	8.5	7.6	7.6	8.4	6.9	7.87	7.82	0.04	
	秋季	9月	5.9	6.6	6.8	5.4	6.4	6.0	6.2	6.4	5.6	5.8	6.1	6.5	6.14	7.5	6.5	6.6	6.0	8.0	6.8	6.4	7.1	7.0	6.0	7.3	7.3	6.87	6.51	0.37	
		10月	4.2	5.0	5.5	4.6	5.9	6.6	5.9	4.8	5.8	4.0	5.6	4.3	5.20	4.4	4.5	6.6	5.1	5.8	5.0	5.7	5.1	5.3	6.3	4.9	4.5	5.26	5.23	0.03	
		11月	4.7	4.8	4.7	5.9	5.5	4.9	5.8	5.1	5.3	3.6	4.9	4.8	5.00	4.3	4.1	5.4	5.3	5.5	5.7	5.6	4.9	4.9	5.7	5.4	4.7	5.11	5.06	0.06	
	冬季	12月	3.7	4.0	4.2	5.7	5.4	5.9	5.1	5.1	4.9	4.9	6.4	5.5	5.06	7.2	3.7	5.5	4.4	5.1	4.5	5.4	4.0	5.6	5.7	4.0	4.4	4.95	5.00	-0.06	
		1月	5.2	4.4	5.4	5.8	6.1	6.5	4.9	4.6	5.0	5.1	4.9	5.3	5.25	6.2	3.9	3.8	5.6	7.2	5.7	4.2	5.2	5.2	5.3	6.7	5.8	5.40	5.32	0.07	
		2月	5.4	6.3	3.9	6.4	6.6	6.6	7.1	5.6	5.6	7.1	3.9	6.8	5.96	6.4	5.8	5.5	6.3	6.1	6.5	6.2	5.8	5.1	5.8	8.3	7.2	6.25	6.11	0.15	
年平均	7.0	6.2	6.3	6.1	6.5	6.8	6.8	6.6	6.3	6.2	6.1	6.4	6.39	6.4	6.7	6.2	6.5	6.4	6.7	6.6	6.8	6.5	6.8	6.6	7.2	6.61	6.50	ABS: 0.12			
臺中測站	春季	3月	8.8	8.7	8.4	8.9	9.1	8.6	8.3	8.9	8.7	7.5	9.7	8.6	8.68	9.2	7.6	9.4	9.0	8.0	8.7	7.9	9.0	10.3	8.7	9.1	9.1	8.83	8.76	0.07	0.28
	4月	3.6	8.1	6.9	7.3	9.0	7.1	8.6	7.6	6.9	6.9	7.6	7.7	7.29	7.9	8.4	6.9	6.5	8.0	9.0	7.6	8.5	8.8	8.1	14.6	8.4	8.56	7.93	0.63		
	5月	8.0	7.7	7.4	6.8	8.3	8.0	8.8	7.2	7.1	8.0	8.0	8.0	7.77	7.6	7.7	6.8	6.8	6.9	6.8	7.6	7.9	8.2	6.9	7.8	8.7	7.53	7.65	-0.12		
	夏季	6月	6.4	7.5	7.1	7.8	7.2	7.2	7.4	6.0	6.9	6.7	7.1	7.0	7.02	6.4	7.3	7.0	7.0	6.9	7.4	7.2	6.8	7.7	5.7	1.3	6.9	6.47	6.75	-0.28	
		7月	7.7	7.0	7.4	7.5	7.7	8.1	8.1	7.4	6.9	7.8	7.4	6.6	7.47	7.4	7.5	7.2	9.0	7.5	7.4	8.2	8.3	7.5	9.8	8.2	7.3	7.94	7.70	0.23	
		8月	3.3	8.0	7.1	7.6	7.1	8.2	7.3	6.9	7.4	7.2	7.3	6.5	6.99	8.1	7.4	6.8	7.1	7.5	6.6	7.5	7.2	7.3	7.5	7.9	6.8	7.29	7.14	0.15	
	秋季	9月	7.3	7.2	7.2	6.6	7.8	7.5	7.0	7.6	7.3	7.2	6.7	7.2	7.20	7.3	7.6	7.5	7.2	7.1	7.4	6.8	7.4	7.1	7.8	7.9	7.5	7.37	7.29	0.08	
		10月	7.6	7.6	7.9	8.0	8.0	10.2	9.1	7.7	8.5	7.2	7.6	7.9	8.11	6.8	7.8	8.6	8.3	8.9	7.2	7.2	7.7	8.9	8.2	8.4	7.2	7.94	8.02	-0.09	
		11月	7.9	8.5	7.2	9.6	8.4	8.3	9.3	8.5	7.8	7.2	8.2	7.7	8.22	7.8	6.9	7.6	7.6	8.6	8.1	7.3	7.2	7.9	9.2	8.3	7.9	7.87	8.04	-0.18	
	冬季	12月	7.6	8.0	8.3	9.0	8.9	11.3	9.3	8.4	8.5	9.0	10.3	8.6	8.91	9.8	6.9	8.0	7.9	8.3	7.7	8.6	8.0	8.9	8.9	7.4	8.5	8.22	8.57	-0.34	
		1月	8.9	7.9	8.7	9.3	10.1	10.0	9.3	8.0	8.2	8.1	8.3	10.0	8.90	8.9	7.0	7.1	8.3	10.5	9.7	6.6	9.3	8.1	8.7	9.1	9.8	8.59	8.75	-0.16	
		2月	6.7	9.1	6.3	8.1	8.6	8.5	8.8	7.1	7.9	9.3	6.4	8.8	7.97	7.0	8.1	7.0	8.0	8.0	8.6	7.5	8.3	7.3	8.8	9.6	9.3	8.14	8.06	0.08	
年平均	7.0	8.0	7.5	8.0	8.4	8.6	8.4	7.6	7.7	7.7	7.9	7.9	7.88	7.8	7.5	7.6	7.7	8.0	7.9	7.5	8.0	8.2	8.2	8.3	8.1	7.90	7.89	ABS: 0.20			
臺南測站	春季	3月	8.6	9.9	9.6	9.6	8.4	9.4	8.9	10.1	9.4	9.0	10.0	9.4	9.37	9.6	8.9	8.4	9.5	8.6	9.4	9.2	9.9	10.3	9.2	9.3	9.3	9.30	9.34	-0.04	0.11
	4月	7.3	8.1	8.0	7.8	9.1	7.5	8.8	8.3	7.4	8.7	8.2	8.3	8.12	8.6	8.3	7.1	6.9	7.8	8.3	7.8	8.0	8.6	8.2	9.1	8.4	8.10	8.11	-0.01		
	5月	7.4	7.3	7.2	6.9	7.5	8.4	8.8	6.7	7.3	7.6	8.4	7.9	7.63	7.9	7.4	6.7	6.0	6.7	7.1	7.3	7.9	7.2	6.7	7.1	6.9	7.08	7.35	-0.28		
	夏季	6月	6.2	6.3	6.9	7.0	6.3	6.8	7.3	6.5	6.2	7.1	5.5	7.1	6.59	6.0	6.6	5.8	6.6	6.1	6.7	6.5	6.2	6.4	6.2	6.8	5.8	6.31	6.45	-0.14	
		7月	6.7	6.4	6.5	6.7	5.5	7.4	6.9	7.3	6.0	7.5	6.5	6.9	6.69	6.3	6.5	6.5	7.3	6.4	6.5	6.7	7.5	7.2	6.8	7.2	6.2	6.77	6.73	0.04	
		8月	7.5	6.3	6.6	7.1	7.0	7.2	6.9	6.5	6.9	6.7	6.6	6.3	6.79	7.5	6.5	6.4	6.5	5.2	6.3	6.1	6.7	6.0	6.4	7.4	5.7	6.38	6.59	-0.20	
	秋季	9月	7.2	6.5	7.0	6.0	6.9	6.5	6.7	6.6	6.8	7.0	6.4	6.7	6.68	6.1	6.9	7.2	6.4	5.5	6.1	6.2	6.4	6.6	7.1	7.4	6.3	6.52	6.60	-0.08	
		10月	7.5	7.1	7.5	8.1	8.3	8.5	9.9	7.8	8.1	7.7	7.5	8.0	8.00	7.3	7.6	8.5	8.4	8.7	6.4	6.2	7.7	8.9	8.1	8.0	6.7	7.71	7.85	-0.15	
		11月	7.8	8.0	7.1	9.5	9.2	7.5	9.3	8.3	8.0	7.8	8.6	8.1	8.27	7.2	6.3	7.8	8.1	8.3	7.3	7.0	7.9	8.3	8.6	6.7	7.4	7.56	7.92	-0.35	
	冬季	12月	7.6	7.4	8.0	8.8	8.8	10.8	9.1	8.6	8.7	9.5	10.5	8.8	8.89	9.2	6.8	8.1	8.3	8.7	7.8	7.9	8.2	8.9	8.5	7.5	8.5	8.21	8.55	-0.34	
		1月	9.1	8.4	8.6	9.5	9.2	9.6	9.9	9.0	8.6	8.3	8.8	10.4	9.12	9.5	7.7	7.6	8.6	10.7	9.8	7.3	9.0	8.7	9.4	9.8	9.3	8.95	9.03	-0.09	
		2月	7.1	9.8	7.5	8.7	8.9	8.8	8.8	8.4	8.7	9.5	7.6	8.6	8.52	7.4	8.6	7.6	8.8	8.3	8.4	7.7	8.3	8.1	9.0	7.4	8.6	8.18	8.35	-0.17	
年平均	7.5	7.6	7.5	8.0	7.9	8.2	8.5	7.8	7.7	8.0	7.9	8.0	7.89	7.7	7.3	7.3	7.6	7.6	7.5	7.2	7.8	7.9	7.9	7.8	7.4	7.59	7.74	ABS: 0.16			

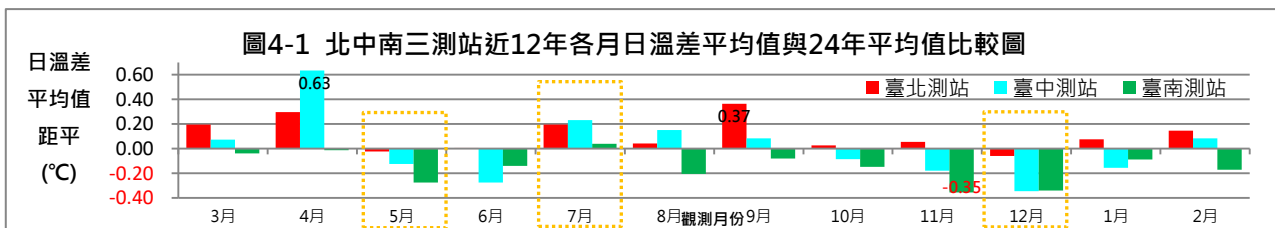


圖 4-1 北中南三測站近 12 年各月日溫差平均值與 24 年平均值比較圖



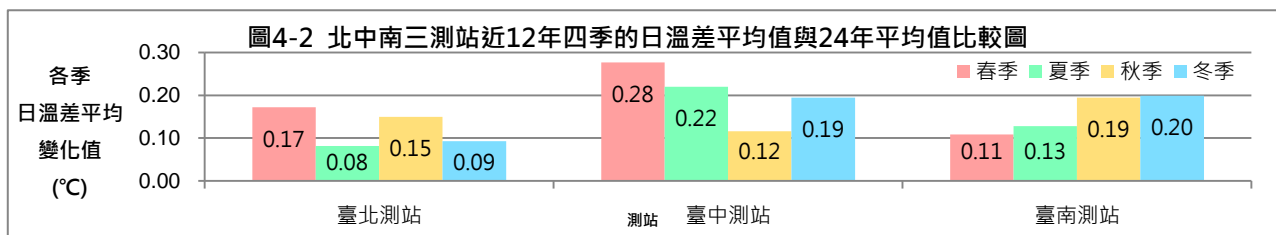


圖 4-2 北中南三測站近 12 年四季的日溫差平均值與 24 年平均值比較圖

**分析**：1.根據表 4-1 和圖 4-1，1998~2021 的 24 年之間，臺北、臺中和臺南三測站在近 12 年各月份的日溫差平均值與 24 年各月份的日溫差平均值相比，皆稍微有 0.0~0.6°C 的增加或減少，且三測站溫差變化完全不同。

- (1) 臺北測站在 12 個月中，有 10 個月的平均日溫差都是增加，只有 2 個月溫差減少。
- (2) 臺中測站在 12 個月中，有 6 個月的平均日溫差是增加，也有 6 個月是溫差減少。
- (3) 臺南測站在 12 個月中，有 11 個月的平均日溫差都減少，只有 1 個月是溫差增加。

2.根據表 4-1 和圖 4-2，比較三測站的溫差變化值(絕對值)，可發現溫差變化程度是：臺中測站>臺南測站>臺北測站。

3.根據圖 4-1 和圖 4-2，比較各季節的溫差變化值(絕對值)平均，可發現溫差變化程度會因為測站不同而有差異：

- (1) 臺北測站發生日溫差變化的明顯情形大致是：春季>秋季>冬季>夏季，但是變化最大的月份是在秋季的 9 月，溫差約增加 0.4°C。
- (2) 臺中測站發生日溫差變化的明顯情形大致是：春季>夏季>冬季>秋季，變化最大的月份是在春季的 4 月，溫差約增加 0.6°C。
- (3) 臺南測站發生日溫差變化的明顯情形大致是：冬季>秋季>夏季>春季，但是變化最大的月份是在秋季的 11 月，溫差約減少 0.4°C。

4.根據圖 4-1 和圖 4-2，三測站只有在 5 月、7 月和 12 月有一致的溫差變化特性：

5 月和 12 月都是溫差減少，7 月則都是溫差增加。

### 三、資料分析結果彙整

研究假設沒有獲得支持。

1. 臺北、臺中和臺南測站近 12 年的日溫差變化趨勢完全不同，臺北測站多是溫差增加，臺南測站多是溫差減少，臺中測站春、夏季多是溫差增加，秋冬季則多是溫差減少。
2. 日溫差變化明顯程度是：臺中測站>臺南測站>臺北測站。

## 研究五 中央氣象局北中南三測站之降水情形變化分析

### 一、研究假設

臺灣在 2020~2021 年遭遇 56 年來最嚴重旱災，但卻也有出現一些不尋常的強降水事件。因此，推測北中南三測站近 12 年的累積降水量和降水時間平均值應該會比 100 年氣候平均值和出生前 12 年少，但一旦下雨，是強降水的比率可能會增加(研究六做分析)。

### 二、資料處理步驟與彙整結果

#### (一)第一階段

1. 統計 TCCIP 中三個測站的近 100 年以及氣象局近 24 年四個年段的 1~12 月降水數據，並將 1~12 月的降水數據紀錄依春夏秋冬季節排序，彙整成表 5-1 和圖 5-1。
2. 以 100 年的各月降水量平均值作為氣候平均值，計算出生前 12 年、出生後近 12 年、近 6 年各月平均降水量的距平值(表 5-1 紅框)，繪製成圖 5-2 北、圖 5-2 中、圖 5-2 南。

表 5-1 1998~2021 年各月降水量紀錄彙整表

測站	資料分組 資料時間	100年 氣候 平均值	第一組年段												第二組年段												出生前 12年 平均值	第三組年段												第四組年段												出生後 12年 平均值	前12年 距平	後12年 距平	近6年 距平
			1998	1999	2000	2001	2002	2003	平均	2004	2005	2006	2007	2008	2009	平均	2010	2011	2012	2013	2014	2015	平均	2016	2017	2018		2019	2020	2021	平均																								
台北測站	春季	3月	167	208	157	124	174	131	86	147	183	269	162	263	128	192	199	173	67	119	85	49	147	182	108	286	183	37	184	246	78	169	139	6	-28	2																			
	春季	4月	168	400	50	360	177	30	133	192	104	72	290	198	153	121	156	174	113	27	289	253	98	88	145	184	122	60	115	88	60	105	125	6	-43	-63																			
	春季	5月	223	553	280	84	127	93	89	204	262	531	317	97	319	25	258	231	184	222	231	338	635	303	319	187	136	42	336	406	120	204	262	4	39	-19																			
	夏季	6月	317	315	531	354	106	154	201	277	172	279	391	710	361	277	365	321	420	285	626	203	384	248	361	430	650	120	420	118	317	342	352	8	35	26																			
	夏季	7月	243	273	232	194	263	314	83	227	194	293	186	157	236	141	201	214	89	264	163	241	222	317	216	175	207	190	439	134	288	239	227	-29	-16	-4																			
	夏季	8月	297	395	330	583	157	58	164	281	556	666	128	576	281	321	421	351	389	167	519	809	84	728	449	141	166	187	212	323	409	240	345	54	48	-57																			
	秋季	9月	271	485	37	47	1491	228	214	417	704	267	368	368	957	211	479	448	144	52	85	143	199	310	156	429	176	322	377	130	182	269	212	177	-59	-2																			
	秋季	10月	128	998	124	166	87	61	70	251	182	201	37	280	88	196	164	208	345	93	64	102	26	135	128	138	369	125	27	26	245	155	141	80	13	27																			
	冬季	11月	74	87	42	289	16	58	58	92	21	29	141	156	156	54	93	92	127	231	233	46	46	23	118	112	121	64	14	22	70	67	92	18	18	-7																			
	冬季	12月	77	127	102	177	36	96	2	90	167	51	141	30	40	64	82	86	63	159	189	230	87	76	134	17	67	54	136	145	54	79	106	9	29	2																			
	冬季	1月	91	139	58	36	204	65	73	96	121	71	61	111	86	36	81	88	105	72	157	93	22	20	78	256	22	256	45	39	41	110	94	-3	3	19																			
	冬季	2月	142	425	16	329	25	58	20	146	165	300	69	71	164	33	133	140	233	68	269	34	198	90	149	79	124	164	64	30	47	84	117	-2	-25	-57																			
	累積量	2198	4405	1959	2743	2863	1346	1193	2418	2831	3029	2291	3017	2969	1671	2635	2526	2279	1759	2910	2541	2148	2520	2360	2434	2343	1621	2369	1707	1911	2064	2212	Abs:397	Abs:356	Abs:284																				
台中測站	春季	3月	93	177	63	37	39	20	36	62	85	228	93	88	34	161	115	88	23	33	41	63	58	25	40	195	38	36	180	55	29	89	64	-5	-29	-4																			
	春季	4月	127	202	38	331	202	4	153	155	131	47	222	136	31	303	145	150	158	5	235	259	16	48	120	183	99	31	116	60	8	83	101	23	-26	-44																			
	春季	5月	226	145	272	26	271	271	101	181	164	620	316	169	332	21	270	226	145	95	268	356	660	662	364	100	112	73	524	307	235	225	295	-0	69	-1																			
	夏季	6月	374	526	206	238	226	199	298	282	77	566	755	735	183	422	456	369	530	151	332	73	181	66	222	231	894	234	480	184	646	445	333	-5	-41	71																			
	夏季	7月	272	62	369	369	347	356	118	270	1025	378	329	62	908	84	464	367	464	301	216	468	149	71	278	167	314	347	178	94	132	205	242	95	-30	-67																			
	夏季	8月	334	288	303	381	225	154	171	254	467	351	117	516	51	811	385	320	204	256	726	763	278	368	433	185	69	409	768	279	813	420	426	-14	92	86																			
	秋季	9月	136	107	72	17	565	198	7	161	156	161	144	316	830	120	288	224	329	99	34	45	47	184	123	126	21	20	134	74	43	70	96	88	-40	-66																			
	秋季	10月	18	129	9	53	6	12	0	35	9	29	0	290	21	12	60	47	2	13	1	3	0	14	6	24	54	8	12	0	11	18	12	29	-6	-0																			
	冬季	11月	18	2	4	24	3	5	1	7	0	6	96	23	24	16	27	17	21	151	145	23	1	2	57	74	20	10	0	4	6	19	38	-1	20	1																			
	冬季	12月	28	43	36	70	13	65	0	38	49	15	49	17	11	18	27	32	27	37	71	69	30	53	48	8	8	2	95	42	19	29	38	4	10	1																			
	冬季	1月	34	123	16	24	82	29	28	50	20	18	29	57	15	0	23	37	34	35	57	11	2	12	25	205	4	104	13	20	5	58	42	3	8	24																			
	冬季	2月	68	373	3	226	4	3	19	105	78	155	22	25	38	13	55	80	118	28	77	1	45	21	48	24	21	26	11	5	24	18	33	12	-35	-50																			
	累積量	1728	2177	1390	1797	1981	1316	931	1599	2261	2575	2172	2433	2478	1979	2316	1957	2054	1205	2203	2133	1466	1526	1765	1522	1652	1297	2508	1120	1969	1678	1721	Abs:280	Abs:405	Abs:416																				
台南測站	春季	3月	39	104	8	7	57	1	16	32	13	63	13	15	18	52	29	30	1	6	5	5	28	6	8	90	6	22	49	41	4	35	22	-9	-17	-4																			
	春季	4月	72	174	65	114	47	0	39	73	39	40	223	44	25	109	80	76	45	27	199	110	13	42	72	196	58	1	78	23	23	63	68	4	-4	-9																			
	春季	5月	173	108	161	20	515	254	65	187	61	107	144	202	44	11	95	141	131	63	409	244	165	332	224	69	82	119	156	445	78	158	191	-32	18	-15																			
	夏季	6月	389	650	135	193	531	58	525	349	17	1206	587	378	654	273	519	434	260	233	926	207	170	7	300	492	279	504	312	73	775	406	353	45	-26	17																			
	夏季	7月	387	164	1038	575	270	317	25	398	442	770	652	144	534	155	449	424	509	345	277	115	144	344	289	446	549	324	728	162	371	430	359	37	-28	43																			
	夏季	8月	423	228	559	623	122	238	240	335	206	449	198	1186	63	916	503	419	142	232	659	850	669	721	545	115	116	1096	498	703	659	531	538	-4	115	108																			
	秋季	9月	170	92	70	101	495	43	55	142	189	296	94	187	416	53	206	174	642	9	24	23	33	272	167	1178	21	47	295	62	84	281	224	4	54	111																			
	秋季	10月	30	133	60	91	0	0	16	50	0	108	5	211	34	42	67	58	66	28	2	0	0	65	27	72	44	2	4	2	33	26	26	28	-4	-4	-4																		
	冬季	11月	18	0	7	7	2	0	5	4	0	23	38	18	39	3	20	12	62	178	90	6	1	1	56	3	2	3	0	65	4	13	34	-6	16	-5																			
	冬季	12月	16	28	30	11	14	72	0	26	85	3	5	1	1	9	17	21	16	7	21	21	12	17	15	4	3	0	74	9	14	17	16	5	0	1																			
	冬季	1月	17	59	2	3	54	17	14	25	4	4	12	33	40	0	15	20	13	6	6	9	0	9	7	182	0	31	1	23	3	40	23	3	6	23																			
	冬季	2月	26	108	0	10	0	0	16	22	8	58	1	5	10	1	14	18	29	10	24	1	11	22	16	24	2	15	1	1	16	10	13	-8	-13	-16																			
	累積量	1760	1847	2135	1754	2107	999	1013	1642	1061	3125	1969	2421	1876	1621	2012	1827	1913	1141	2638	1588	1245	1837	1727	2868	1160	2161	2194	1607	2061	2008	1868	Abs:186	Abs:312	Abs:356																				

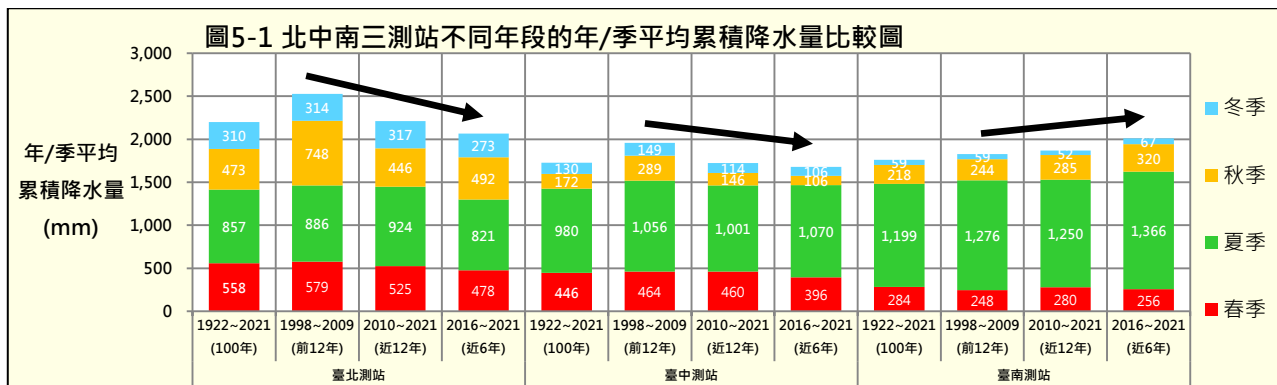


圖 5-1 北中南三測站不同年段的年/季平均累積降水量比較圖

- 分析:** 1. 根據圖 5-1, 各年段的年平均累積降水量都是臺北測站明顯最多, 都有 2000mm 以上; 而臺中和臺南測站差不多, 都不到 2000mm; 三測站都和 100 年氣候平均值差異不大。
2. 三測站的四季降水量特性大致與氣候平均值相同, 都是: 夏季>春季或秋季>冬季。
3. 若只比較中央氣象局 24 年觀測紀錄, 三測站的降水量變化趨勢(如箭號所示)不同: 臺北和臺中測站有減少的趨勢, 而臺南測站則是有增加的趨勢。

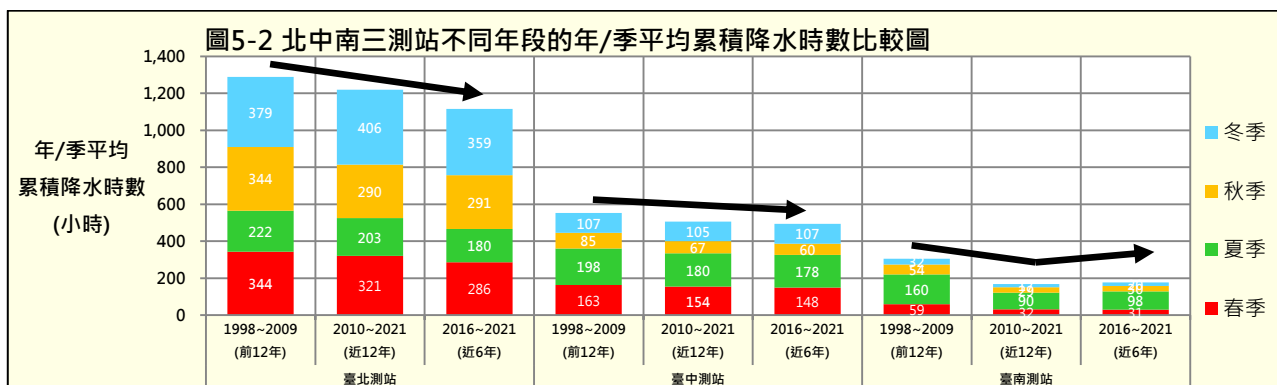


圖 5-2 北中南三測站不同年段的年/季平均累積降水時數比較圖

- 分析:** 1. 根據圖 5-2, 各年段的年平均累積降水時數都是臺北>臺中>臺南測站, 差異很明顯。臺北測站明顯最多, 約是臺中測站的 2 倍; 而臺中測站又大約是臺南測站的 2 倍。
2. 比較四季的降水時數特性, 臺中測站和臺南測站相似, 臺北測站則在冬季有大差異。
- (1) 臺北測站的降水時數大致是: 冬季>春季和秋季>夏季。
- (2) 臺中測站的降水時數大致是: 夏季>春季>秋季>冬季。
- (3) 臺南測站的降水時數大致是: 夏季>春季>秋季>冬季。
3. 三測站在不同年段的降水量變化趨勢(如箭號所示)不同: 臺北和臺中測站有減少的趨勢, 而臺南測站則是在近 6 年有稍微增加的趨勢, 但仍比前 12 年少。
4. 綜合圖 5-1 和圖 5-2, 可以瞭解或推測各季節降水時的降水強度不同。以臺北為例, 冬季降雨時數最長, 但降水量卻最少, 代表冬季的降水強度應該大都是很弱。

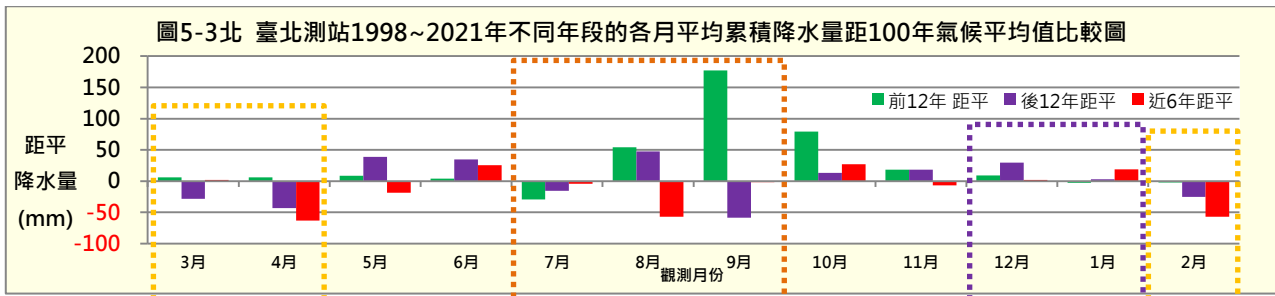


圖 5-3 北 臺北測站 1998~2021 年不同年段的各月平均累積降水量距 100 年氣候平均值比較圖

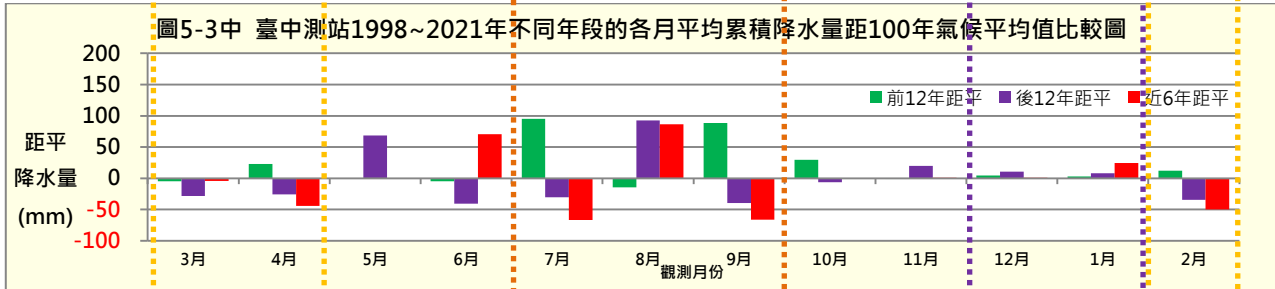


圖 5-3 中 臺中測站 1998~2021 年不同年段的各月平均累積降水量距 100 年氣候平均值比較圖

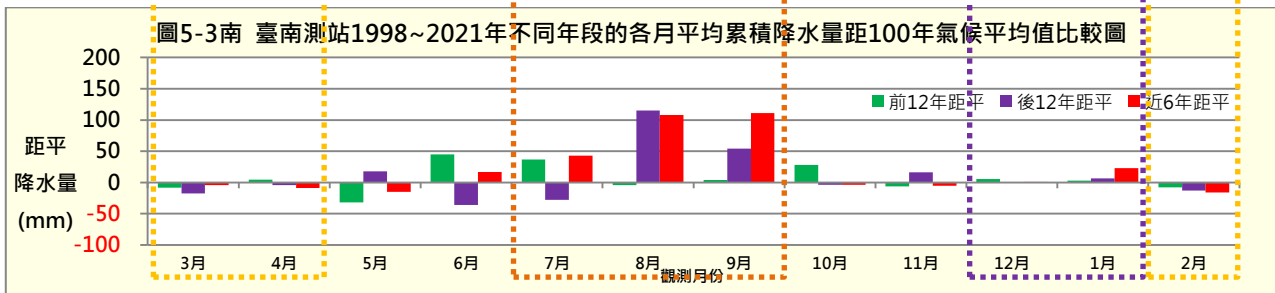


圖 5-3 南 臺南測站 1998~2021 年不同年段的各月平均累積降水量距 100 年氣候平均值比較圖

**分析：**1.根據圖 5-2，出生前 12 年、近 12 年和近 6 年年平均累積降水量和 100 年氣候平均值相比，三個測站的距平值大多都 $\pm 50\text{mm}$  以內。

(1)出現距平值較大的多是 7~9 月，推測和颱風降水情形有密切關係。

(2)12 月和 1 月，三個測站一致都是距平值 $>0$ ；2~4 月，三個測站一致都是距平值 $<0$ 。

2.根據圖 5-2，出生後的近 12 年和出生前的 12 年相比，距平值 $<0$ (雨量減少)的月份占比有增加。臺北測站：3/12 $\rightarrow$ 5/12；臺中測站：5/12 $\rightarrow$ 7/12；臺南測站：5/12 $\rightarrow$ 6/12。

### 三、資料分析結果彙整

研究假設沒有完全獲得支持，

1. 臺北測站和臺中測站的年平均降水量和降水時數都有減少的趨勢，但是臺南測站卻是呈現增加的趨勢。
2. 三測站的各月的平均降水量有的一致呈現增加趨勢，有的一致呈現減少趨勢，有的則起伏不定，但距平值大多都在 $\pm 50\text{mm}$  以內。

## 研究六 中央氣象局北中南測站之強降水發生情形變化分析

### 一、研究假設

根據實驗五，各年段的降水情形雖有變化，但從距平值看不出氣候變遷在降水量方面是否有劇烈變化。推測可能是極端降水和極端乾旱兩種現象會互相抵銷降水數據。因此，推測 2020~2021 年既然有嚴重乾旱，那就代表也可能會有更多或更劇烈的強降水發生。

### 二、資料處理步驟

#### (一)第一階段

- 查詢中央氣象局自民國 109 年 3 月 1 日起實施的降水量分級標準(如下列定義說明)。

大雨	24 小時累積雨量達 80mm 以上，或時雨量達 40mm 以上之降雨現象
豪雨	24 小時累積雨量達 200mm 以上，或 3 小時累積雨量達 100 毫米以上之降雨現象
大豪雨	24 小時累積雨量達 350mm 以上，或 3 小時累積雨量達 200mm 以上之降雨現象
超大豪雨	24 小時累積雨量達 500 毫米以上之降雨現象

- 根據前項標準設定 EXCEL 的格式化條件，依序從年報表/月報表/日報表進行檢查與標記強降水等級，並統計和繪圖比較各年的各種強降水發生次數，如表 6-1 和圖 6-1。

表 6-1 1998~2021 年四組年段各級降水量發生次數統計表

測站	降水等級	1998	1999	2000	2001	2002	2003	總計	2004	2005	2006	2007	2008	2009	總計	2010	2011	2012	2013	2014	2015	總計	2016	2017	2018	2019	2020	2021	總計
臺北測站	大雨	14	3	7	4	2	2	32	8	8	4	7	7	5	39	5	1	4	3	2	3	18	2	3	0	5	3	6	19
	豪雨	1	0	0	1	0	0	2	1	0	0	1	3	0	5	0	0	1	1	2	3	7	1	2	1	1	1	1	7
	大豪雨	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	總次數	35							44	25							26												
臺中測站	大雨	4	1	1	3	3	3	15	6	4	5	5	3	4	27	6	2	3	5	5	6	27	0	6	1	8	3	5	23
	豪雨	0	0	0	2	0	0	2	3	3	1	1	2	2	12	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	1	0	2	3
	大豪雨	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	總次數	17							40	30							26												
臺南測站	大雨	6	7	4	5	1	3	26	1	4	9	12	10	3	39	5	3	12	5	2	5	32	10	2	5	7	5	5	34
	豪雨	0	2	1	2	0	1	6	1	6	0	1	0	0	8	1	0	1	1	1	0	4	2	1	2	1	1	0	7
	大豪雨	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	總次數	32							48	36							41												

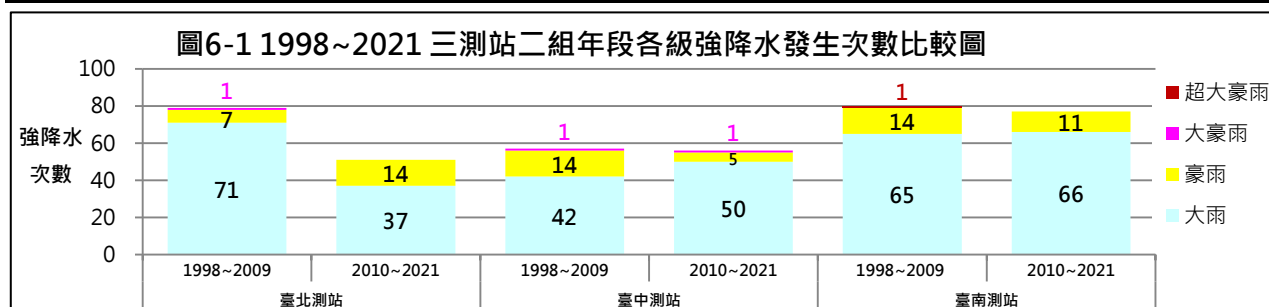


圖 6-1 1998~2021 年三測站二組年段的各級強降水發生次數比較圖

**分析**：1. 根據表 6-1 和圖 6-1，三個測站的強降水發生情形不同：

- (1) 臺北測站強降水總次數是：近 12 年 < 前 12 年；但豪雨次數卻增加 2 倍。
- (2) 臺中測站強降水總次數是：近 12 年 = 前 12 年；但豪雨以上次數卻減少為 1/3。
- (3) 臺南測站強降水總次數是：近 12 年 = 前 12 年；但豪雨以上次數減少了 4 次。

## (二)第二階段

1. 查詢颱風資料，將表 6-1 是颱風帶來強降水的次數扣除，整理出表 6-2、圖 6-2。
2. 用豪雨、豪大雨和超大豪雨次數除以強降水總次數，算出豪雨以上等級發生占比。

表 6-2 1998~2021 年扣除颱風日的各級降水量發生次數統計表

測站	降水等級	1998	1999	2000	2001	2002	2003	總計	2004	2005	2006	2007	2008	2009	總計	2010	2011	2012	2013	2014	2015	總計	2016	2017	2018	2019	2020	2021	總計	
臺北測站	大雨	5	3	5	1	1	2	17	3	3	4	6	5	4	25	3	1	4	2	1	3	14	2	3	0	4	3	4	16	
	豪雨	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	2	1	4	1	2	1	1	1	0	6	
	大豪雨	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	總次數							17							26							18							22	
臺中測站	大雨	4	1	0	1	2	2	10	6	3	3	1	1	3	17	5	2	2	1	4	5	19	0	5	1	8	2	5	21	
	豪雨	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	4	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	2	3	
	大豪雨	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	總次數							10							21							20							24	
臺南測站	大雨	4	7	3	4	0	0	18	0	4	5	7	4	0	30	3	2	9	3	2	2	21	6	2	5	7	4	4	28	
	豪雨	0	2	1	0	0	1	4	0	2	0	1	0	0	3	0	0	1	0	1	0	2	2	0	2	1	1	0	6	
	大豪雨	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	總次數							22							33							23							34	

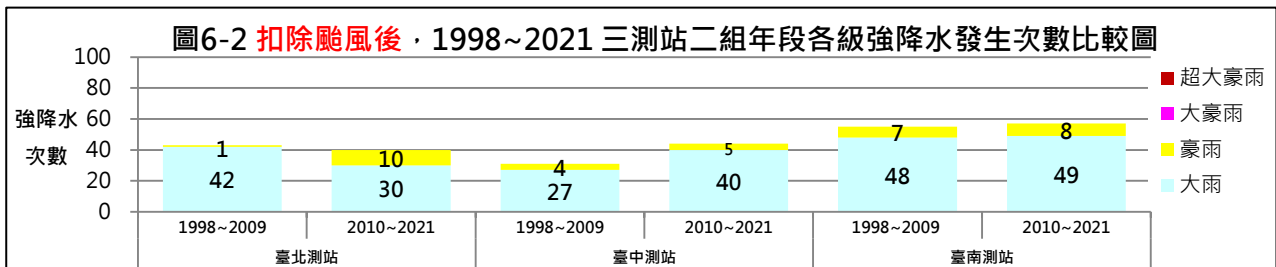


圖 6-2 扣除颱風後，1998~2021 三測站二組年段各級強降水發生次數比較圖

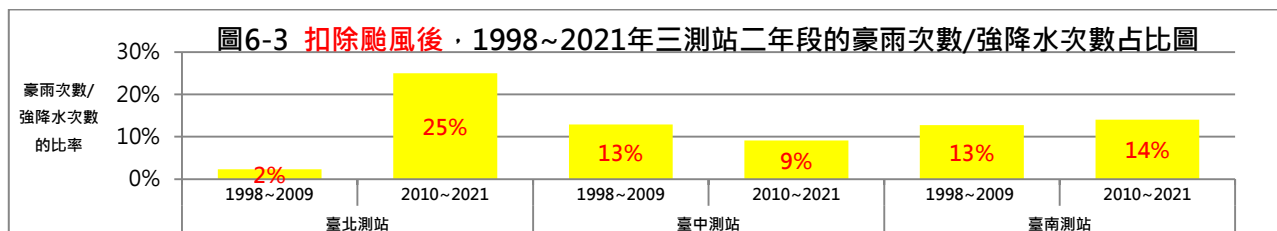


圖 6-3 扣除颱風後，1998~2021 年三測站二年段的豪雨次數/強降水次數占比圖

- 分析：**
1. 根據圖 6-2，扣除每年颱風日的降水日數，三個測站都是近 12 年的豪雨發生次數比出生前 12 年多。
  2. 根據圖 6-3，當強降水發生時，近 12 年臺北測站發生豪雨等級的占比明顯較出生前 12 年變高；臺南測站也略為變高，但臺中測站的占比則降低。

### 三、資料分析結果彙整

研究假設沒有完全獲得支持，

1. 近 12 年的強降水總次數並沒有較多。
2. 但若是扣除颱風的強降水，強降水等級比大雨強的豪雨發生次數在三測站都有增加。
3. 三測站的豪雨次數在強降水總次數的占比變化並不相同，只有臺北測站的強降水占比有明顯增加。



## 肆、研究討論

### 一、本研究的現象分析結果可以預測未來的氣候變遷趨勢嗎？

以上六項研究主要是針對 1998~2021 這 24 年已經發生的天氣現象資料進行統計分析，在整理數據時，我發現很多項目在這 24 年之間都是起起伏伏，沒有每年逐漸增加或逐漸減少，而且我都是將大量數據做平均後分析，所以並不一定能夠用來準確的推論未來 1 年(2023)，甚至到未來的其他年。但是參考 WMO(2017)的論點，認為氣候平均值可作為特定地點在近期最有可能經歷之條件的暗示預測指標，那麼如果不是單獨預測一年(或一個月、一日)，而是預測未來 6 年(2022~2027)的平均趨勢，也許是具有參考價值的。

不過，是不是具有預測的參考價值，還要考慮很多其他因素，因為近 2 年疫情關係，人類的生活模式已經改變，也越來越重視環境保護，再加上聯合國氣候變遷會議在 2021 年的報告中證明人類的行為的確影響了氣候變遷，特別是工業發展是造成地球氣候變遷的一個重要原因，因此現在世界各國都更努力想辦法減少碳排放。如果大家的努力獲得成效，我這個研究的趨勢預測可能就不一定能用了。另外，也還要考慮許多自然因素，像是大自然環境在沒有人為影響的情況下，火山爆發、地震、海嘯這些也都可能影響了大氣和海洋的溫度，或是太陽的照射和太陽黑子爆發都可能會影響氣候變遷趨勢。

### 二、本研究的氣候變遷分析技術和分析結果有什麼價值或貢獻？

(一) 考量中央氣象局在各地區設置測站的時間不同，以及資訊網站能提供的實際測量資料往往可能不足 30 年(例如，臺北測站只有 24 年)或是中間有些資料會缺漏，也要考慮古早的測量技術和現代科技測量的誤差，這些校正技術對我而言太困難，所以我嘗試以小學生作為研究者的立場，從關心自己的生長年代和生活區域作為資料的分組依據，但也符合前面文獻 WMO(2007)認為 10~12 年資料或是 30 年的 80%也算是資料足夠的評論。

(二) 雖然目前只做了臺北、臺中和臺南(永康)三個測站的資料分析，了解的地區範圍較小，也只限於位在較低海拔且偏都會區域的主要測站，但其中的許多數據差異讓我很震撼，也引發我反省到氣候變遷的差異不只是和緯度有關，測站的平均氣溫高也不代表超過 36°C 和 38°C 的日數就會比較多，而這些打破我刻板印象的數據分析結果，也

讓我有機會延伸查詢一些可以合理解釋的相關科學理論，像是熱島效應的理論，真的是很有趣。因此，我這種透過親自用真實數據資料做分析探究的學習方法應該可以做推廣，好讓學生對一些關於避免氣候變遷的宣傳口號或一些有關全球升溫的說法有更真實和深刻的理解。未來，希望可以做更多測站分析，或是透過每個地區的學生針對自己所在縣市或鄉鎮的測站作分析，再彼此交流比較，就可以更全面的瞭解整個臺灣每一個地區的氣候變遷情形。

### 三、中央氣象局的高低溫警特報標準數值可以用來表示天氣(氣溫)出現極端嗎？

(一) 以 24 年的 8766 筆最高溫資料和最低溫資料進行常態性檢定，資料是符合常態分配。進一步運用四分位數(Q1&Q3)與四分位距 (IQR) 計算出離群值(極端值)，如下表(以臺北測站資料為例)，則高溫 36°C 和 38°C 並沒有 >49.25，低溫 10°C 和 6°C 也沒有 <3.9，所以警特報標準的數值並不符合「離群(極端)」。

進一步瞭解常態和離群的關係，可以發現，其實在每年夏季時，36°C 和 38°C 幾乎都會出現，雖然位於常態分配曲線的一端(參閱圖 2-3)，但仍屬於常態範圍之內，所以不算是離群(極端)。但值得關注的是，這些高溫發生的次數是否有異常增加，導致常態分配的鐘形曲線產生往高溫區段偏移的現象。

序號(1~8766)	最高氣溫值	最低氣溫值
Q1(第 2192 筆)	22.5	16.8
Q3(第 6575 筆)	33.2	25.4
IQR=Q3-Q1	10.7	8.6
Q1 - 1.5 * IQR	<6.45	<3.9
Q3 + 1.5 * IQR	>49.25	>38.3

(二) 進一步參考美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)對極端氣候指數的判定標準，認為極端天氣通常是以當地過往天氣數字為基礎，並被訂為是基數中最外層所不常見的 10%。那麼根據下表中 4 種警特報氣溫的發生次數占比，全都 <10%，所以應該可以算是極端天氣的範圍。同樣要進一步關心的是，這些溫度的占比如果越來越大，是否代表新常態正在形成。

氣溫值	高溫>38°C	高溫>36°C	低溫<10°C	低溫<6°C
發生次數統計	37/8766	453/8766	217/8766	8/8766
占比	0.42%	5.17%	2.47%	0.09%

#### 四、春夏秋冬四季究竟該如何定義？

研究一中，相較於出生前 12 年距平值，三個測站近 6 年平均氣溫距平值都是在 5 月增加最多，約增加 1.0°C；而這個現象也可以和研究二的結果作對照，也就是在近 6 年，36°C 或 38°C 高溫開始出現月份更經常是提早到春季 5 月便出現，並延續到秋季 9 月和 10 月還可能出現。另外，在研究三發現，6°C 或 10°C 低溫有延遲到 1 月出現或未出現的現象。這些發現都印證了台灣氣候變遷科學報告 2017 中關於「夏季增長、冬季縮短」的分析內容。因此，我們雖然用四季將資料分組和分析，但這也讓我們反省，四季的定義是否因為氣候變遷加劇而應做重新定義？查詢相關文獻，發現對「四季」的定義其實有從天文學以日照時間做區分和目前較普遍的以氣象學將一年 12 個月平分為四分的這兩種，而且不同地區或地理環境要選擇不同定義才會更貼近現實。但也有科學家(Kiger,2017)指出，人類活動導致的氣候變化已經破壞了傳統的四季概念，甚至建議應將 11、12、1、2、3 劃分為一個季節，5、6、7、8、9 這五個月被劃分為另一個季節，10 月和 4 月則是過渡月，按照這種劃分方式來和我們的研究一、二、三比對，其實還滿符合的。因此，未來還是用平分 12 個月的方式來定義四季，可能已經不能真正代表我們對環境氣溫的真實感受。

#### 五、氣候變遷一定就只會是氣溫上升嗎？

以研究一為例，雖然整體而言，各月的三項距平值大多是：近 6 年距平值 > 後 12 年距平值 > 前 12 年距平值，代表三個測站所在地區平均氣溫有逐漸上升的現象；但各地區仍有少數幾個月是：後 12 年距平值 < 前 12 年距平值，而且容易出現在春季的 4 月和冬季三個月。因此，根據我們的實際分析結果來討論台灣的氣候變遷時，也必須從微觀的方式分析各別月份或小地區範圍，就會發現氣候變遷現象也包含了平均氣溫下降的可能。但為何會有這種平均氣溫降低的現象，就還需要做更多研究。

## 伍、研究結論

在進行研究之前，雖然在自然課上學會根據衛星雲圖和地面天氣圖預測未來幾天的天氣，也知道春夏秋冬四季的氣溫不同，但是我對氣候是長時間的天氣觀測經驗累積這個說法完全無法體會，也對臺灣一整年各月份的氣溫範圍、降水量和降水日/時數等氣候特徵一點都不了解，直到仔細統計和分析數據資料後，我才慢慢對臺灣的氣候樣態有了一些概念，也發現：在我出生之後的臺灣氣候，特別是在我進入小學學習的最近 6 年，真的發生了明顯變化！

一、臺灣在 1998~2021 期間關於氣溫的氣候變遷現象包括：

1. 臺北、臺中和臺南測站的各月平均氣溫在近 6 年大多有加劇上升的現象，並以春夏季交替的 5、6 月最顯著；加劇程度則是臺北測站>臺中測站>臺南測站。
2. 臺北、臺中和臺南測站近 6 年的最高溫眾數落點皆升高 1°C；而臺北和臺中測站近 6 年出現警報高溫的年平均日數增加 2~3 倍，尤其是  $\geq 38^{\circ}\text{C}$  高溫出現時間也從夏季往春季 5 月和秋季 9、10 月擴展，臺南測站則差異不大。
3. 臺北、臺中和臺南測站近 6 年的最低溫眾數落點也皆升高 1°C；且出現警報低溫的年平均月數和日數都稍微減少，並有冬季警報低溫出現月份延後的現象。
4. 臺北、臺中和臺南測站近 12 年或近 6 年的日溫差變化趨勢完全不同，臺北測站多是溫差增加，臺南測站多是溫差減少，臺中測站春、夏季多是溫差增加，秋冬季則多是溫差減少。

二、臺灣在 1998~2021 期間關於降水方面的氣候變遷現象包括：

1. 臺北和臺中測站年平均降雨量和降雨時數在近 12 年或近 6 年皆有減少的趨勢，約減少 200~300mm，而臺南測站則是反而有增加的趨勢，但只平均增加 40mm。
2. 臺北、臺中和臺南測站近 12 年或近 6 年的月平均雨量皆與 100 年氣候平均值差異在 50mm 之內。
3. 臺北、臺中和臺南測站近 12 年的強降水總次數與前 12 年差異不大，在扣除因颱風形成的強降水次數，強降水等級比大雨強的豪雨發生次數在三測站都有增加，並以臺北測站最明顯，豪雨等級的強降水占比增加為 12 倍，臺中測站豪雨占比減少約 1/3，臺南測站則差異不明顯。

## 陸、參考文獻資料

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2021) . The Sixth Assessment Report (AR6) : The Physical Science Basis.
2. World Meteorological Organization (WMO) (1979) . WMO Technical Regulations. Volume I – General. Basic Documents No. 2. WMO-No. 49.
3. World Meteorological Organization (WMO) (2007) . The Role of Climatological Normals in a Changing Climate. WMO-TD No. 1377
4. World Meteorological Organization (WMO) (2011) .Guide to Climatological Practices. WMO-No. 100
5. World Meteorological Organization (WMO) (2017) . WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals. WMO-No. 1203
6. 交通部中央氣象局。警特報種類定義本局應變作為建議及注意事項。取自 [https://www.cwb.gov.tw/Data/prevent/alert\\_color.pdf](https://www.cwb.gov.tw/Data/prevent/alert_color.pdf)
7. 李芷郁、陳思穎(2011)。地球真的發燒了嗎？—深入探討全球暖化的趨勢。臺灣國際科學展覽會優勝作品專輯。
8. 李清勝、盧孟明(2009)。適當氣候平均統計模式應用於臺灣地區溫度預報。中央氣象局。
9. 美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)。極端天氣—極端氣候指數。取自：  
<https://www.ncdc.noaa.gov/climate-information/extreme-events>
10. 陳宏宇、許晃雄(2018)。臺灣氣候的過去與未來《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》重點摘錄。
11. 綠色和平(2021)。極端天氣常態化？2020 至 2021 年全球矚目氣候事件。取自：  
<https://www.greenpeace.org/hongkong/issues/climate/update/27075/>
12. 臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台。取自：<https://tccip.ncdr.nat.gov.tw>
13. 臺灣氣候變遷調適平臺(TAP) (2022)。氣候變遷影響—臺灣地區歷史觀測趨勢。取自：  
<https://adapt.epa.gov.tw/TCCIP-1-A/TCCIP-1-A-5.html>
14. 戴維、克里斯提安(2021，黃慧珍 譯)。「資訊圖表」1 小時看懂氣候變遷。臺北：商周。

## 【評語】 080507

本研究雖屬常規性的生活環境題材，但詳實統計與整理，作了大量數據分析，以直觀的圖表探討台灣三個城市過去二十多年的氣溫與降水變化，並能從繁雜的變因中，歸納出主要的影響因子，非常具有實用及參考價值。另外，報告時邏輯敘述及應答都很清楚，知識背景扎實，有大將之風。



## 作品簡報

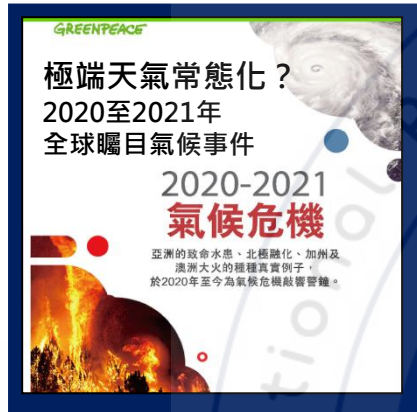
# 臺灣氣候變遷現象探究

國小組

地球科學科

# 前言

## 一、研究動機



2017~2021的變遷情形呢？

還可以分析哪些氣候特性？

臺灣各地區變遷情形相同嗎？

## 二、研究目的

1. 探究臺灣在**氣溫**方面的氣候變遷現象。
2. 探究臺灣在**降水**方面的氣候變遷現象。

臺灣(臺北、臺中、臺南三測站)的氣候變遷現象探究

氣溫現象變化

降水現象變化

平均氣溫  
變化  
(研究一)

高溫日數  
變化  
(研究二)

低溫日數  
變化  
(研究三)

日溫差  
變化  
(研究四)

降水量與降水時間  
變化  
(研究五)

強降水  
變化  
(研究六)





# 研究結果與分析

## 研究一 平均氣溫變化

1. 三測站各年段平均氣溫的距平值皆 $>0$ ，各年段增溫幅度：臺北 $>$ 臺中 $>$ 臺南 測站。
2. 三測站平均氣溫大多是：2016~2021(近6年) $>$ 2010~2021(後12年) $>$ 1998~2009(前12年)。

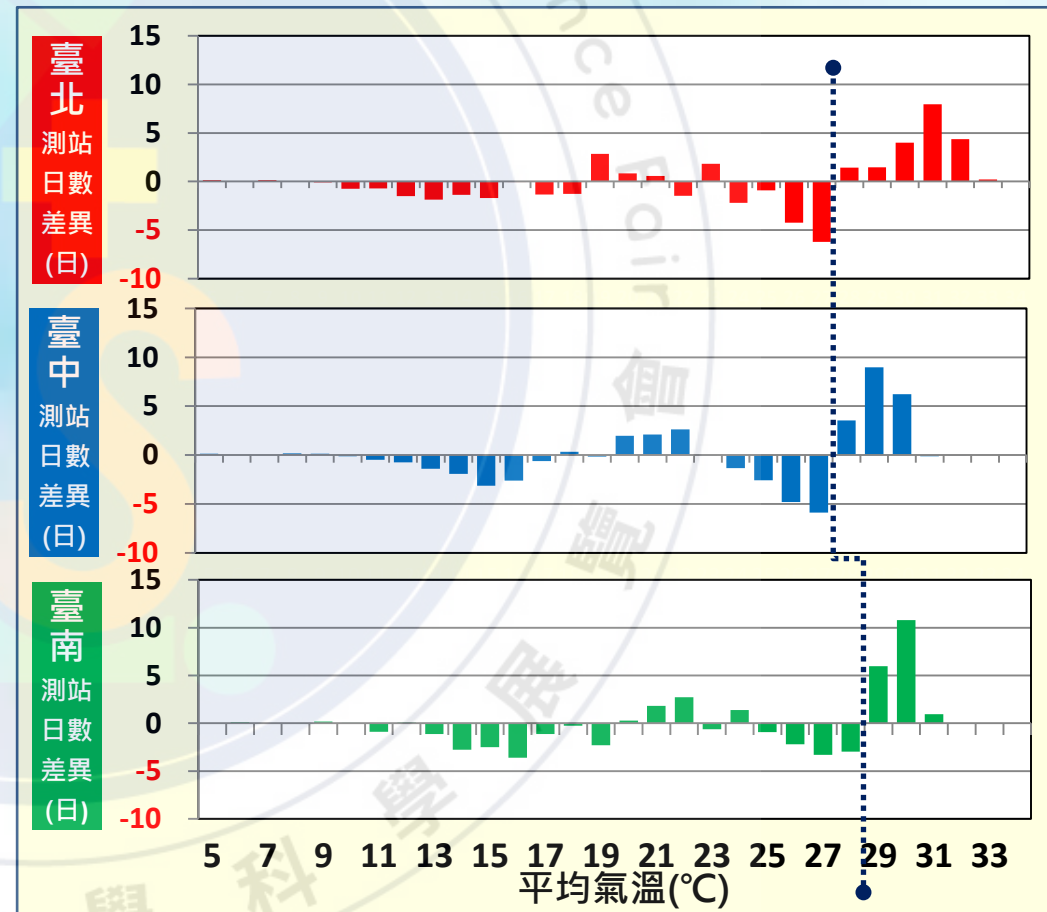
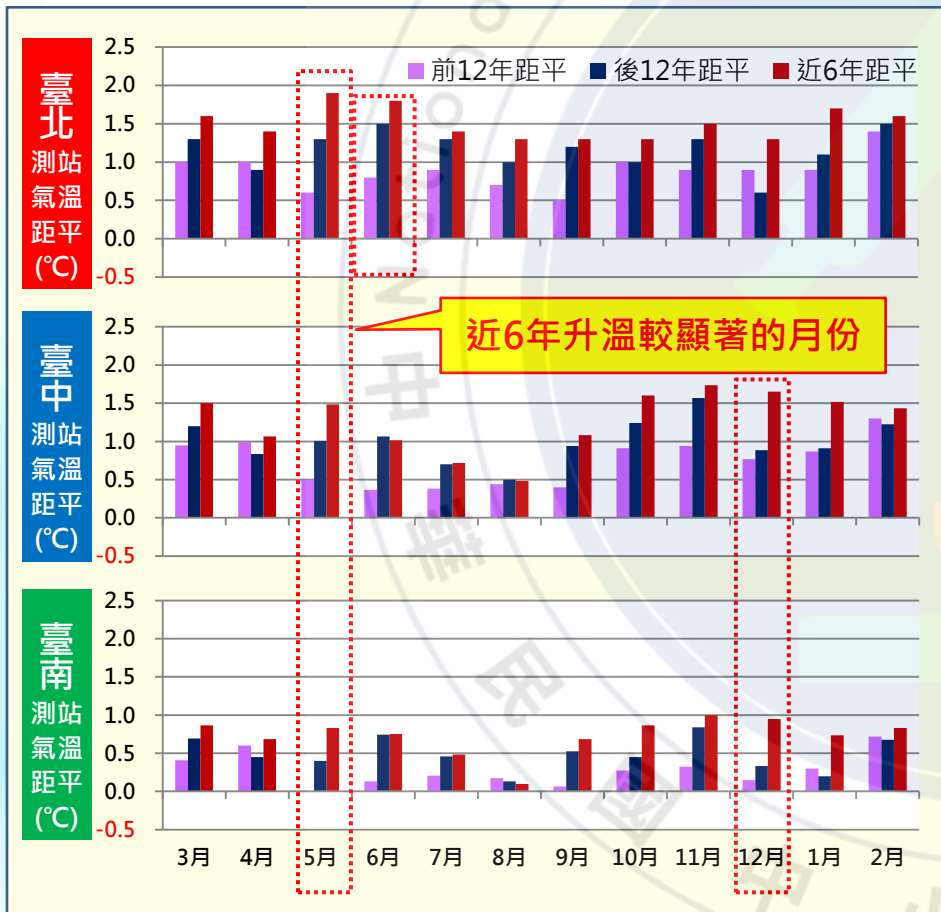


圖1-1 1998~2021各年段平均氣溫距平比較圖

圖1-2 近6年與24年的年平均之日平均氣溫次數比較圖

# 研究二 警報高溫發生變化

1. 三測站  $\geq 36^{\circ}\text{C}$  的年平均月數和日數都是：2010~2021 > 1998~2009。

2.  $\geq 36^{\circ}\text{C}$  日數增加幅度：臺北(顯著) > 臺中 > 臺南測站。

表2-1

測站	資料分組	第一組年段						第二組年段						第三組年段						第四組年段					
		資料時間	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
臺北測站	春 5月	34.3	35.8	34.4	35.0	36.5	36.2	35.1	36.3	34.8	37.2	35.3	34.5	34.8	36.1	35.9	36.1	35.6	36.5	37.3	35.0	38.2	35.1	36.6	38.2
	6月	35.9	35.6	36.7	37.8	36.7	37.4	35.8	35.8	36.4	35.9	36.8	36.5	35.2	36.2	35.8	36.7	36.3	37.1	38.7	35.6	37.8	36.9	38.9	37.0
	夏 7月	38.1	36.0	37.2	37.1	36.8	37.8	37.4	36.8	37.6	38.6	37.3	37.2	38.6	37.7	38.3	37.9	37.8	37.5	38.5	38.0	38.5	37.4	39.7	37.8
	8月	36.4	36.5	36.8	36.9	38.2	38.8	36.9	36.4	37.8	36.2	36.8	36.5	38.4	37.5	37.8	39.3	37.7	36.2	37.8	38.5	37.2	37.8	38.5	35.1
	秋 9月	35.4	34.9	35.3	34.2	34.7	35.7	35.2	35.5	36.9	34.3	35.0	36.1	35.7	35.6	35.5	35.8	37.8	36.6	35.9	38.6	37.8	36.1	37.6	35.4
10月	33.4	32.8	33.8	31.5	34.6	34.3	30.6	34.2	33.4	33.4	32.8	31.5	33.8	32.6	32.0	32.2	33.7	34.3	35.4	36.8	31.2	34.8	35.9	33.8	
年段平均		3.0月						3.2月						3.5月						4.2月					
中	年段平均	0.3月						0.5月						0.3月						1.3月					
南	年段平均	0.3月						0.3月						0.5月						0.5月					

$\geq 36.0^{\circ}\text{C}$      $\geq 38.0^{\circ}\text{C}$

38°C  
出現時間  
往春秋季  
擴展

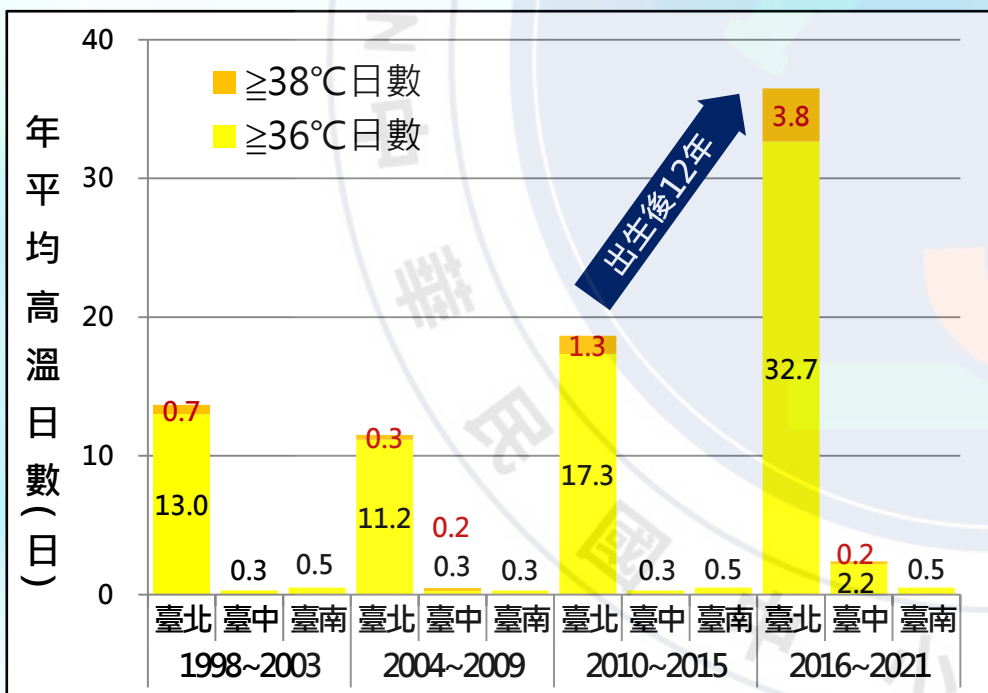


圖2-1 1998~2021四年段的高溫日數比較圖

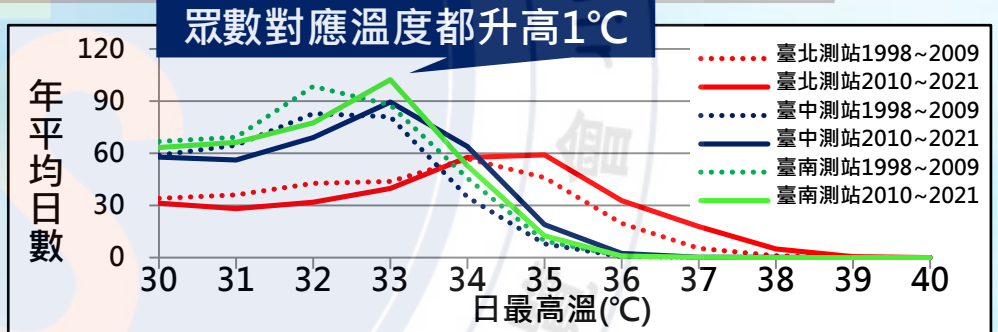


圖2-2 1998~2021二年段日最高溫資料分布圖

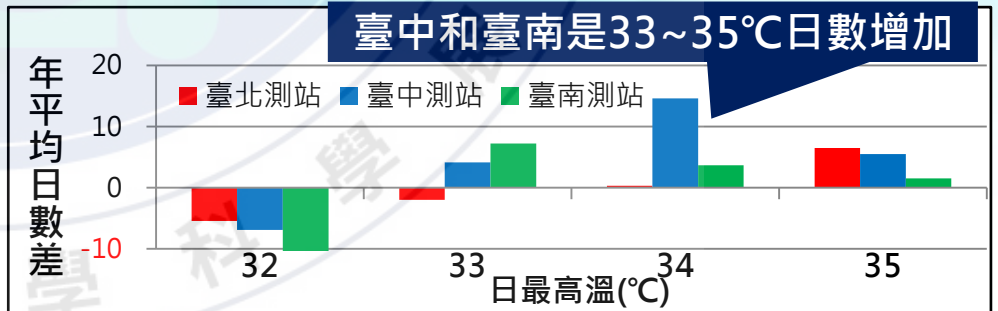


圖2-3 2010前、後12年的日最高溫次數增減比較



# 研究三 警報低溫發生變化

1. 三測站  $\leq 10^{\circ}\text{C}$  的年平均月數和日數多是：2010~2021 稍微  $<$  1998~2009

2.  $\leq 10^{\circ}\text{C}$  日數減少幅度：臺中  $>$  臺南  $>$  臺北 測站，但差異不大。

$\leq 10.0^{\circ}\text{C}$      $\leq 6.0^{\circ}\text{C}$

表3-1

測站	資料分組	第一組年段					第二組年段					第三組年段					第四組年段									
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
臺北測站	秋	11月	18.0	15.4	14.4	13.5	12.9	14.6	16.1	16.7	18.5	14.1	11.4	15.2	17.1	18.0	13.7	11.7	16.8	13.5	17.6	16.2	16.8	16.0	17.9	13.9
		12月	13.7	7.0	14.4	8.4	11.8	11.5	7.6	7.3	11.9	11.3	12.2	9.8	7.2	10.8	8.6	9.9	11.0	11.3	12.6	12.7	12.3	11.6	7.6	12.3
	冬	1月	8.5	9.6	8.7	10.4	9.3	8.7	6.8	7.6	8.8	8.2	10.2	6.4	7.0	7.9	9.3	11.6	10.3	10.3	4.0	12.2	8.6	11.9	7.1	6.8
		2月	9.1	8.0	10.9	11.5	12.0	11.0	10.1	7.3	12.5	9.9	7.8	14.6	9.7	10.2	9.5	13.0	7.8	9.8	6.1	10.4	7.6	13.7	8.5	11.9
	春	3月	12.0	13.0	12.2	11.6	13.3	11.4	11.1	5.6	10.3	11.1	11.8	10.3	8.5	10.4	10.7	10.4	11.8	11.4	9.4	12.0	11.0	12.1	13.0	11.9
年段平均		1.5月					2.0月					1.8月					1.5月									
中	年段平均	1.7月					2.5月					2.3月					1.7月									
南	年段平均	1.5月					2.5月					1.7月					1.3月									

$\leq 10^{\circ}\text{C}$   
出現月份  
往1月延

未出現低溫警報

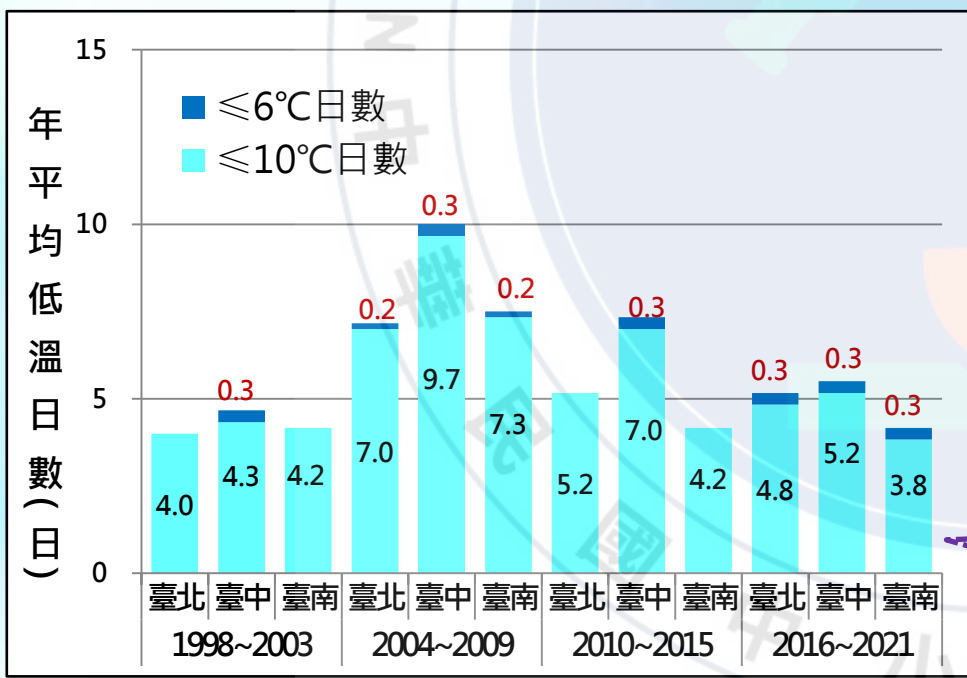


圖3-1 1998~2021四年段的低溫日數比較圖

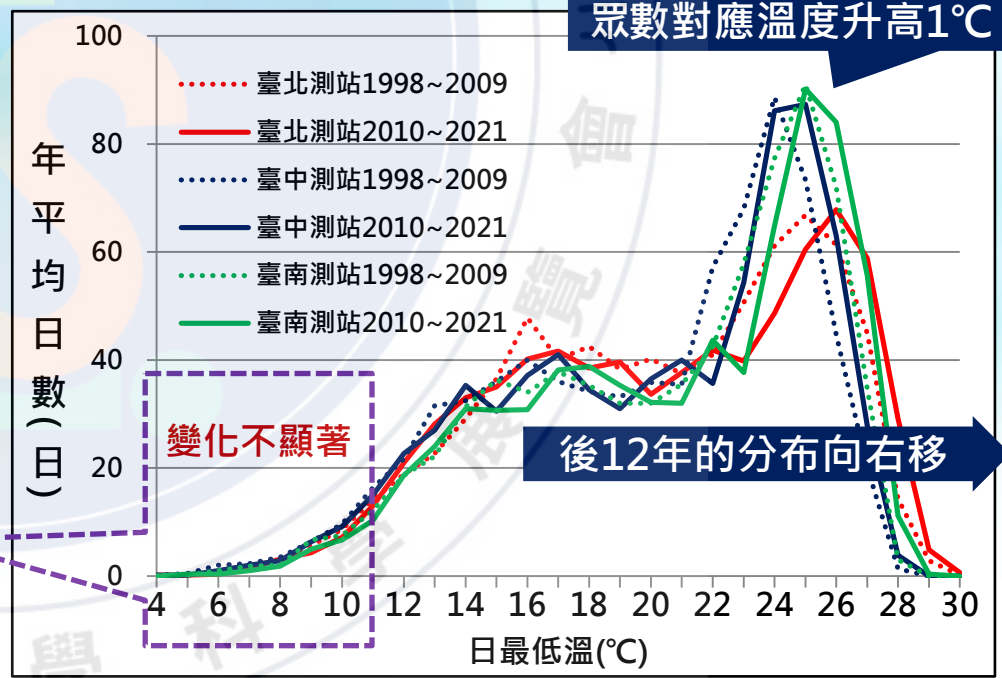


圖3-2 1998~2021二年段日最低溫資料分布

# 研究四 日溫差變化分析

表4-1

測站	資料時間	日溫差平均		月平均日溫差變化	
		1998~2009	2010~2021		
臺北測站	春	3月	6.58	6.97	0.39
		4月	6.88	7.47	0.59
		5月	7.25	7.20	-0.05
	夏	6月	7.62	7.63	0.01
		7月	7.95	8.34	0.39
		8月	7.78	7.87	0.09
	秋	9月	6.14	6.87	0.73
		10月	5.20	5.26	0.06
		11月	5.00	5.11	0.11
	冬	12月	5.06	4.95	-0.11
		1月	5.25	5.40	0.15
		2月	5.96	6.25	0.29
臺中測站	春	3月	8.68	8.83	0.15
		4月	7.29	8.56	1.27
		5月	7.77	7.53	-0.24
	夏	6月	7.02	6.47	-0.55
		7月	7.47	7.94	0.47
		8月	6.99	7.29	0.30
	秋	9月	7.20	7.37	0.17
		10月	8.11	7.94	-0.17
		11月	8.22	7.87	-0.35
	冬	12月	8.91	8.22	-0.69
		1月	8.90	8.59	-0.31
		2月	7.97	8.14	0.17
臺南測站	春	3月	9.37	9.30	-0.07
		4月	8.12	8.10	-0.02
		5月	7.63	7.08	-0.55
	夏	6月	6.59	6.31	-0.28
		7月	6.69	6.77	0.08
		8月	6.79	6.38	-0.41
	秋	9月	6.68	6.52	-0.16
		10月	8.00	7.71	-0.29
		11月	8.27	7.56	-0.71
	冬	12月	8.89	8.21	-0.68
		1月	9.12	8.95	-0.17
		2月	8.52	8.18	-0.34

日溫差增加

日溫差減少

1. 在2010年前、後12年的日溫差變化趨勢，三測站的差異很大。

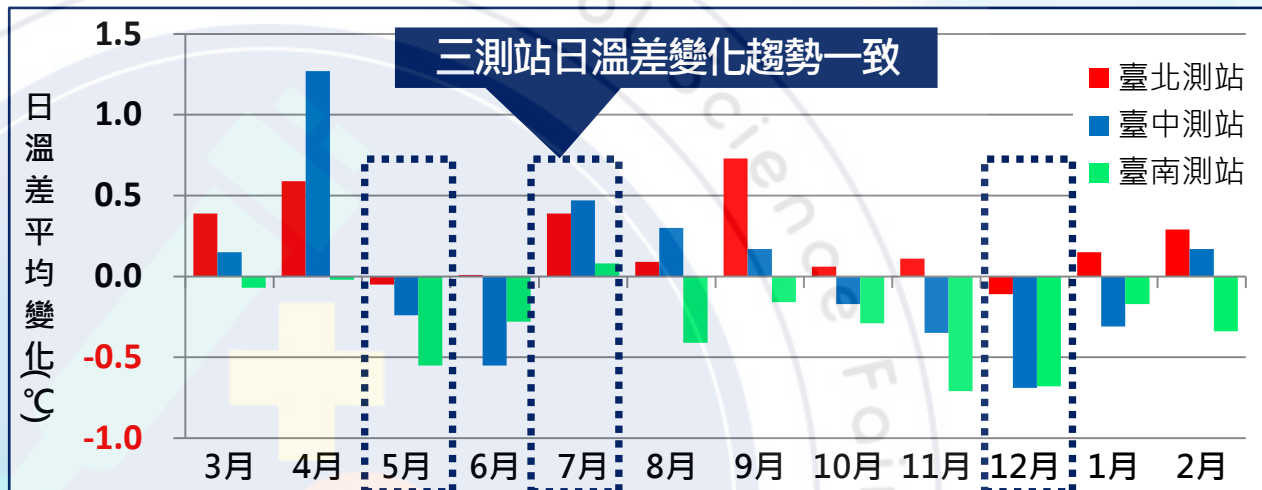


圖4-1 在2010前、後12年的各月平均日溫差比較

2. 日溫差變化明顯程度是：臺中 > 臺南 > 臺北 測站。

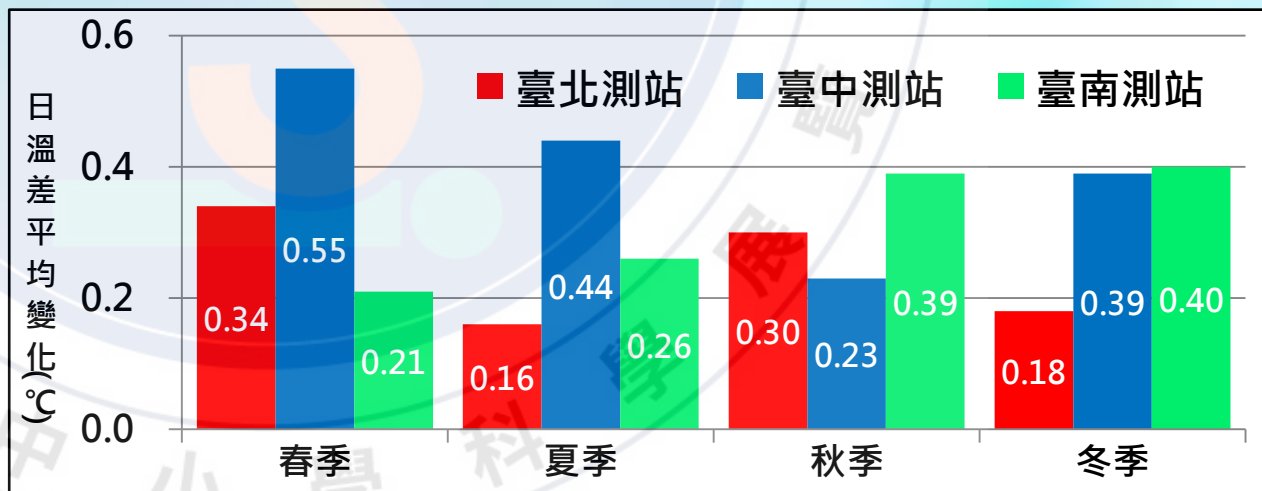


圖4-2 2010前、後12年的四季平均日溫差比較

# 研究五 降水變化分析

1. 臺北和臺中測站年平均降水量、時數：2010~2021 < 1998~2009，但季/月增減趨勢不同。
2. 臺南測站在2010~2021年的平均降水量微增、但時數明顯減少。

7~9月的 |距平值| 較大，推測受颱風降水影響。

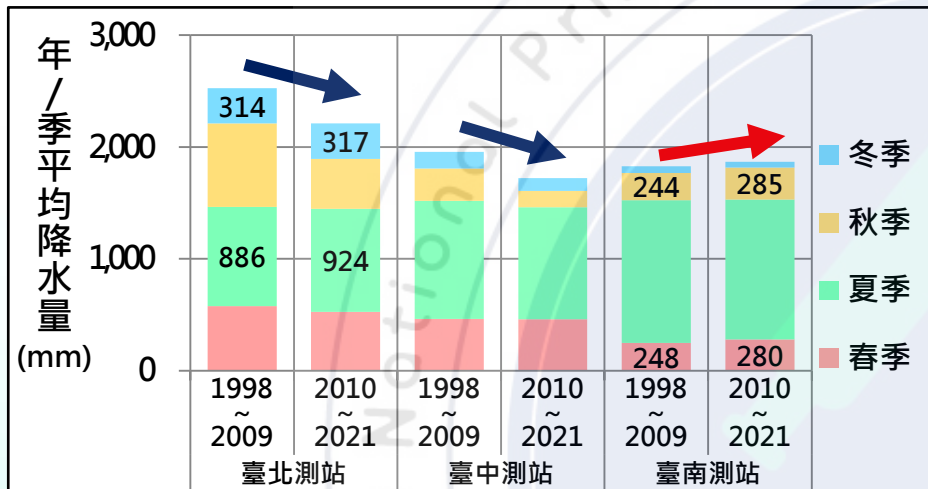


圖5-1 三測站的年/季平均降水量變化

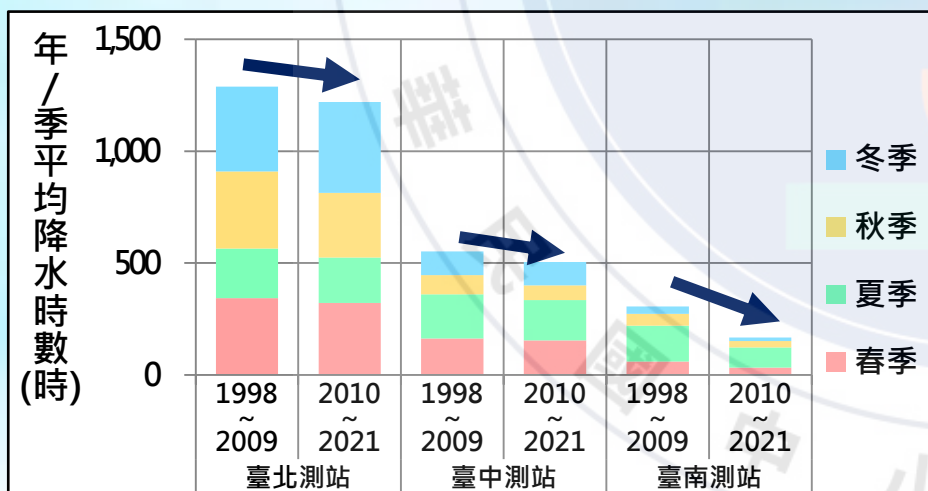


圖5-2 三測站的年/季平均降水時數變化

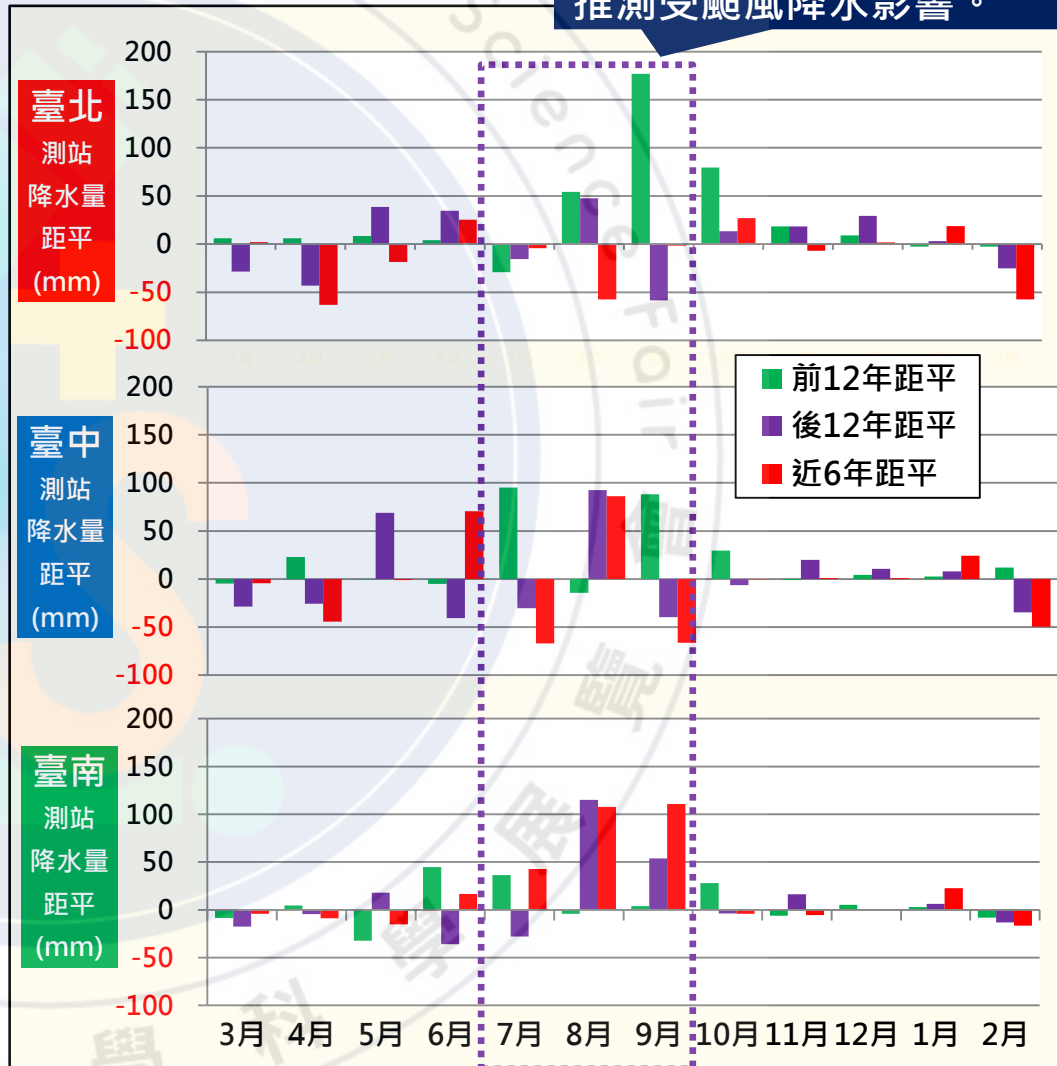


圖5-3 1998~2021各年段月平均降水量距平比較

## 研究六 強降水變化分析

1. 強降水總次數：2010~2021 < 1998~2009；但扣除颱風的強降水，**豪雨次數都增加**。
2. 2010前後的豪雨占比變化趨勢在各測站不同，以**臺北增加12倍**的變化最顯著。

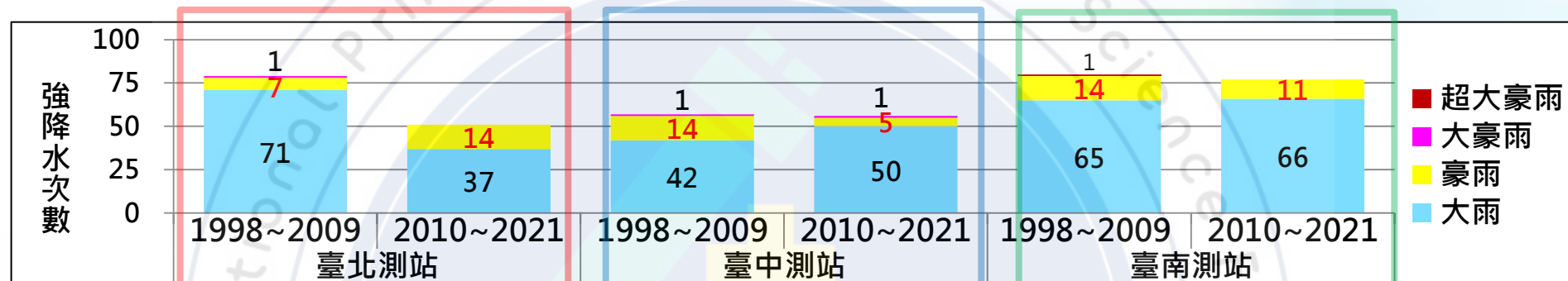


圖6-1 1998~2021 二組年段各級強降水發生次數比較圖

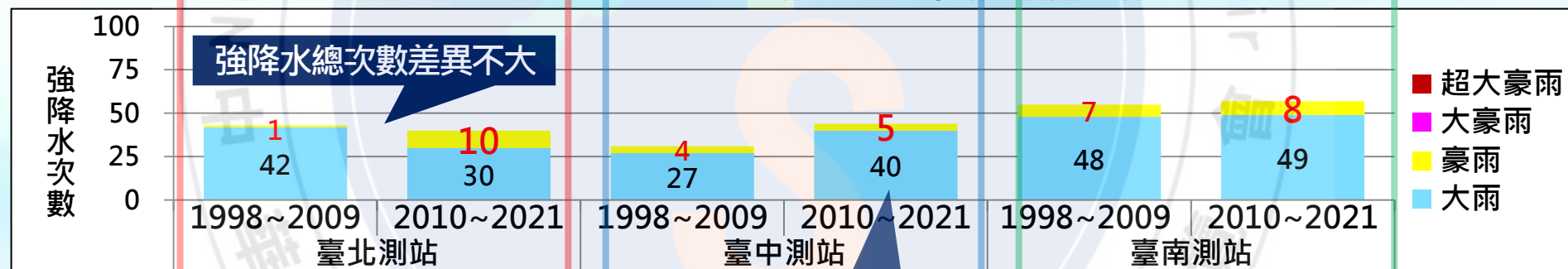


圖6-2 扣除颱風後，1998~2021 二組年段各級強降水發生次數比較圖

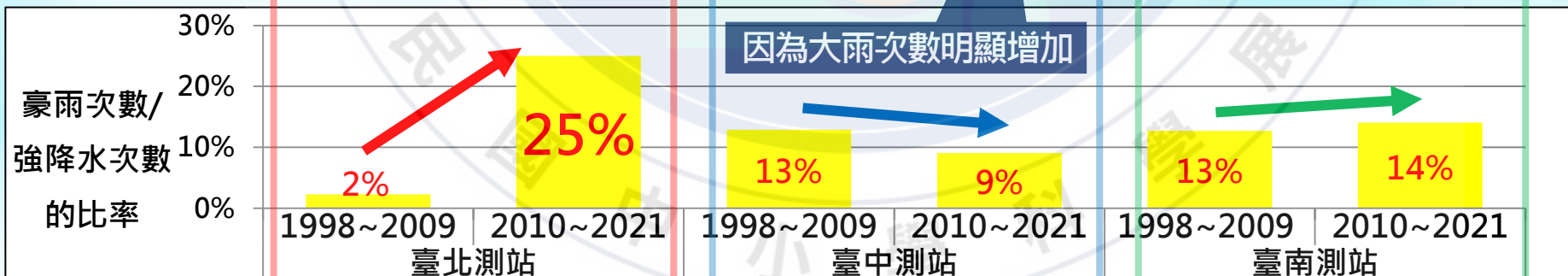


圖6-3 扣除颱風後，1998~2021年二年段的豪雨次數/強降水次數占比變化圖



# 研究討論

## 一、強降水的變遷和氣溫變遷有關係嗎？

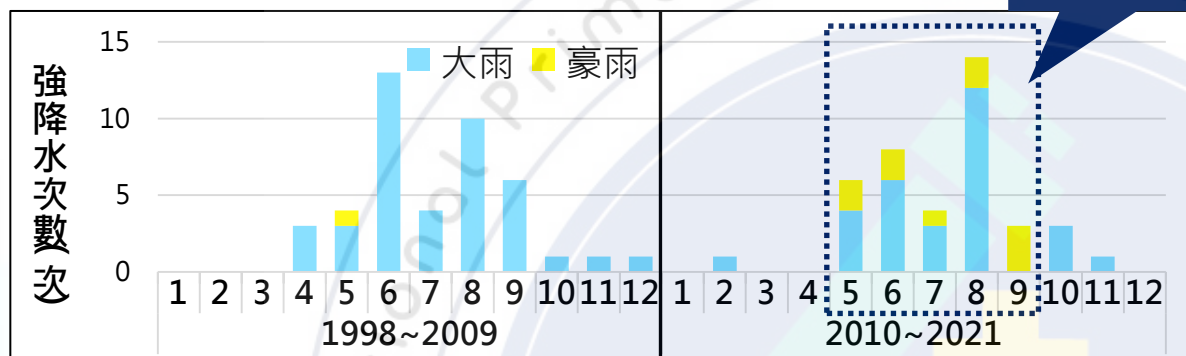


圖7-1 1998~2021 臺北測站二組年段各月份的強降水發生次數比較圖

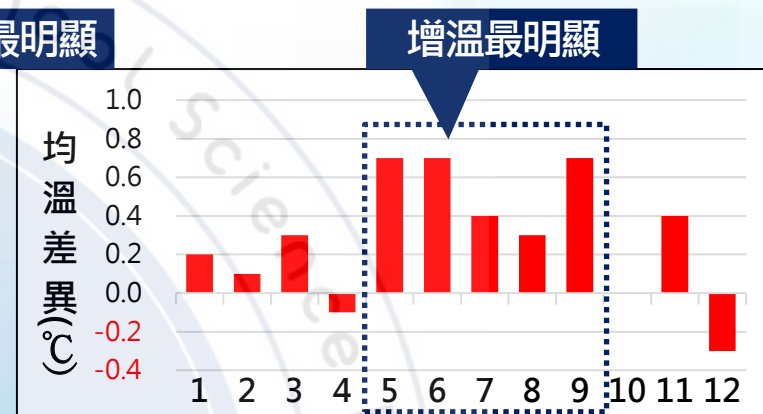


圖7-2 臺北測站2010~2021與1998~2009 各月份平均氣溫差異比較圖

## 二、氣象警特報標準數值可以作為「極端」判斷標準嗎？

➢ 根據常態分配推算離群值(極端值)：不符合。

NOAA：極端是基數中最外層不常見的10%：符合。

表7-1

序號(1~8766)	最高氣溫值	最低氣溫值
Q1 (第2192筆)	22.5	16.8
Q3 (第6575筆)	33.2	25.4
IQR=Q3-Q1	10.7	8.6
Q1 - 1.5 * IQR	<6.45	<3.9
Q3 + 1.5 * IQR	>49.25	>38.3

表7-2

氣溫值	高溫 $\geq 38^{\circ}\text{C}$	高溫 $\geq 36^{\circ}\text{C}$	低溫 $\leq 10^{\circ}\text{C}$	低溫 $\leq 6^{\circ}\text{C}$
發生次數統計	37/8766	453/8766	217/8766	8/8766
次數占比	0.42%	5.17%	2.47%	0.09%

## 三、氣候變遷分析技術和結果有何價值或貢獻？

➢ 資料分組與分析方法有助於建構中小學生關於氣候特性和變遷的認識或覺察，應可推廣。

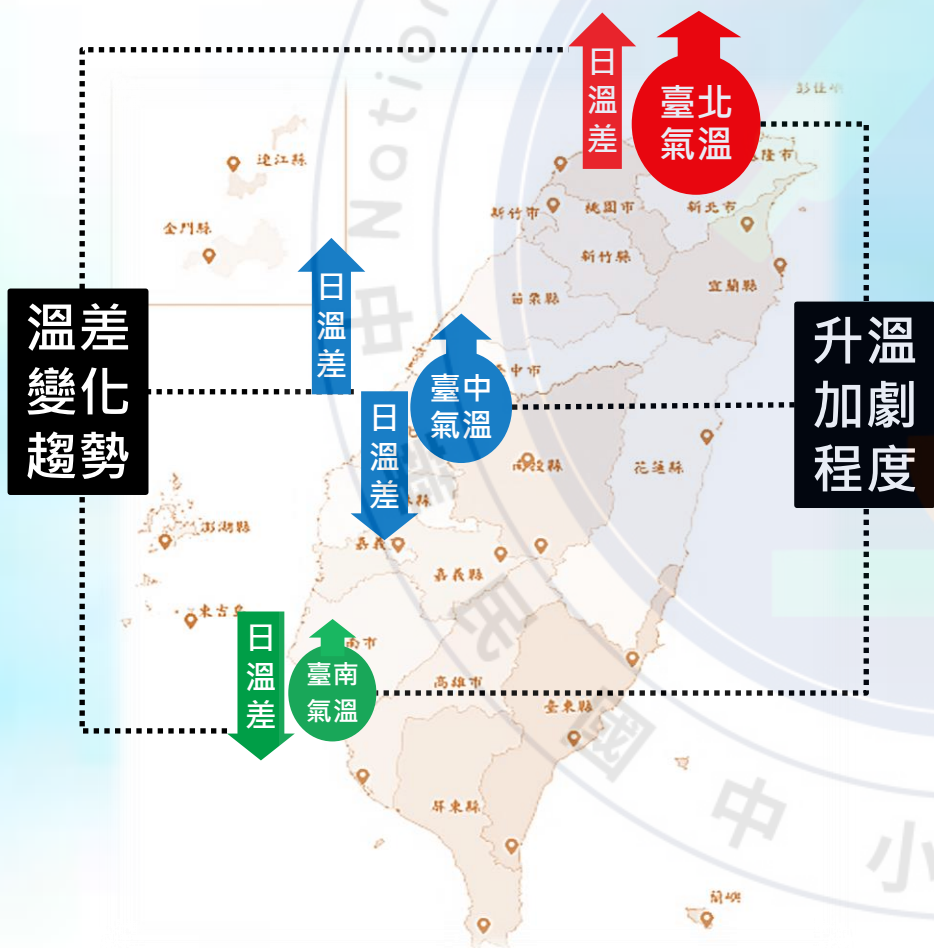
➢ 研究結果具有啟發性，能引導大家更關注和謹慎看待臺灣氣候變遷的現象。

# 研究結論

1998-----2010-----2021

臺北、臺中和臺南測站的氣溫都上升加劇

100年氣候平均值



■ 最高/低溫的眾數對應溫度較2010年前都升高 $1^{\circ}\text{C}$ 。

■ 5、6月升溫最顯著。

■ 高溫日數顯著增加；  
低溫日數稍微減少。

■ 高溫由夏季往春、秋季擴展；  
冬季低溫延後出現。



1998-----2010-----2021

## 臺北、臺中和臺南測站的強降水等級提升

### 100年氣候平均值

- 強降水的年平均次數變化不大。
- 扣除颱風強降水次數，豪雨在三測站的次數都增加。
- 強降水和氣溫升高有關係。

#### 未來研究展望：

- 持續針對台灣不同地區(例：恆春、花東)的主要測站進行資料分析。
- 由於目前臺北測站的氣候資料變遷較劇烈，可再多比較北部其他測站。



## 參考資料

- 陳宏宇、許晃雄(2018)。臺灣氣候的過去與未來《臺灣氣候變遷科學報告2017—物理現象與機制》重點摘錄。