

科技部補助
大專學生研究計畫研究成果報告

計 畫
名 稱 : 氣候因素對臺灣食源性疾病發生率的影響

執行計畫學生：李佳蓁
學生計畫編號：MOST 109-2813-C-040-034-B
研究期間：109年07月01日至110年02月28日止，計8個月
指導教授：陳詩潔

處理方式：本計畫可公開查詢

執行單位：中山醫學大學公共衛生學系（所）

中華民國 110年03月04日

摘要

目的：全球暖化造成極端氣候產生進而影響了環境，導致傳染病的增加，其中食源性疾病的致病機制如致病原的數量以及生長溫度範圍也可能受影響。本研究目的為評估在台灣氣候因素和食源性疾病發生的相關性。方法：透過臺灣疾病管制署收集 2009-2019 年阿米巴性痢疾、桿菌性痢疾、急性病毒性 A 型肝炎、腸病毒感染併發重症、急性無力肢體麻痺、傷寒和李斯特菌的每週病例數作為研究的食源性疾病種類，計算上述疾病在臺灣各縣市的發生率，並依發生率及病例數高低選擇臺北市與新北市作為本計畫研究的地區。天氣因子則是收集當地的平均溫度、最高溫度、最低溫度、相對濕度以及每週累積降雨量，並使用廣義線性模型(Generalized linear model, GLM)中的 Poisson 分布進行回歸分析探討其相關性。結果：在臺北市的各別天氣因子與病例數的相關中，以平均溫度、最高溫度和最低溫度較為明顯，新北市則是以平均溫度、最高溫度和相對濕度為相關，而不論縣市在所有天氣因子以及刪除一個天氣因子的方程式中可以發現在平均溫度和最高溫度的 P 值是較容易達顯著的(<0.05)。

目錄

| | |
|-----------------------------|----|
| 第一章、前言..... | 3 |
| 1.1 研究動機..... | 3 |
| 1.2 研究目的..... | 3 |
| 第二章、文獻回顧..... | 4 |
| 2.1 食源性法定傳染病介紹..... | 4 |
| 2.2 食源性傳染病致病原最適生長溫度及特性..... | 4 |
| 2.3 國內相關研究..... | 5 |
| 2.4 國外相關研究..... | 6 |
| 第三章、材料與方法..... | 10 |
| 3.1 研究架構..... | 10 |
| 3.2 疾病選擇..... | 11 |
| 3.3 研究地區..... | 12 |
| 3.4 天氣因子選擇..... | 13 |
| 3.5 統計分析..... | 14 |
| 第四章、結果與討論..... | 15 |
| 4.1 病例數與天氣資料..... | 15 |
| 4.2 統計分析結果..... | 19 |
| 第五章、結論與建議..... | 26 |
| 參考文獻..... | 27 |
| 附錄..... | 29 |

第一章、前言

1.1 研究動機

據估計，人類活動所導致的地球暖化，已高出前工業革命水準約 1.0°C ，可能的範圍為 0.8°C 至 1.2°C 之間。若以目前暖化速度持續增加，可能在 2030 年到 2052 年時，地球暖化便會達到 1.5°C (IPCC, 2018)。全球氣候變遷導致溫度上升並增加極端氣候事件的發生。氣候的改變也可能影響以食源性和水為媒介的傳染病發生率(Aik et al. 2018)。依據世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 資料顯示，全世界每年約有 6 億人(十分之一的人)因食用受到污染的食物或飲水而生病，其中有 42 萬人死亡(WHO, 2020)。

Smith 等(2019)的研究中也提及，氣候會影響空氣和水的溫度及降雨，進而影響到作物、牲畜及環境中的食源性的疾病病原的數量、生長範圍、存活率等。了解氣候變化對食源性疾病的影響能夠提高預測氣候變化對這些疾病影響的能力(Park et al. 2018a)。因此各個國家也開始研究食源性疾病和天氣因子的相關，Clara 等(2018) 西班牙的研究也顯示溫度會增加疾病的住院的風險，或是在伊朗的食源性疾病和氣候的研究中也發現發生率在夏季達高峰(Mehdi et al. 2020)。除此之外，也有 Park 等(2018a)和 Aik 等(2018, 2020)在韓國和新加坡的研究，同時都發現部分疾病和天氣之間的關係，更在 Chen 等 (2012)和 Chou 等(2010)有針對臺灣的研究，也看到雨量和溫度等和疾病的相關。

1.2 研究目的

臺灣的氣候位於亞熱帶，氣候屬於溫暖且潮濕，近年來也因全暖化出現較極端的氣候。雖然隨著科技的進步，食源性疾病的發生率不如以往盛行，但也持續的發生。本研究目的是藉由天氣因子和食源性疾病病例數的資料收集，評估 2009-2019 年臺灣氣候因素和食源性疾病發生的相關性。

第二章、文獻回顧

2.1 食源性法定傳染病介紹

臺灣法定傳染病依法可分為第一類法定傳染病至第五類法定傳染病，一旦經發現就須依法定時間通報中央主管機關(Taiwan CDC, 2020)。此外，法定傳染病同時又可依傳染途徑分為蟲媒傳染、食物或飲水傳染、空氣或飛沫傳染、性接觸或血液傳染和接觸傳染。在本研究依傳染途徑探討法定食源性傳染疾病，其中包含阿米巴性痢疾、急性病毒性 A 型肝炎、桿菌性痢疾、急性無力肢體麻痺、腸病毒感感染併發重症、傷寒和李斯特菌等(其法定傳染病分類及國際編碼詳見附表一)。

2.2 食源性傳染病致病原最適生長溫度及特性

食源性傳染病大部分是由原蟲、細菌或病毒引起，例如：阿米巴性痢疾是由痢疾阿米巴原蟲造成，它可耐惡劣環境，需要 $>50^{\circ}\text{C}$ 才可殺死。桿菌性痢疾、傷寒以及李斯特菌症致病原則是細菌，其生長溫度大多都落在室溫範圍內。由病毒引起的急性病毒性 A 型肝炎和急性無力肢體麻痺，其病毒對環境有較高的耐受力，並且只在高溫時能使其去活化。

表一、食源性傳染病致病原最適生長溫度及特性(Taiwan CDC, 2020)

| 疾病 | 致病原 | 最適生長溫度及特性 |
|-------------|--------------|--|
| 阿米巴性痢疾 | 痢疾阿米巴原蟲 | 耐惡劣環境，但不耐熱溫度 $>50^{\circ}\text{C}$ 可殺死 |
| 桿菌性痢疾 | 痢疾志賀氏桿菌 | 生長之溫度為 $6.1\sim 47^{\circ}\text{C}$ |
| 急性病毒性 A 型肝炎 | A 型肝炎病毒 | 耐受力高，可抵抗低溫冰凍、消毒劑及酸，可被高溫 $>85^{\circ}\text{C}$ 去活化 |
| 腸病毒感染併發重症 | 腸病毒屬 RNA 病毒科 | 於室溫可存活數天， 4°C 可存活數週，冷凍下則可活數月以上，但在 50°C 以上的環境，會失去活性 |
| 急性無力肢體麻痺 | 感染引起神經症狀腸病毒 | 病毒耐寒冷、乾燥，但用紫外線照射、煮沸或用含氯石灰(漂白粉)及高錳酸鉀等均能將其殺死。 |
| 傷寒 | 沙門氏桿菌 | $20\sim 37^{\circ}\text{C}$ 繁殖快速，在 70°C 加熱 5 分鐘、 60°C 需加熱 15~30 分鐘、 55°C 加熱 60 分鐘皆可殺菌。 |
| 李斯特菌症 | 李斯特菌 | 生長的溫度範圍在 $3\sim 45^{\circ}\text{C}$ |

2.3 國內相關研究

表二為國內相關研究，Chen 等(2012)的研究 1994-2008 年極端降雨對臺灣傳染病分布的影響。選擇的疾病可以分為以水為媒介的 A 型肝炎、細菌性痢疾、腸病毒、鉤端螺旋體和類弧菌，以及以病媒為媒介的灌木斑疹傷寒、登革熱、日本腦炎。在天氣因子選擇上只考慮降雨，並且將降雨量分為一般降雨(<130 毫米)、豪雨(130-200 毫米)、暴雨(201-350 毫米)和極端降雨(> 351 毫米)，並使用廣義的混和模型，探討降雨量對疾病的關係。研究結果顯示，豪雨(130-200 mm)是腸病毒感染(RR = 2.45, 1.59-3.78)和登革熱(RR = 1.96, 1.53-2.52)的重要危險因素。暴雨事件(201-350 毫米)是大多數傳染性疾病(A 型肝炎和腸病毒感染除外)的關鍵因素。極端降雨(> 350 毫米)影響了腸病毒感染(RR = 5.981, 1.474-23.760)和細菌性痢疾(RR = 7.703, 5.008-11.849)，並且有 0-70 天的滯後效應。

Chou 等(2010)研究在臺灣地區的氣候變化對腹瀉的相關疾病的模型建構(1996-2007)。使用波以松的回歸模型來預測腹瀉相關疾病的發生，模型當中的氣候因素考慮了日平均溫、雨量、每月極端降雨天數、每月雨天累積的降雨量，病例則是腹瀉相關疾病的每月住院人數，並且將研究人群再分為兒童(0-14 歲)、成年人(15-39 歲)老年人(40-64 歲)。研究結果顯示，最高溫度分別在預測兒童和成年人的腹瀉疾病分別佔發病率的 52%和 63%，而在兒童及老年人較容易因氣候的變化導致腹瀉相關疾病。

表二、 國內天氣因子與傳染病參考文獻

| 文獻 | 疾病 | 天氣因子 | 統計方法 | 結果 |
|--------------------|--|---------------------------|---|---|
| Chen et al. (2012) | 以水為媒介(A 型肝炎、細菌性痢疾、腸病毒、鉤端螺旋體、類弧菌)和病媒(灌木斑疹傷寒、登革熱、日本腦炎)傳染疾病 | 極端降雨 | Poisson regression using a generalized additive mixed model | 1. 豪雨(130-200 毫米)是腸病毒及登革熱感染的重要因素。 2. 暴雨(201-350 毫米)和大多數傳染性疾病有相關。 3. 極端暴雨(> 350 毫米)影響了腸病毒感染和細菌性痢疾。 4. 滯後時間為 0-70 天。 |
| Chou et al. (2010) | 腹瀉相關疾病每月住院人數 | 日平均溫、雨量、每月極端降雨天數、每月累積的降雨量 | Poisson regression/Spearman's correlation | 1. 每月最高溫度和每月極端降雨量，與腹瀉有關的發病率有 1-2 個月滯後效應。 |

2.4 國外相關研究

表三為國外相關研究，Park 等(2018a)是研究韓國在 2011-2015 多種氣候因素對細菌性食源性發生率的影響，使用 Pearson correlation analysis、Principal Component Analysis (PCA)和 Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) model 研究 8 個氣候因素與 13 個食源性疾病發生率之間的關係。結果顯示，13 個疾病當中有 4 個疾病(沙門氏菌、弧菌病、EHEC O157:H7 感染和彎曲桿菌)和天氣因子(溫度、相對濕度、降水、日曬、雲量、降雪、風速和日照時數)有相關。同年，Park 等(2018b)延續先前研究探討同一時間韓國氣候因素和食源性發生率的影響的關係，並將研究架構根據先前結果更改為 5 個氣候因素(溫度(平均最小值)、相對濕度、降雨、日照、雲量)與 12 個食源性疾病發生率(較先前少了志賀氏桿菌)，也將原先使用的統計方法除了 Principal Component Analysis (PCA)，再加上 Partial Correlation Coefficient Matrices (PCCMs)。研究結果顯示，溫度、相對濕度和降雨分別對沙門氏菌、曲狀桿菌和副溶血性弧菌腸出血性大腸桿菌感染有高度相關，日照和雲量對曲狀桿菌和產氣莢膜梭菌感染有負

相關。

Aik 等(2018)是新加坡在 2005-2015 年氣候變化和沙門氏菌的時間序列分析，研究非旅行相關的非傷寒沙門氏菌感染病例，天氣因子是選擇在每次流行週的平均溫度、最高溫度、最小溫度、相對濕度和每天降雨量，使用 Negative binomial model 和 Multivariable regression modelling。研究顯示，在單變量分析中，最高溫度與沙門氏菌感染無明顯關聯，而在多變量分析中，最低溫度與沙門氏菌感染無明顯關聯，除了環境溫度對沙門氏菌感染的影響外，還發現了溫度的延遲效應。Aik 等(2020)也探討了 2005-2018 急性腹瀉和天氣因子的相關，天氣因子和之前不同，只用了每日平均溫、每週相對濕度和每週累積降雨，統計方法同樣使用 Negative binomial model。研究結果，相對濕度與腹瀉疾病風險呈正相關，延遲時間為 1 週，而與疾病風險呈負相關，延遲時間為 6 週；溫度和腹瀉相關性則是較弱的，並且發現最高的三個年度高峰發生在 7 月和 8 月，也顯示了腹瀉病有明顯的季節性。

表三、 國外天氣因子與傳染病參考文獻

| 文獻 | 疾病 | 天氣因子 | 統計方法 | 結果 |
|------------------------|---|--|--|---|
| El-Fadel et al. (2012) | 布魯氏菌、霍亂、痢疾、食物中毒、水腫性囊腫、寄生蟲、旋毛蟲、傷寒、A 型肝炎 | 溫度、降雨量 | Poisson generalized linear model | 1. 季節性和長期趨勢是波以松回歸模型預測中的潛在因素。 |
| Clara et al. (2018) | 水：霍亂、傷寒、副傷寒、志賀氏菌、阿米巴病、原生動物的感染 食源性：沙門氏菌、食品中毒 其他：細菌、引起腹瀉等病毒、大腸埃希氏桿菌、諾如病毒 | 每日總降雨量（毫米）（包括降雪量）、強降雨事件、日平均溫度 | Distributed Lag Non-linear Model (DLNM) | 1. 高溫和低溫都增加了胃腸炎住院的風險。 2. 發現降雨對這些住院有保護作用。 |
| Park et al. (2018a) | 沙門氏菌、志賀氏菌、大腸桿菌 (EPEC、ETEC、EIEC、EHEC)、曲狀桿菌、小腸結腸炎、爺爾森氏菌、金黃色葡萄球菌、產氣夾膜梭菌、副溶血型弧菌、蠟狀芽孢桿菌、李斯特菌 | 平均溫度、最高溫度、最小溫度、相對濕度、降雨量、降雪量、風速、日照時數、日照率、雲量 | Pearson correlation analysis /Principal Component Analysis (PCA)/ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) model | 1. 溫度、相對濕度、降水、日曬和雲量與沙門氏菌病、弧菌病及 EHEC O157:H7 感染呈正相關，而與曲狀桿菌關。 2. 降雪、風速和日照時數與沙門氏菌病、弧菌病、EHEC O157:H7 感染和彎曲桿菌病呈負相關。 |
| Park et al. (2018b) | 沙門氏菌、大腸桿菌 (EPEC、ETEC、EIEC、EHEC) 副溶血性弧菌、金黃色葡萄球菌、曲狀桿菌、產氣莢膜梭菌、蠟狀芽孢桿菌、李斯特菌屬、小腸結腸炎耶爾森氏菌 | 溫度(平均最小值)、相對濕度、降雨、日照、雲量 | Principal Component Analysis (PCA) /Partial Correlation Coefficient Matrices (PCCMs) | 1. 溫度、相對濕度和降雨分別對沙門氏菌、曲狀桿菌和副溶血性弧菌腸出血性大腸桿菌感染有高度相關。 2. 日照和雲量對曲狀桿菌和產氣莢膜梭菌感染有負相關。 3. 沙門氏菌與環境（尤其是溫度）之間有很強的相關。 |

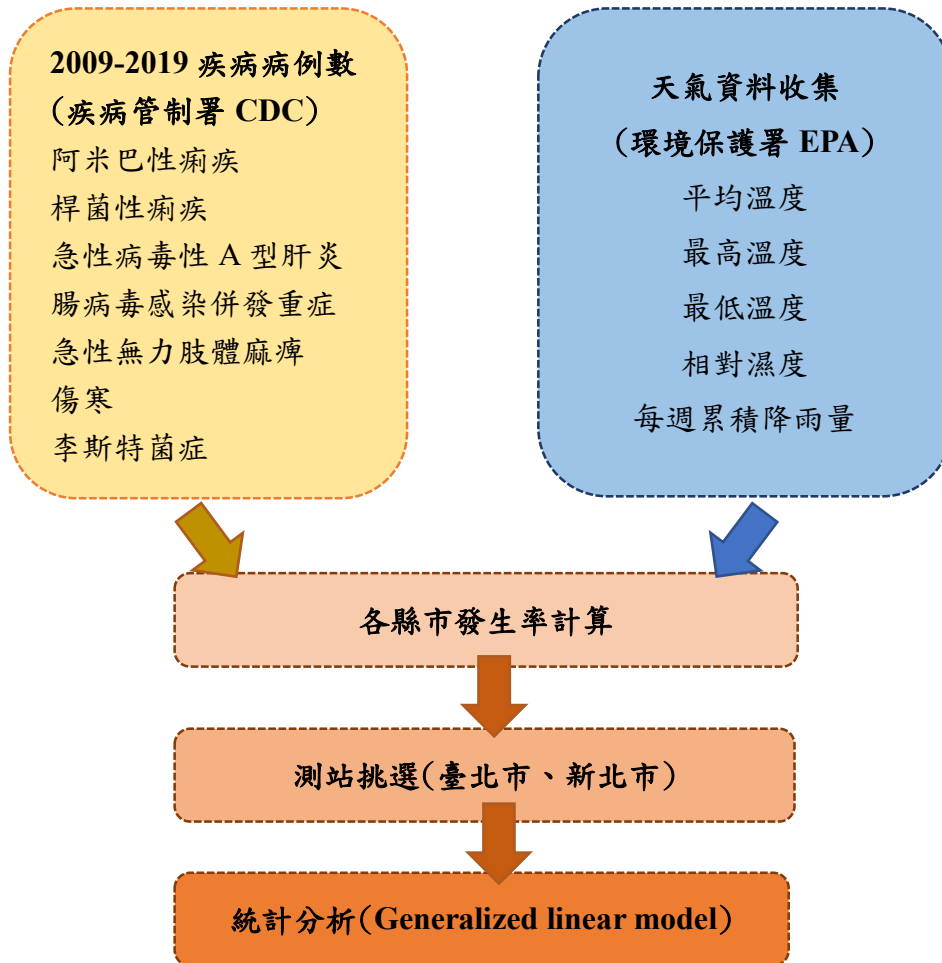
表三、 國外天氣因子與傳染病參考文獻(續)

| 文獻 | 疾病 | 天氣因子 | 統計方法 | 結果 |
|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--|--|
| Wang et al. (2018) | 非傷寒沙門氏菌感染 | 每日平均氣溫、相對濕度、每日降雨量 | Distributed Lag Nonlinear Models (DLNMs)/ Generalized Additive Models (GAMs) | 1. 平均溫度和相對溼度的最大滯後為 21 天，降雨的最大滯後為 30 天。 |
| Aik et al. (2018) | 非旅行相關的非傷寒沙門氏菌感染病例 | 每次流行週的平均溫度、最高溫度、最小溫度、相對濕度、每天降雨量 | Negative binomial model/ Multivariable regression modelling | 1. 除了環境溫度對沙門氏菌感染的影響外，還發現了溫度的延遲效應。 |
| Aik et al. (2020) | 急性腹瀉 Acute Diarrhoeal Illness (ADI) | 每日平均氣溫、每週相對濕度、每週的累積降雨量 | Negative binomial distribution | 1. 相對濕度與腹瀉疾病風險呈正相關，延遲時間為 1 週，而與疾病風險呈負相關，延遲時間為 6 週。 2. 季節性是腹瀉的主要決定因素。 |
| Mehdi et al. (2020) | 沙門氏菌 | 平均氣溫，濕度、總降雨量、每月灰塵頻率 | Poisson regressin | 1. 發病率在夏季特別是六月期間達到峰。 2. 沙門氏菌病的平均每月溫度，降雨量或濕度與 IR 之間沒有明顯的關係。 3. 沙塵暴和沙門氏菌的 IR 之間存在很強的正相關關係。 |

第三章、材料與方法

3.1 研究架構

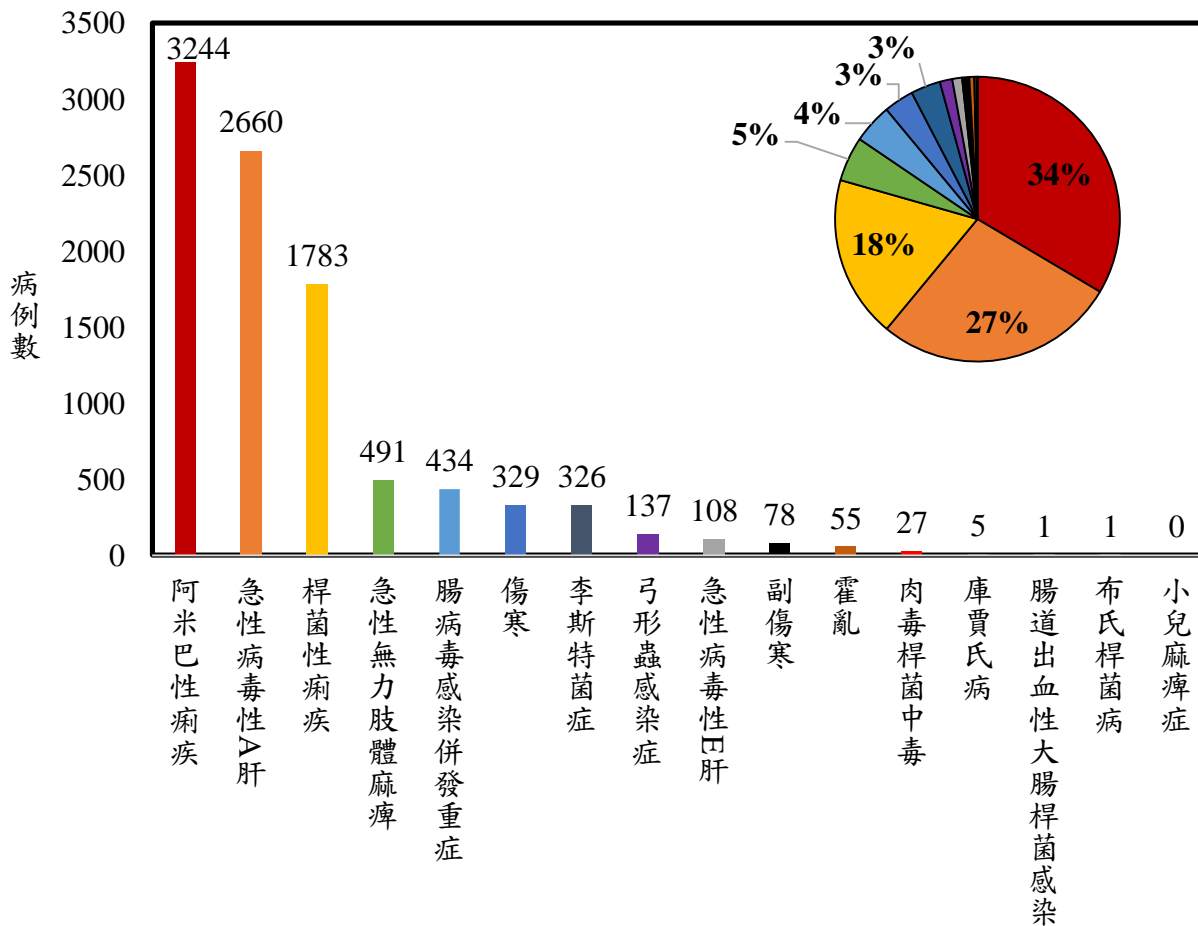
圖一為本研究的架構圖，收集疾病管制署 2009-2019 食源性疾病病例數與環境保護署的天氣資料，並計算各縣市的發生率以進行測站的挑選，再進行統計分析探討病例與天氣因子的相關性。



圖一、研究架構圖

3.2 疾病選擇

圖二將臺灣 2009-2019 所有食源性法定傳染疾病病例數排名，依序為阿米巴性痢疾(3244, 34%)、急性病毒性 A 型肝炎(2660, 27%)、桿菌性痢疾(1783, 18%)、急性無力肢體麻痺(491, 5%)、腸病毒感染併發重症(434, 4%)和傷寒(329, 3%)總共占了所有食源性疾病的 91%，而李斯特菌則是在 2017 年 12 月開始出現病例，卻有 326 個病例，因此本研究選擇這 7 個疾病作為研究內容。



圖二、臺灣 2009-2019 所有食源性法定傳染病病例數排序

3.3 研究地區

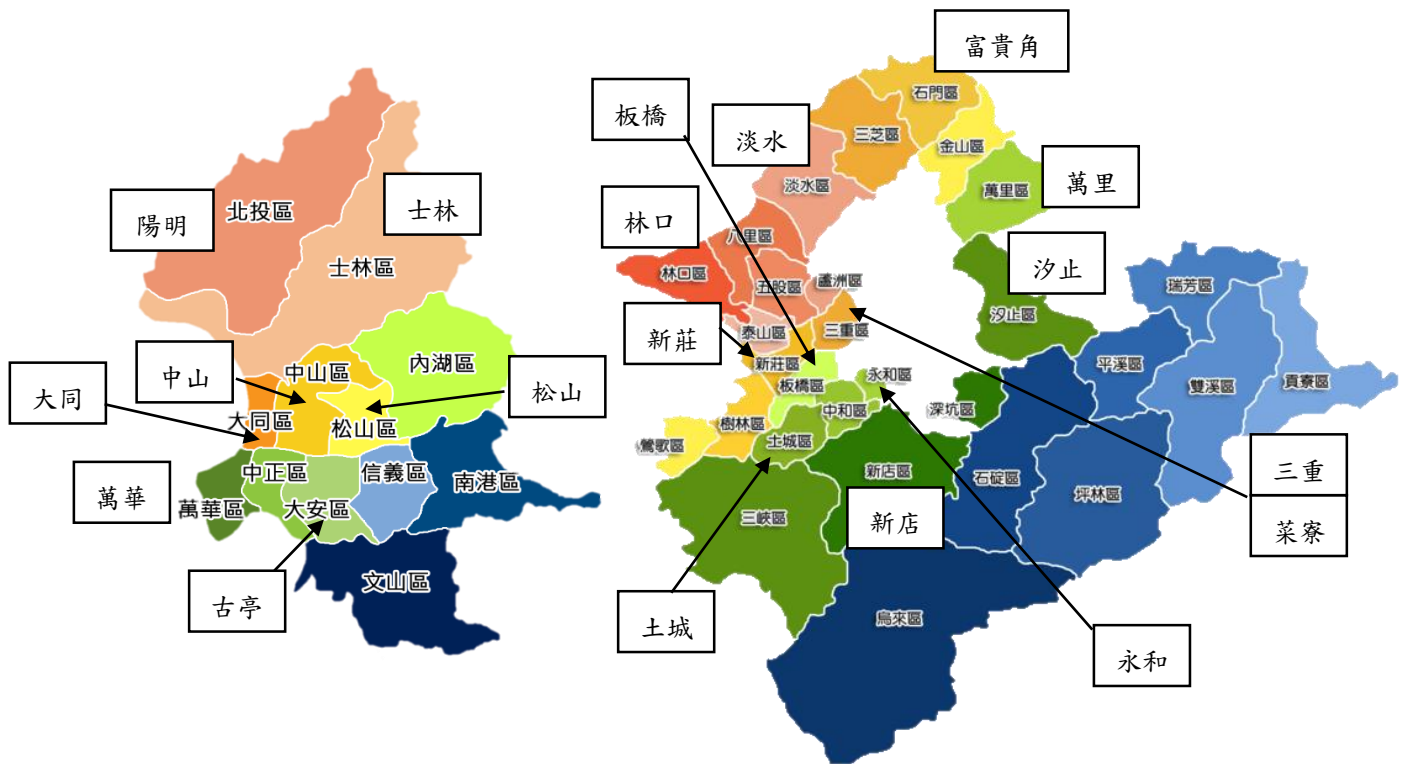
表四為計算臺灣各縣市食源性疾病(阿米巴性痢疾、急性病毒性 A 型肝炎、桿菌性痢疾、急性無力肢體麻痺、腸病毒感染併發重症、傷寒和李斯特菌)每十萬人年發生率及病例數。依照發生率和病例數，選擇臺北市(發生率：4.98，病例數：1464)、新北市(發生率：4.51，病例數：1968)作為研究地區。

表四、2009-2019 每十萬人年發生率及病例數

| 縣市 | 發生率 | 病例數 | 縣市 | 發生率 | 病例數 |
|-----|------|------|-----|------|-----|
| 花蓮縣 | 7.14 | 263 | 高雄市 | 2.88 | 857 |
| 桃園市 | 5.21 | 945 | 臺東縣 | 2.77 | 68 |
| 臺北市 | 4.98 | 1464 | 苗栗縣 | 2.67 | 164 |
| 新北市 | 4.51 | 1968 | 南投縣 | 2.28 | 128 |
| 宜蘭縣 | 4.14 | 228 | 彰化縣 | 2.12 | 301 |
| 基隆市 | 3.90 | 161 | 雲林縣 | 1.97 | 152 |
| 臺中市 | 3.66 | 1084 | 屏東縣 | 1.89 | 176 |
| 新竹市 | 3.48 | 166 | 嘉義市 | 1.51 | 45 |
| 新竹縣 | 3.33 | 197 | 金門縣 | 1.14 | 14 |
| 臺南市 | 3.16 | 626 | 澎湖縣 | 0.45 | 5 |
| 嘉義縣 | 3.05 | 176 | | | |

3.4 天氣因子選擇

因應文獻回顧，所以選擇溫度(平均溫度、最高溫度、最低溫度)、相對濕度、每週累積降雨量，作為研究的天氣因子。選擇的測站為臺北市的松山、古亭、中山、萬華、陽明、士林；新北市則是板橋、三重、菜寮、永和、新莊、新店、淡水、汐止、土城、林口、富貴角、萬里作為資料來源，圖二為上述測站的地理位置圖，各測站類型詳見附表二。天氣資料由行政院環境保護署的環境資源資料庫下載，透過 Excel 將每日資料轉為每週，再進行圖表繪製及統計分析。



圖二、測站地理位置圖

3.5 統計分析

本研究使用廣義線性模型(Generalized linear model, GLM)中的 Poisson 分布，並且根據統計報表中的 AIC(Akaike information criterion 赤池信息量準則)，其數值較小表示較佳的模型。天氣資料收集時，行政院環境保護署雨量資料在 2009-2014 為無統計資料，2015 雨量資料則是有缺失值，因此只使用 2016-2019 的統計資料，觀察天氣因子與病例數之間的相關性，並分別探討個別疾病病例數與天氣因子的相關，方程式(1)–(5)。

$$\log(Y) = \beta_0 + \beta_1 \times \alpha_1 \quad (1)$$

$$\log(Y) = \beta_0 + \beta_1 \times \alpha_2 \quad (2)$$

$$\log(Y) = \beta_0 + \beta_1 \times \alpha_3 \quad (3)$$

$$\log(Y) = \beta_0 + \beta_1 \times \alpha_4 \quad (4)$$

$$\log(Y) = \beta_0 + \beta_1 \times \alpha_5 \quad (5)$$

再考慮所有天氣因子與病例數的相關，方程式(6)

$$\log(Y) = \beta_0 + \beta_1 \times \alpha_1 + \beta_2 \times \alpha_2 + \beta_3 \times \alpha_3 + \beta_4 \times \alpha_4 + \beta_5 \times \alpha_5 \quad (6)$$

最後則是根據方程式(6)分別刪除一個天氣因子，方程式(7)–(11)，觀察其結果，所有分析均透過 SAS 9.4 統計軟體進行。

$$\log(Y) = \beta_0 + \beta_2 \times \alpha_2 + \beta_3 \times \alpha_3 + \beta_4 \times \alpha_4 + \beta_5 \times \alpha_5 \quad (7)$$

$$\log(Y) = \beta_0 + \beta_1 \times \alpha_1 + \beta_3 \times \alpha_3 + \beta_4 \times \alpha_4 + \beta_5 \times \alpha_5 \quad (8)$$

$$\log(Y) = \beta_0 + \beta_1 \times \alpha_1 + \beta_2 \times \alpha_2 + \beta_4 \times \alpha_4 + \beta_5 \times \alpha_5 \quad (9)$$

$$\log(Y) = \beta_0 + \beta_1 \times \alpha_1 + \beta_2 \times \alpha_2 + \beta_3 \times \alpha_3 + \beta_5 \times \alpha_5 \quad (10)$$

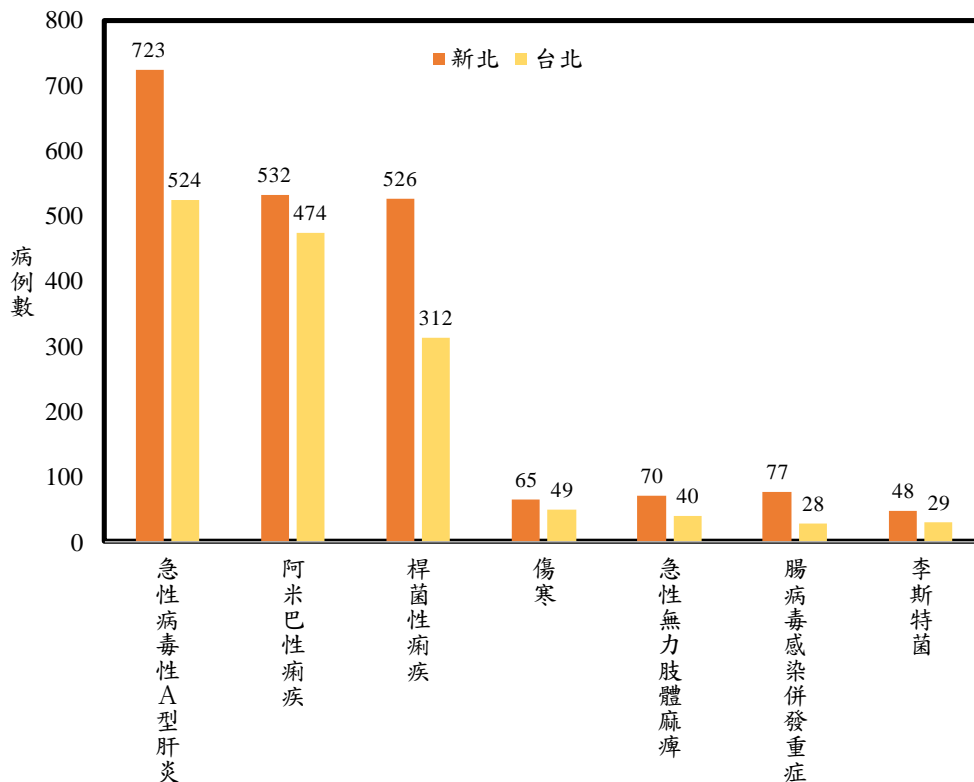
$$\log(Y) = \beta_0 + \beta_1 \times \alpha_1 + \beta_2 \times \alpha_2 + \beta_3 \times \alpha_3 + \beta_4 \times \alpha_4 \quad (11)$$

各個變項分別代表：Y=病例數； α_1 =平均溫度； α_2 =最高溫度； α_3 =最低溫度； α_4 =每週累積降雨量； α_5 =相對濕度。

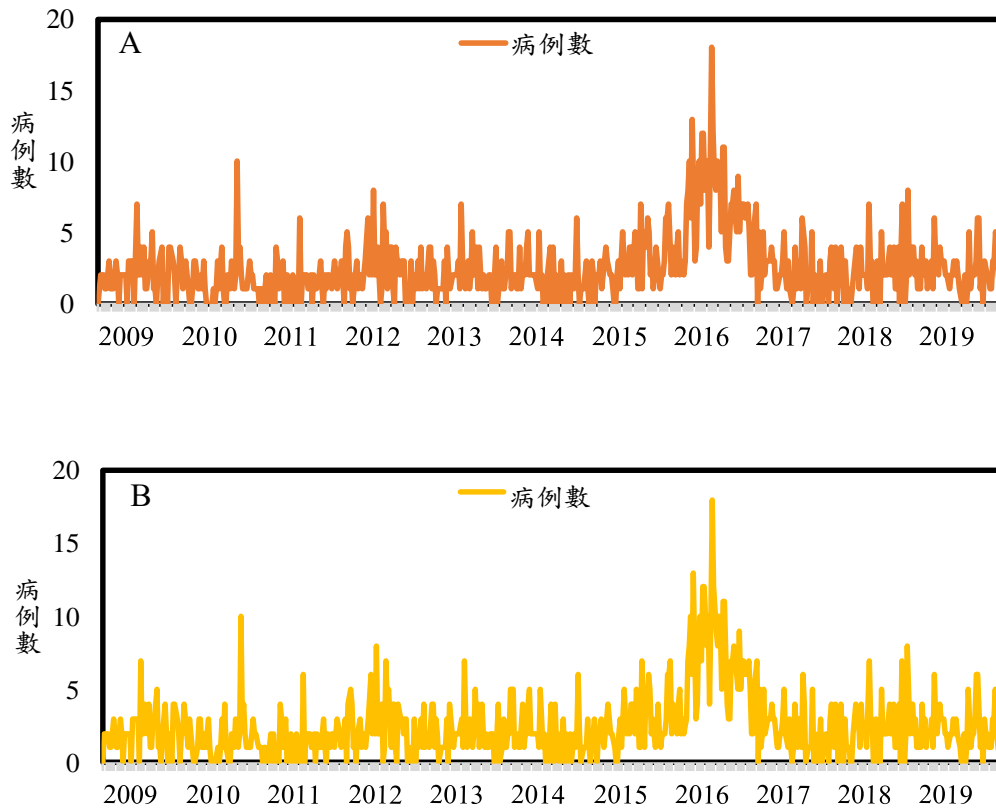
第四章、結果與討論

4.1 病例數與天氣資料

圖三為臺北與新北的病例數，新北的疾病總數為 1968 例高於臺北的 1464 例，不論是何種疾病均為新北高於臺北。兩縣市疾病的排序依序為急性病毒性 A 型肝炎、阿米巴性痢疾、桿菌性痢疾、傷寒、急性無力肢體麻痺、腸病毒感染併發重症和李斯特菌。圖四的(A)及(B)分別為臺北與新北的歷年病例數分布，均在 2016 年時有較高的病例數，其餘時間病例數多落在 2-10 左右。根據疾病管制署 2015 年 6 月起，國內發生 A 型肝炎流行疫情，在 2016 年則累積病例數達近 10 年新高（每 10 萬人口發生率為 4.8）(Taiwan CDC 急性病毒性 A 型肝炎防治工作手冊，2017)。



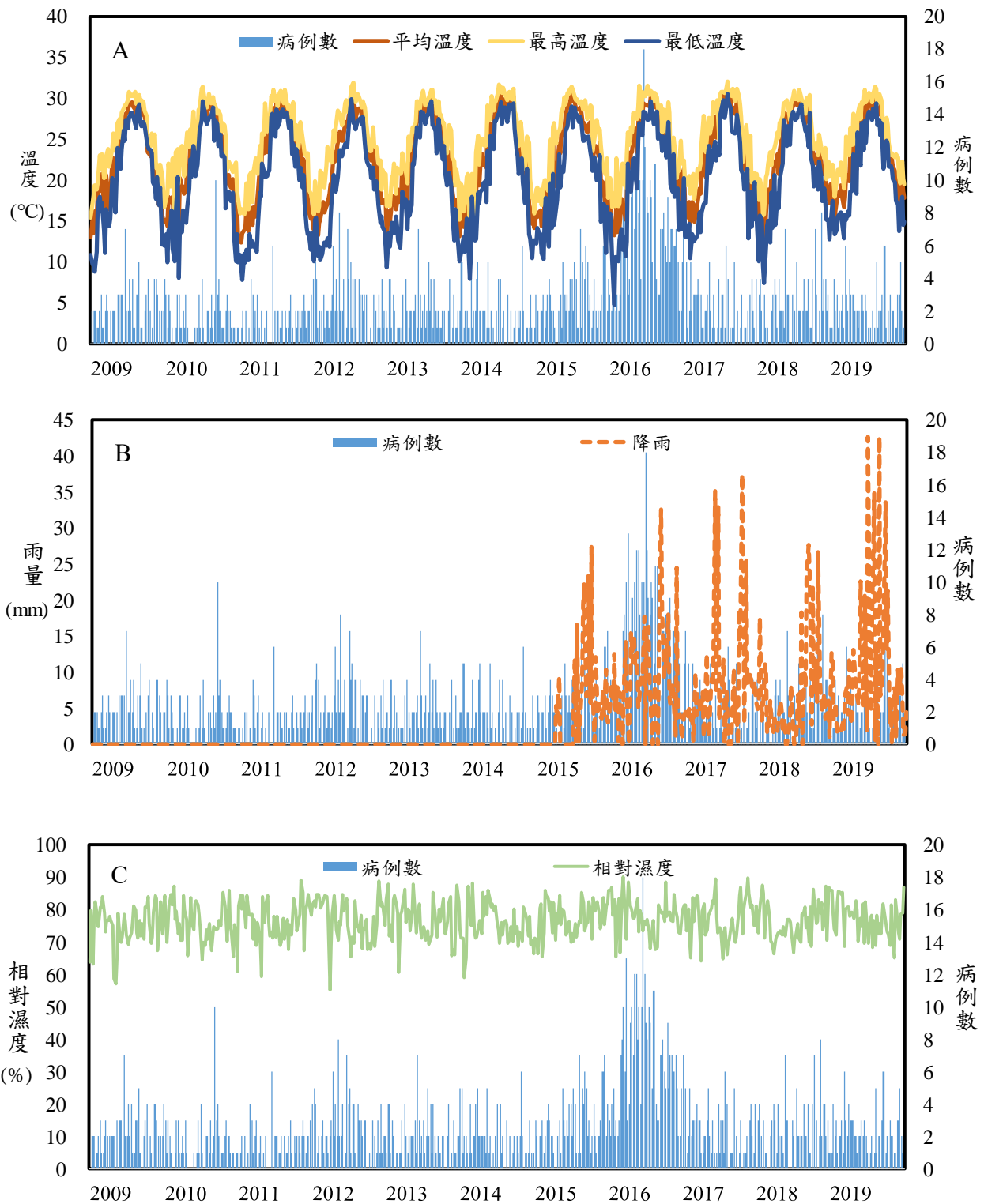
圖三、臺北和新北病例數



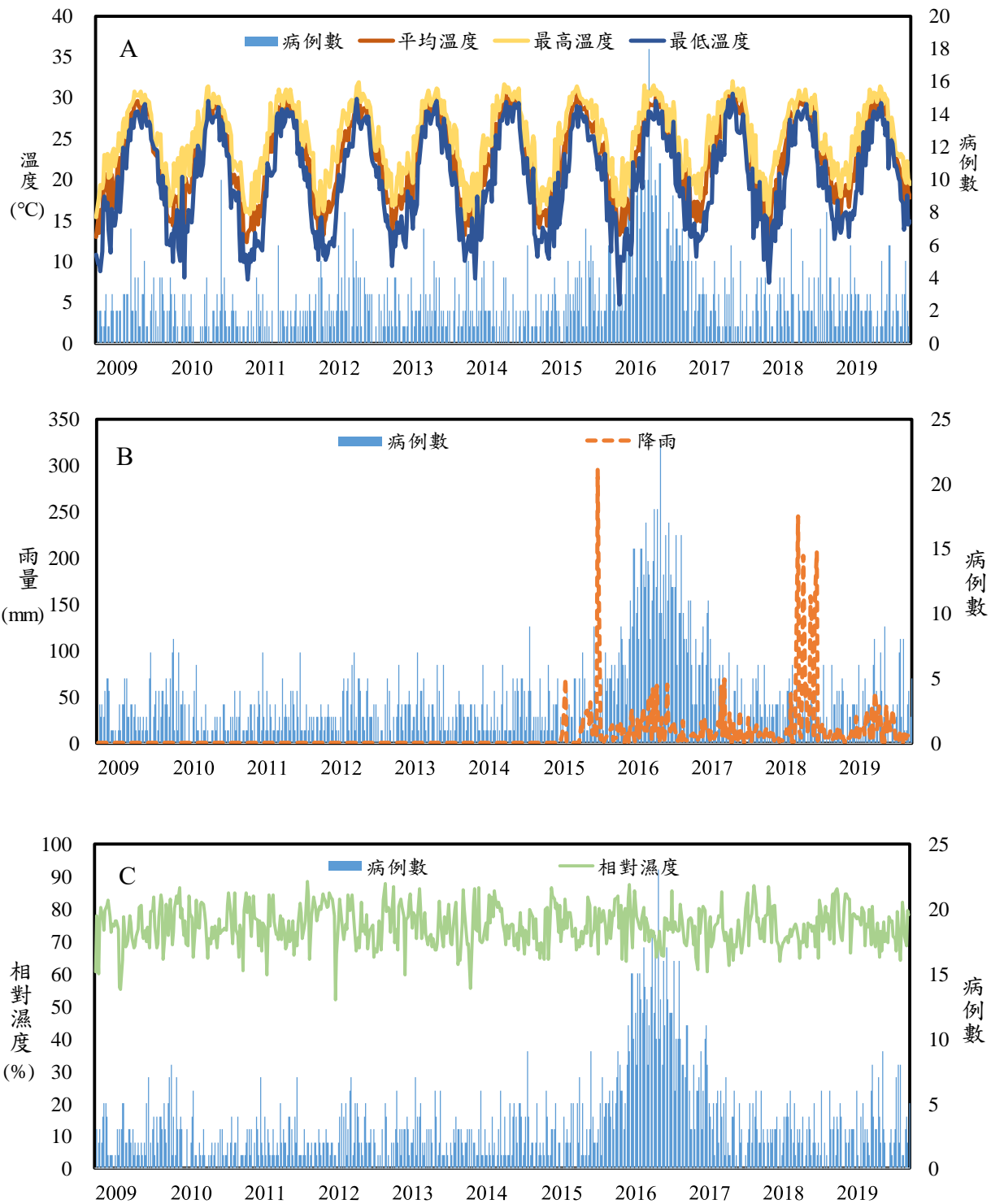
圖四、臺北和新北歷年病例數分布

圖五為臺北天氣因子與病例數歷年分布，圖六為新北天氣因子與病例數歷年分布。結果顯示臺北和新北的平均溫度、最高溫度以及最低溫度的平均值與標準差分別為 $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ 、 $25\pm 4^{\circ}\text{C}$ 以及 $20\pm 6^{\circ}\text{C}$ ，不論縣市三個溫度呈現的相似的趨勢，並且每週之間差異不大。

圖五和圖六(B)為每週累積降雨的分布，兩縣市在 2009-2014 年的資料均為缺失值，2015 年則是有部分的缺失(1-12 週以及 18-26 週)，在臺北和新北每週累積降雨的平均值分別為 8 毫米和 21 毫米，最大值分別為 43 毫米和 295 毫米，整體而言常有零星降雨，降雨量不多但頻率較高，而在秋冬容易有較強的降雨。圖五和圖六(C)在臺北和新北相對濕度平均值為 77%和 75%，標準差均為 6%，在兩縣市歷年趨勢而言均無太大差異(詳見附表三)。



圖五、臺北天氣因子與病例數歷年分布



圖六、新北天氣因子與病例數歷年分布

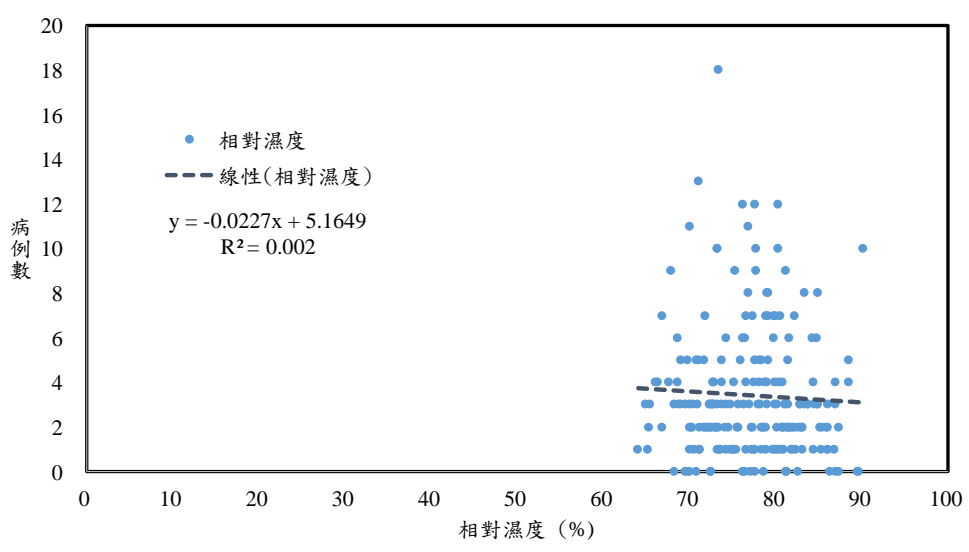
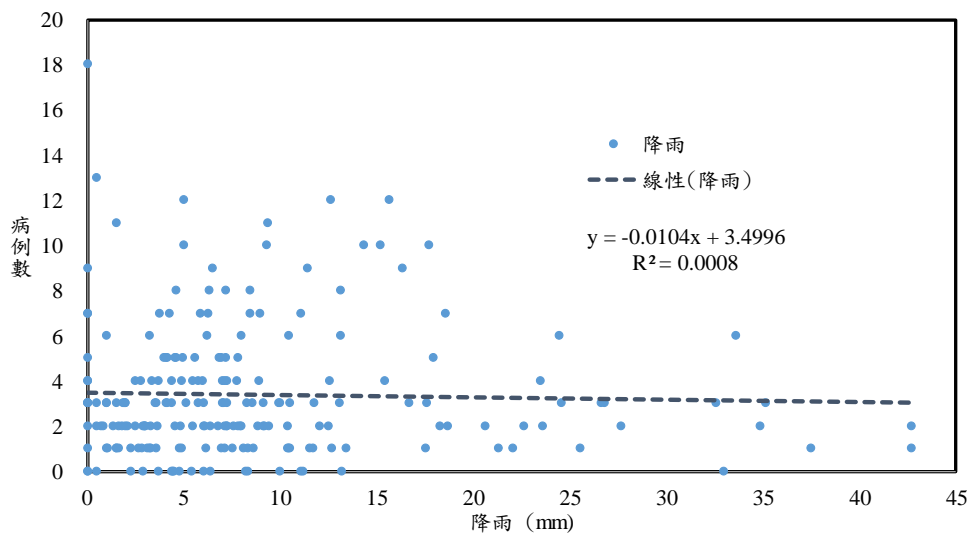
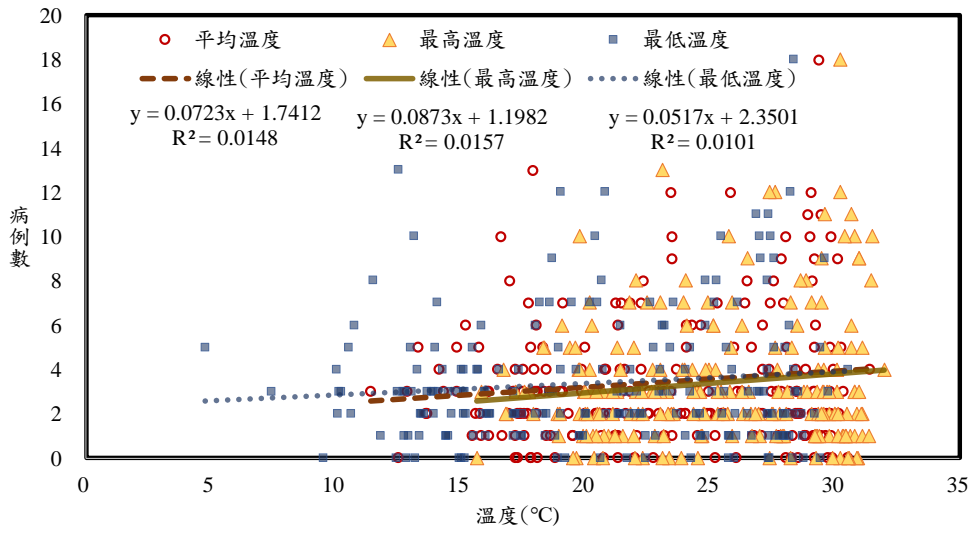
4.2 統計分析結果

圖六和圖七為病例數和天氣因子的散布圖，由於每週累積雨量資料在 2016-2019 較為完整，因此在散布圖製作統一採用 2016-2019 的資料。圖六和圖七(A) 平均溫度、最高溫度和最低溫度的散布圖，其中在最高溫度的 R^2 為最高，三條趨勢線都為正相關，但是在趨勢上均平緩。在 Park 等人(2018a)和(2018b)以及 Chou(2010)等人的研究中也均顯示溫度與疾病呈現正相關。圖六和圖七(B)為病例數和每週累積降雨量散布圖，相較於溫度而言 R^2 又更低，趨勢線而言則為負相關，而在圖七(B)中有一周的累積降雨量達 245 毫米，因此可以發現橫軸尺度較圖六(B)大，但是整體還是集中在 50 毫米以下。在 Mehdi(2020)等人研究結果也顯示降雨和病例數沒有明顯的相關，但在 Chen(2012)等人研究當中則是雨量(極端降雨)和大多數的傳染病有相關。圖六和圖七(C)為病例數和相對濕度的散布圖，在 R^2 值的部分較溫度與每週累積降雨量來的高，所有的相對濕度的值都落在 60%-90%左右，趨勢線而言則和每週累積降雨量同為負相關。但在 Aik(2020)等人研究中相對濕度則是和疾病呈現正相關。

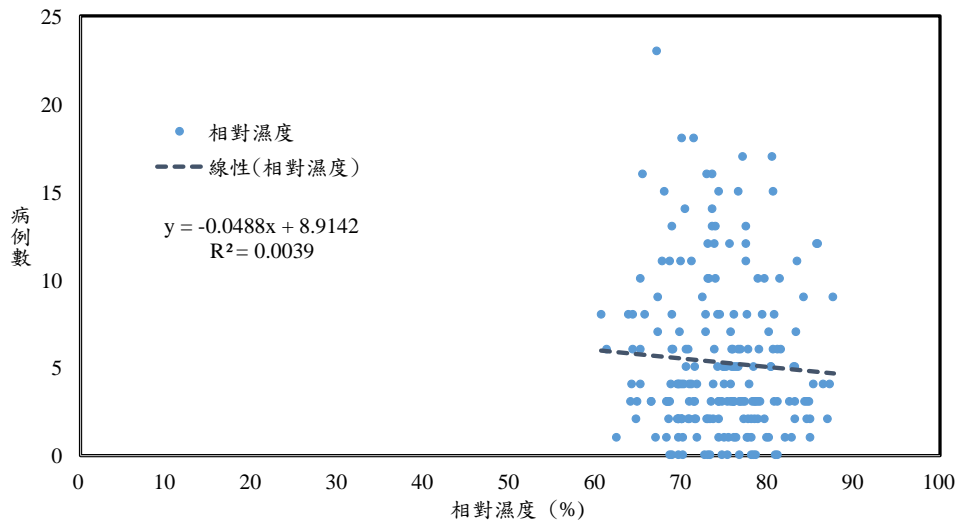
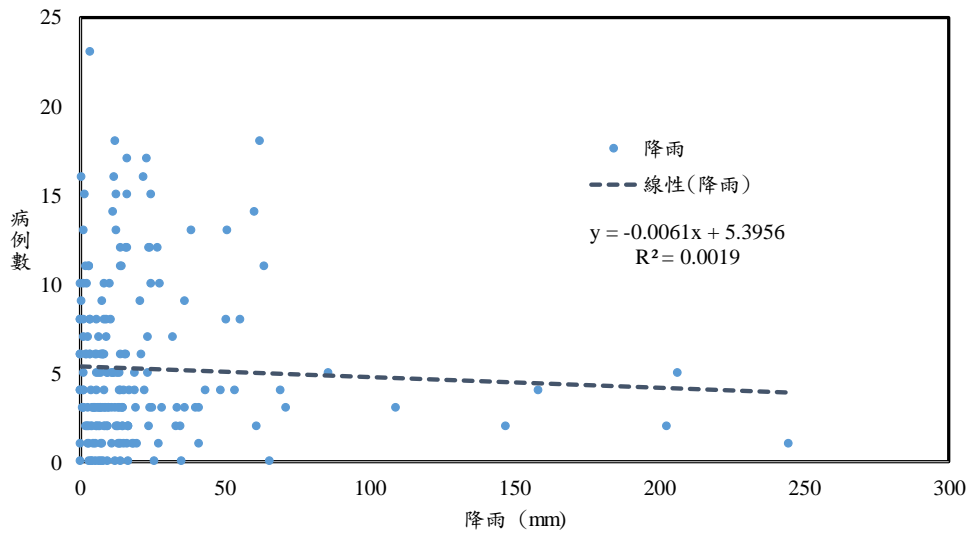
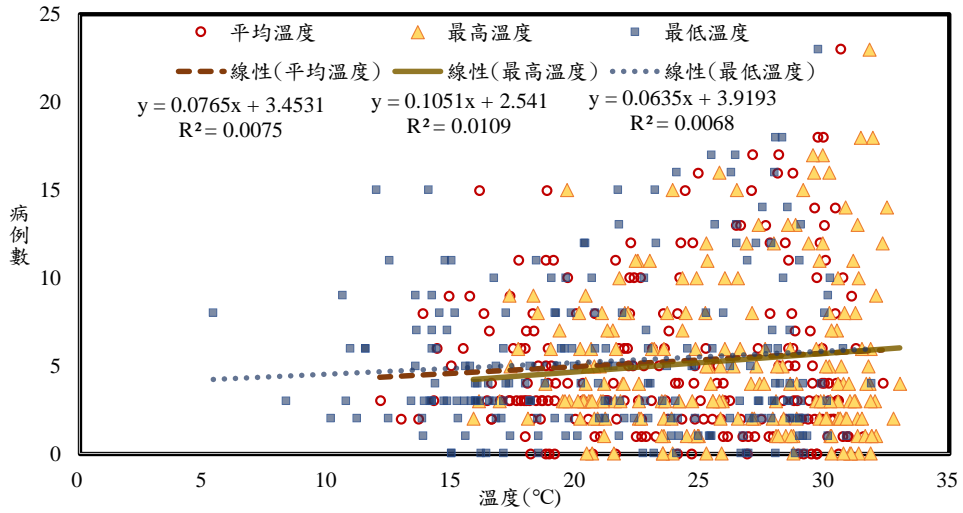
表五分別為臺北和新北方程式(1)-(5)，各個天氣因子和病例數的 β_0 、 β_1 及 P 值，在臺北的結果為平均溫度、最高溫度以及最低溫度的 P 值是 <0.05 (分別為 0.0047、0.0036 以及 0.0196)，在新北則是平均溫度、最低溫度以及相對濕度的 P 值是 <0.05 (分別為 0.0092、0.0131 以及 0.0376)，而整體而言在臺北各個方程式的 AIC 是小於新北市的，臺北的方程式當中最高溫度有最低的 AIC(1058)，新北則是每週累積降雨量有最低的 AIC(1391)。

表六則是所有天氣因子和病例數的方程式(6)，臺北的 AIC(1061)仍比新北(1375)小，但只有新北市的平均溫度、最高溫度以及最低溫度的 P 值是 <0.05 (分別為 0.0468、0.0104 以及 0.0004)。在 Chou(2010) 等人和 Aik(2018)等人的研究模型中溫度也均呈現有相關的，並且在研究結果顯示均有延遲效應。

表七與表八則是個刪除一個天氣因子方程式(7)-(11)，表七中方程式(7)的最高溫度 P 值是 <0.05 (0.0214)與方程式(8)的平均溫度和每週累積降雨量的 P 值是 <0.05 (分別為 0.0087、0.4951)，而整體而言的 AIC 都差異不大，其中方程式(8)的 AIC(1059)較表六的臺北(1061)得來的小。表八中方程式(7)的最高溫度的 P 值是 <0.05 (0.0078)；方程式(9)的平均溫度和最高溫度 P 值的是 <0.05 (分別為 0.0110、0.0013)；方程式(10)的平均溫度和最高溫度的 P 值是 <0.05 (分別為 0.0061、0.0004)；方程式(11)的平均溫度、最高溫度以及每週累積降雨量的 P 值是 <0.05 (分別為 0.0131、0.0005、0.0489)，而整體而言的 AIC 都差異不大，其中方程式(11)的 AIC(1374)較表六的新北(1375)得來的小。綜合表七和表八而言，在平均溫度和最高溫度的 P 值是容易達顯著的(<0.05)。



圖六、臺北天氣因子與病例數散布圖



圖七、新北天氣因子與病例數散布圖

表五、臺北與新北各別天氣因子和病例數的係數

| | 臺北 | | | | 新北 | | | |
|-------------|-----------|-----------|-----------------|------|-----------|-----------|-----------------|------|
| | β_0 | β_1 | P 值 | AIC | β_0 | β_1 | P 值 | AIC |
| 平均溫度 | 0.7252 | 0.0215 | 0.0047** | 1059 | 1.2803 | 0.0158 | 0.0092** | 1395 |
| 最高溫度 | 0.5611 | 0.0260 | 0.0036** | 1058 | 1.0893 | 0.0217 | 0.0017* | 1392 |
| 最低溫度 | 0.9091 | 0.0153 | 0.0196* | 1061 | 1.3774 | 0.0130 | 0.0131* | 1396 |
| 每週累積 降雨量 | 1.2533 | -0.0031 | 0.5007 | 1067 | 1.6807 | -0.0012 | 0.2478 | 1391 |
| 相對濕度 | 1.7403 | -0.0067 | 0.3022 | 1065 | 2.4710 | -0.0109 | 0.0376* | 1398 |

* : P 值 < 0.05 ; ** : P 值 < 0.01 ; *** : P 值 < 0.0001

表六、臺北與新北所有天氣因子和病例數的方程式 β 值和 P 值

| | 臺北 | | 新北 | |
|-----------|-----------|--------|-----------|------------------|
| | β_1 | P 值 | β_1 | P 值 |
| β_0 | -0.1182 | 0.8793 | 1.1090 | 0.0468* |
| 平均溫度 | 0.0763 | 0.1823 | -0.1759 | 0.0104* |
| 最高溫度 | 0.0118 | 0.7785 | 0.1533 | 0.0004*** |
| 最低溫度 | -0.0530 | 0.0826 | 0.0550 | 0.1114 |
| 每週累積降雨量 | -0.0077 | 0.4879 | -0.0020 | 0.3658 |
| 相對濕度 | 0.0055 | 0.1524 | -0.0053 | 0.0790 |
| AIC | 1061 | | 1375 | |

* : P 值 < 0.05 ; ** : P 值 < 0.01 ; *** : P 值 < 0.0001

表七、臺北各個方程式的 β 值和P值

| | Model (7) | | Model (8) | | Model (9) | | Model (10) | | Model (11) | |
|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------------|-----------|--------|------------|--------|------------|--------|
| | β | P | β | P | β | P | β | P | β | P |
| β_0 | -0.1339 | 0.8629 | -0.0531 | 0.9431 | 0.0356 | 0.9633 | 0.3912 | 0.5697 | 0.3730 | 0.2434 |
| 平均溫度 | - | - | 0.0891 | 0.0087** | -0.0052 | 0.8789 | 0.0787 | 0.1653 | 0.0739 | 0.1937 |
| 最高溫度 | 0.0570 | 0.0214* | - | - | 0.0376 | 0.3527 | 0.0036 | 0.9301 | 0.0105 | 0.8013 |
| 最低溫度 | -0.0201 | 0.2579 | -0.0559 | 0.0515 | - | - | -0.0532 | 0.0807 | -0.0525 | 0.0839 |
| 每週累積降雨量 | 0.0053 | 0.1397 | -0.0075 | 0.4951* | -0.0077 | 0.1490 | - | - | -0.0059 | 0.2080 |
| 相對濕度 | 0.0050 | 0.5299 | 0.0054 | 0.1597 | 0.0054 | 0.4992 | 0.0001 | 0.9863 | - | - |
| AIC | 1061 | | 1059 | | 1062 | | 1061 | | 1060 | |

* : P 值 < 0.05 ; ** : P 值 < 0.01 ; *** : P 值 < 0.0001

表八、新北各個方程式的 β 值和P值

| | Model (7) | | Model (8) | | Model (9) | | Model (10) | | Model (11) | |
|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|----------------|------------|------------------|------------|------------------|
| | β | P | β | P | β | P | β | P | β | P |
| β_0 | 1.0551 | 0.0601 | 1.4714 | 0.0075** | 0.9810 | 0.0764 | 1.4066 | 0.0083** | 0.6595 | 0.0099** |
| 平均溫度 | - | - | 0.0364 | 0.2497 | -0.0773 | 0.0110* | -0.1871 | 0.0061** | -0.1693 | 0.0131* |
| 最高溫度 | 0.0541 | 0.0078** | - | - | 0.1116 | 0.0013* | 0.1529 | 0.0004*** | 0.1510 | 0.0005*** |
| 最低溫度 | -0.0230 | 0.1300 | -0.0158 | 0.5578 | - | - | 0.0606 | 0.0796 | 0.0531 | 0.1236 |
| 每週累積降雨量 | -0.0021 | 0.0531 | -0.0020 | 0.0735 | -0.0021 | 0.0638 | - | - | -0.0022 | 0.0489* |
| 相對濕度 | -0.0037 | 0.5259 | -0.0041 | 0.4825 | -0.0047 | 0.4204 | -0.0077 | 0.1723 | - | - |
| AIC | 1380 | | 1386 | | 1376 | | 1387 | | 1374 | |

* : P 值 < 0.05 ; ** : P 值 < 0.01 ; *** : P 值 < 0.0001

第五章、結論與建議

5.1 結論

在臺北與新北的總病例數分別為 1464 與 1968 例。藉由散布圖可以得知在溫度與病例呈現正相關，但是整體而言的趨勢卻是趨於平緩；而在每週累積降雨量和相對濕度則都是呈現負相關。透過統計分析則可以看出兩縣市的各別因子與病例數方程式中，平均溫度以及最低溫度是均有顯著的，而在所有天氣因子以及刪除一個天氣因子的方程式中可以發現在平均溫度和最高溫度的 P 值是較容易達顯著的(<0.05)。

5.2 建議

1. 天氣因子的收集可以透過其他機關(例如：中央氣象局)使其更完整。
2. 統計分析可再深入探討天氣因子對何種疾病的影響較大。
3. 除了探討相關之外，也可在計算食源性疾病所造成的疾病負擔。

參考文獻

1. Aik J, Heywood AE, Newall AT, et al. 2018. Climate variability and salmonellosis in Singapore – A time series analysis. *Science of The Total Environment* 639, 1261-1267.
2. Aik J, Ong J, Ng LC. 2020. The effects of climate variability and seasonal influence on diarrhoeal disease in the tropical city-state of Singapore - A time-series analysis. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 227, 113517
3. Chen MJ, Lin CY, Wu YT, Wu PC, Lung SC, Su HJ. 2012. Effects of extreme precipitation to the distribution of infectious diseases in Taiwan, 1994–2008. *PLOS One* 7, e34651.
4. Chou WC, Wu JL, Wang YC, Huang H, Sung FC, Chuang CY. 2010. Modeling the impact of climate variability on diarrhea-associated diseases in Taiwan (1996–2007). *Science of The Total Environment* 409, 43-51.
5. El-Fadel M, Ghanimeh S, Maroun R, Alameddine I. 2012. Climate change and temperature rise: Implications on food- and water-borne diseases. *Science of The Total Environment* 437, 15-21.
6. Gregory PJ, Johnson SN, Newton AC, Ingram JS. 2009. Integrating pests and pathogens into the climate change/food security debate. *Journal of Experimental Botany* 60, 2827-2838.
7. ICPP(The Intergovernmental Panel on Climate Change), 2018. <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>
8. Mehdi SDM, Hassan ME, Aminharati F, Ali A, Tafti D, Mehdi Y, Memariani M. Associations between climatic parameters and the human salmonellosis in Yazd province, Iran. 2020. *Environmental Research* 187, 109706.
9. Morral-Puigmal C, Martínez-Solanas È, Villanueva CM., Basagaña X. 2018. Weather and gastrointestinal disease in Spain: A retrospective time series regression study. *Environment International* 121, 649-657.
10. Park MS, Park KH, Bahk GJ. 2018a. Combined influence of multiple climatic factors on the incidence of bacterial foodborne diseases. *Science of The Total Environment* 610-611, 10-16.
11. Park MS, Park KH, Bahk GJ. 2018b. Interrelationships between multiple climatic factors and incidence of foodborne diseases. *International Journal of*

Environmental Research and Public Health 15, 2842.

12. Semenza JC, Menne B. 2009. Climate change and infectious diseases in Europe. *Lancet Infectious Disease* 9, 365-375.
13. Stott PA, Stone DA, Allen MR. 2004. Human contribution to the European heatwave of 2003. *Nature* 432, 610-614.
14. Taiwan CDC(Taiwan Centers for Disease Control), 2020. <https://www.cdc.gov.tw/>
15. Wang P, William BG, Chan EYY. 2018. Associations of Salmonella hospitalizations with ambient temperature, humidity and rainfall in Hong Kong. *Environment International* 120, 223-230.
16. WHO(World Health Organization), 2020. <https://www.who.int/health-topics/food-safety/>

附錄

附表一、法定傳染病分類及國際編碼

| 疾病 | 台灣法定傳染病 | ICD-10 |
|-------------|---------|---|
| 阿米巴性痢疾 | 二 | A06 ^a |
| 急性病毒性 A 型肝炎 | 二 | B15 ^a |
| 桿菌性痢疾 | 二 | A03 ^a |
| 急性無力肢體麻痺 | 二 | A80, A80.0, A80.1, A80.2, A80.3, A80.30, A80.39, A80.9 ^b |
| 腸病毒感染併發重症 | 三 | A85.0, A87.0, B97.1 ^a , B33.22 |
| 傷寒 | 二 | A01.0- |
| 李斯特菌症 | 四 | A32 ^a , P37.2 |

a: 「主要代碼-」以鼠疫為例，「A20-」包含主要代碼 A20 以及

其細分代碼 A20.0, A20.1, A20.2, A20.3, A20.7, A20.8, A20.9

b: 在疾病管制署沒有提及急性無力肢體麻痺，此處是將小兒麻痺的 ICD-10

附表二、各測站類型

| 臺北市 | | 新北市 | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 測站名稱 | 測站類型 | 測站名稱 | 測站類型 | 測站名稱 | 測站類型 |
| 松山 | 一般測站 | 板橋 | 一般測站 | 淡水 | 一般測站 |
| 古亭 | 一般測站 | 三重 | 交通測站 | 汐止 | 一般測站 |
| 中山 | 一般測站 | 菜寮 | 一般測站 | 土城 | 一般測站 |
| 萬華 | 一般測站 | 永和 | 交通測站 | 林口 | 一般測站 |
| 陽明 | 公園測站 | 新莊 | 一般測站 | 富貴角 | 背景測站 |
| 士林 | 一般測站 | 新店 | 一般測站 | 萬里 | 一般測站 |

附表三、天氣資料統計值

| | | 台北市 | 新北市 |
|------------|----------|-------|--------|
| 平均溫度(°C) | Mean(SD) | 23(5) | 23(5) |
| | Max | 31 | 32 |
| | Min | 11 | 12 |
| 最高溫度(°C) | Mean(SD) | 25(4) | 26(5) |
| | Max | 32 | 33 |
| | Min | 13 | 15 |
| 最低溫度(°C) | Mean(SD) | 20(6) | 21(6) |
| | Max | 31 | 33 |
| | Min | 5 | 5 |
| 每週累積雨量(mm) | Mean(SD) | 8(8) | 21(37) |
| | Max | 43 | 295 |
| | Min | 0 | 0 |
| 相對濕度(%) | Mean(SD) | 77(6) | 75(6) |
| | Max | 90 | 88 |
| | Min | 64 | 61 |