

# 1961-2013 年期間台灣地區風向風速變化分析

韓宛容 盧孟明 徐堂家

中央氣象局科技中心

## 摘 要

台灣位在歐亞大陸和太平洋之間，氣候上屬於世界最顯著亞洲與西北太平洋季風區。夏天吹西南季風，冬天吹東北季風，是台灣氣候變化的特色之一。風能與人類經濟活動和日常生活息息相關，早從西元前之運用風車提水灌溉，到現今的風力發電，都是風能應用的例子。近年來受到全球暖化的影響，各地居民不但關心降雨、溫度、海平面、颱風的長期變化，風能變化亦是重要的課題之一。為了解台灣區域的風能變化，本研究針對中央氣象局的主要地面觀測站於1961~2013年之風向、風速觀測資料進行分析，統計不同年代與季節的風的特性，紀錄台灣地區風的變化，並探討影響這些變化的季風和全球氣候變化特徵。

關鍵字：臺灣氣候、天氣變化

## 一、前言

台灣地處於歐亞大陸及太平洋交界處，氣候上屬於世界最顯著亞洲與西北太平洋季風區，夏季受太平洋海洋性高氣壓影響，盛行西南季風；冬季則因來自西伯利亞的大陸冷高壓影響，以東北季風為主，由於特殊的地理位置和起伏差異大的地形分佈，始得臺灣的天氣型態與氣候變化是非常顯著的。近年來受到全球暖化的影響，除了降雨、溫度、海平面、颱風的長期變化已有相當的研究，風能的變化亦是重要的課題之一。中央氣象局(2009)根據地面觀測站分析過去百年(1897~2008)資料，結果顯示平均風速的變化普遍有降低的現象，各地降低程度因環境而異，全島平均約百年降低 0.3 m/s，其中臺北測站以冬半年下降幅度較夏半年高(徐堂家，2010)，本文將延續此研究內容，探討台灣各地過去 53 年(1961~2013)風的變化，並進一步分析季風環流變化趨勢。

本研究中所使用的資料於第二章說明，第三章分析臺灣基本氣候特徵，第四章探討台灣長期氣候變化，第五章分析亞洲季風區風場變化趨勢，第六章為結論。

## 二、資料與研究方法

本文收集了中央氣象局局屬 27 個測站 1961~2013 年的逐日平均風速與最多風向(盛行風)資料，本研究採用觀測時間夠長且風速風向資料紀錄最完整 17 個測站資料：淡水、台北、宜蘭、基隆、新竹、台中、台南、高雄、恆春、花蓮、成功、台東、

大武、蘭嶼、澎湖、彭佳嶼、東吉島(1963~2013)。全球海平面溫度資料使用 ERSST(Extended Reconstructed Sea Surface Temperature)經緯度網格點為  $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ ；陸表面溫度場資料採用 NCEP/NCAR 重分析月平均資料，該資料網格解析度為近似  $1.9^{\circ} \times 1.9^{\circ}$  經緯網格，925hpa 的風場資料則是採用 NCEP/NCAR，經緯度網格點為  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$  的月平均資料。

將臺灣測站 53 年的逐日資料整理成每月一筆的風向風速資料，風向以出現最多次數的盛行風向為代表，風速則是以一個月的平均風速代表。基本的全年氣候平均特徵為統計 53 年每日最多風向和平均風速。長期氣候變化趨勢在季節變化方面是將 53 年的資料分為冬半年(10~3 月)與夏半年(4~9 月)兩個時期來看冬夏半年之間長期變化的差異；年代際變化方面則是統計各月份每十年的平均，以分析十年為週期的變化趨勢。亞洲季風區則統計逐年風場變化趨勢，將此區網格分成 A1( $90^{\circ}\text{E} \sim 120^{\circ}\text{E}$ 、 $0^{\circ}\text{N} \sim 20^{\circ}\text{N}$ )、A2( $90^{\circ}\text{E} \sim 120^{\circ}\text{E}$ 、 $20^{\circ}\text{N} \sim 40^{\circ}\text{N}$ )、A3( $120^{\circ}\text{E} \sim 150^{\circ}\text{E}$ 、 $0^{\circ}\text{N} \sim 20^{\circ}\text{N}$ )、A4( $120^{\circ}\text{E} \sim 150^{\circ}\text{E}$ 、 $20^{\circ}\text{N} \sim 40^{\circ}\text{N}$ )、A5( $110^{\circ}\text{E} \sim 130^{\circ}\text{E}$ 、 $10^{\circ}\text{N} \sim 30^{\circ}\text{N}$ )五個區域探討探討各區域與海洋間溫差之逐年變化情形，海溫影響亦區分成 S1( $80^{\circ}\text{E} \sim 100^{\circ}\text{E}$ 、 $0^{\circ}\text{N} \sim 25^{\circ}\text{N}$ )、S2( $100^{\circ}\text{E} \sim 125^{\circ}\text{E}$ 、 $5^{\circ}\text{S} \sim 25^{\circ}\text{N}$ )、S3( $120^{\circ}\text{E} \sim 150^{\circ}\text{E}$ 、 $0^{\circ}\text{N} \sim 40^{\circ}\text{N}$ )、S4( $30^{\circ}\text{E} \sim 90^{\circ}\text{E}$ 、 $20^{\circ}\text{S} \sim 20^{\circ}\text{N}$ )、S5( $90^{\circ}\text{E} \sim 135^{\circ}\text{E}$ 、 $20^{\circ}\text{S} \sim 20^{\circ}\text{N}$ )五個區域，以進行分析。

## 三、臺灣基本氣候特徵

統計各測站全年、夏半年(4月至9月)和冬半

年（10月至次年3月）的盛行風向，結果顯示臺灣本島平地測站於冬半年受東北季風影響，除了臺北、宜蘭測站之外，大致上以北風、東北風、北北風最多。風向於夏半年則較為紊亂，各測站盛行風皆不盡相同。整體而言，本島測站的盛行風向多與當地的地形有密切關係，而外島測站盛行風較能突顯冬、夏季之間季風的風向交換特性。

臺灣 17 個測站依照風速全年變化大至可歸納為 4 組：A 組測站（淡水、基隆、臺北）冬半年的風速比夏半年強，風速從 3 月中開始明顯下降，5-6 月期間風速達到最小值，之後風速又快速上升，至 12 月

份風速又開始下降。B 組測站（新竹、臺中、臺南、花蓮、臺東、彭佳嶼）夏半年有兩個風速低值期，分別在 5-6 月和 8-9 月。C 組測站（恆春、成功、大武、澎湖、東吉島）則是在 5-8 月為風速減弱的期間。D 組測站（高雄、宜蘭、蘭嶼）的風速變化可能受當地的地形影響，有其各自的季節變化特徵，其中宜蘭夏半年的風速大於冬半年。整體來看，除了澎湖站以外，外島站在冬、夏季間的風速變動幅度大於本島測站。4 組測站之全年風速變化分別以臺北、新竹、澎湖、宜蘭為代表顯示於圖 1。

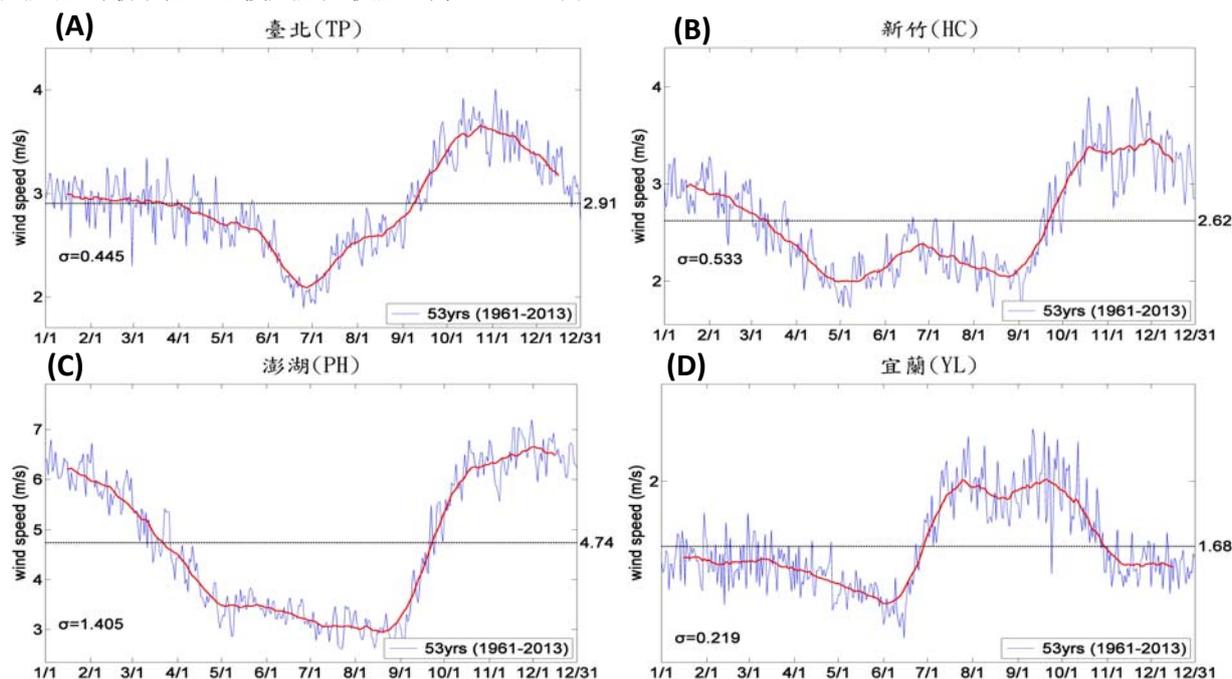


圖 1 53 年(1961-2013)逐日平均風速全年變化圖

#### 四、臺灣長期氣候變化趨勢

臺灣位處颱風頻繁區域，探討風向風速變化必須區隔受颱風影響的風向風速和非颱風影響的風向風速。本節將討論非颱風影響之變化，逐日資料在剔除颱風侵台的影響日期後才討論不受颱風影響下風之長期氣候變化。

##### (一) 季節變化

各測站風速都有明顯的季節性變化，圖 2 分別為全年、冬半年和夏半年平均風速時序變化，並配合風速距平圖(圖 3)，依照風速的長期變化特徵將測站分為 4 組，A 組測站（淡水、臺北、基隆、臺中、臺東、大武、澎湖、蘭嶼、彭佳嶼）於 1970-1980 年代期間風速略微上升，之後隨時間逐漸減弱，並以淡水、臺東、蘭嶼的降幅最明顯，參照 53 年線性變化結果，此組測站皆以冬半年下降趨勢較夏半年大。而除了蘭

嶼之外，其他測站冬半年風速大於夏半年，但兩者之間的風速差距逐漸縮小，圖 2 與 3 以台東測站為本組代表。B 組測站（恆春、成功、東吉島）的風速變化並沒有明顯長期趨勢，53 年趨勢值皆小於  $\pm 0.18\text{m/s}$ ，圖 2 與 3 以恆春測站為本組代表。和其他測站比較，C 組測站（高雄、宜蘭）的年平均風速值相對較小，在  $1\text{m/s}\sim 2.5\text{m/s}$  之間，冬、夏半年的風速差異不大，且夏半年風速略高於冬半年，圖 2 與 3 以宜蘭測站為本組代表。D 組測站（新竹、臺南、花蓮）年與年之間的風速變動較大，並沒有線性向下或向上的變化，圖 2 與 3 以新竹測站為本組代表。整體來看，外島測站的風速較本島測站大，外島站以澎湖風速的季節差異最大(夏、冬季風速差值為  $2.53\text{m/s}$ )，而本島站則是恆春的風速差異最大（夏、冬季風速差值為  $1.65\text{m/s}$ ）。

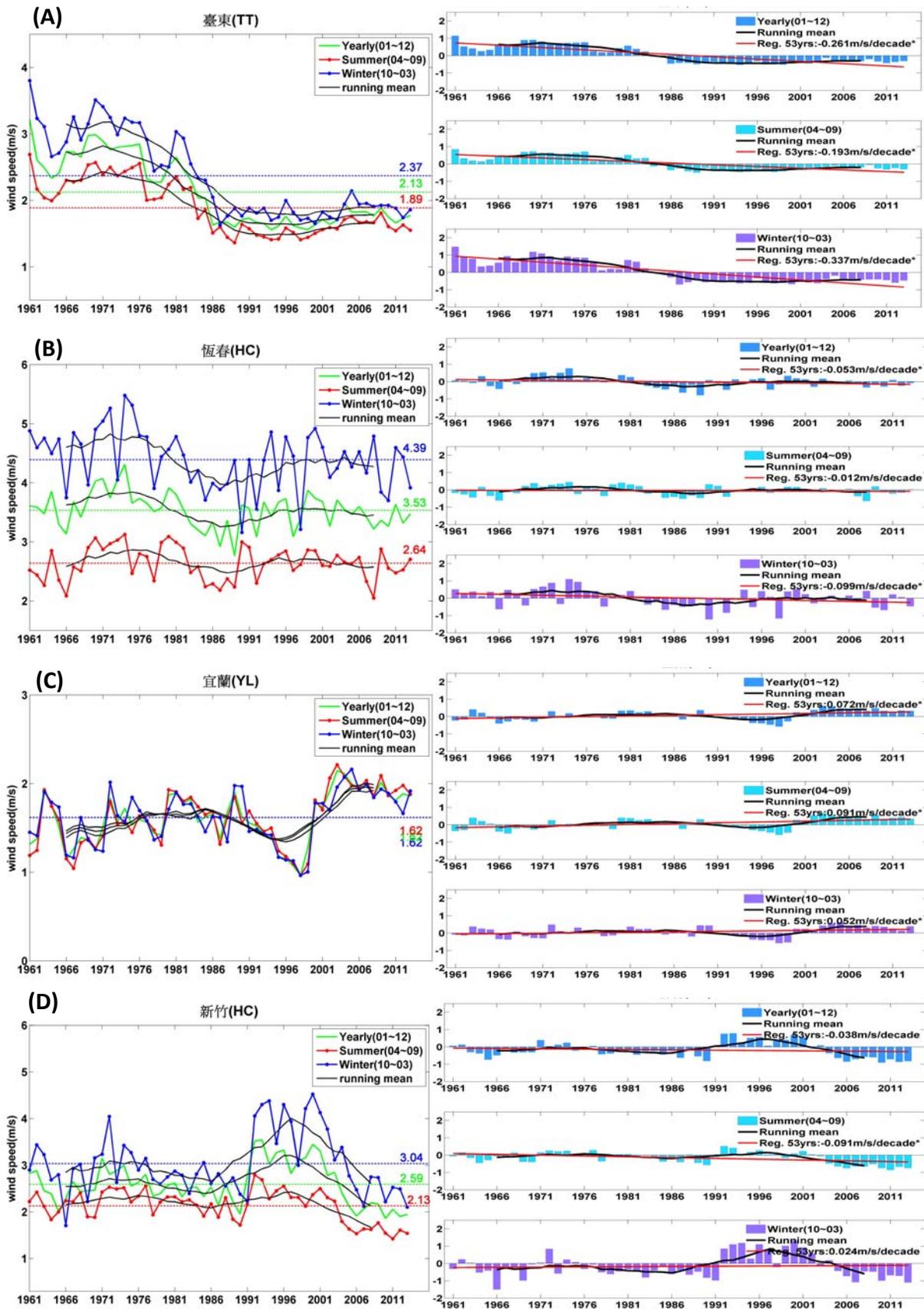


圖 2 冬夏半年與全年平均風速時序變化圖  
 綠、紅、藍線分別為全年、夏(4~9 月)、冬(10~3 月)半年平均風速

圖 3 冬夏半年與全年平均風速距平圖  
 上、中、下圖分別為全年、夏、冬半年，黑線為 10 年移動平均，紅線為 53 年趨勢線，而\*代表該值具有統計上之顯著性

## (二) 年代際變化

多數測站風速皆有強烈的年代際變化，圖 4 分別統計 60 至 110 初期共 6 個年代之各月分變化，可由風速各年代際的變化特性將測站分成 3 大類，A 類測站(淡水、臺北、臺東、大武、蘭嶼、基隆、台中、新竹、澎湖、成功、高雄)早期風速皆較後期風速大，其中淡水、臺北、臺東、大武、蘭嶼測站以 80 年代為轉折點，風速於 80 年代前遠大於氣候值，於 80 年代後則遠小於氣候值，正負相差 2 個標準差之多，是風速變異最大的測站類別，相較於上述測站，成功和高雄測站則是在 60 年代有些微差異，其風速值是較氣候值低於 1 標準差。基隆、台中測站於 80s 前有較高的風速，而後變動則維持於氣候值。新竹和澎湖測站在冬半年的年代際變化較顯著，風速有 10 至 20 年間的大小循環，並在近 10 幾年，全年風速皆較氣候值

低 1 個標準差，圖 4 以淡水和新竹測站為本組代表。B 類測站(花蓮、宜蘭、臺南)於近期風速有較高的現象，以花蓮和宜蘭測站皆高於氣候值 1 標準差之多，圖 4 以花蓮測站為本組代表。C 類測站(恆春、東吉島、彭佳嶼)風速年代際變化不大，皆相近氣候值，圖 4 以東吉島測站為本組代表。

從各測站風向年代際的變化結果發現差異性並不大，只以台北、淡水、新竹、台中、高雄、澎湖、東吉島、蘭嶼於 2000 年起稍有改變，特別於冬半年，變化較為明顯，偏差皆是一個方位為主，其中台北、高雄、台東，風向於 60 年代相對於氣候值也有明顯的不同，其差異與 2010~2013 年有所雷同，如圖 5 臺北測站為例，100 年代後 ENE 風比例減少，而 E 風比例增加，於 2011~2013 年風向則更加集中於 E 風，和 60 年代變化相似。

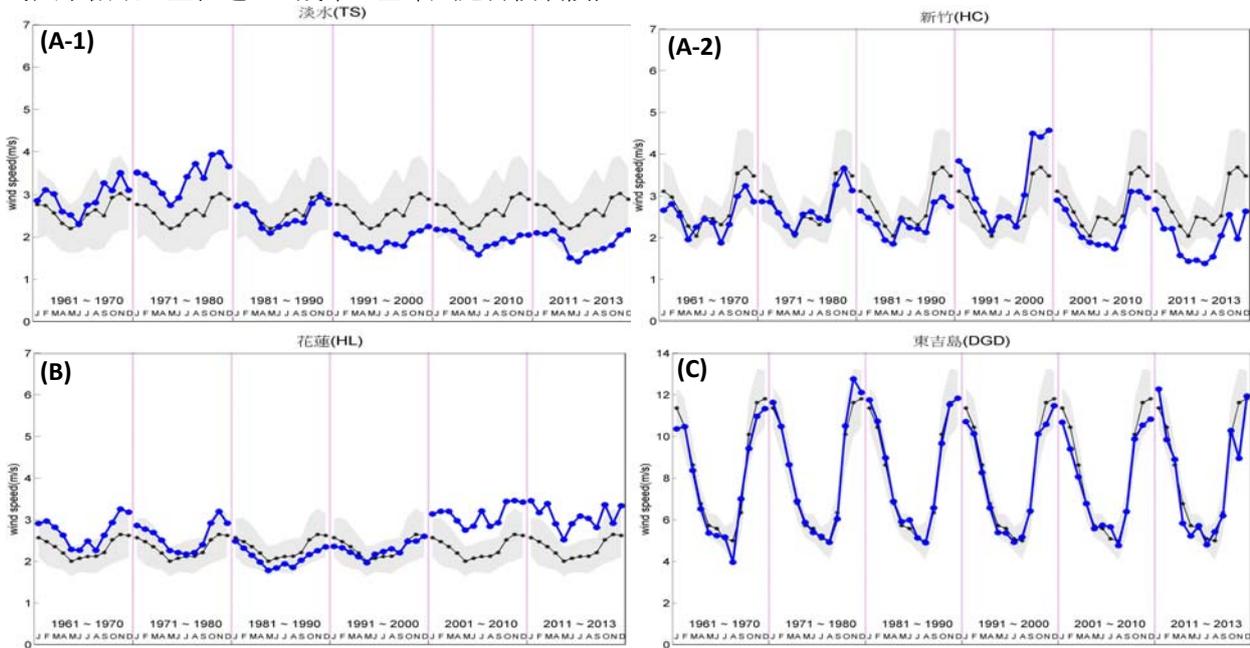


圖 4 風速年代際變化圖

藍線為各年際風速平均值，黑線為氣候平均值，灰色區塊為正負一個標準差範圍 (1971~2000 年氣候值)

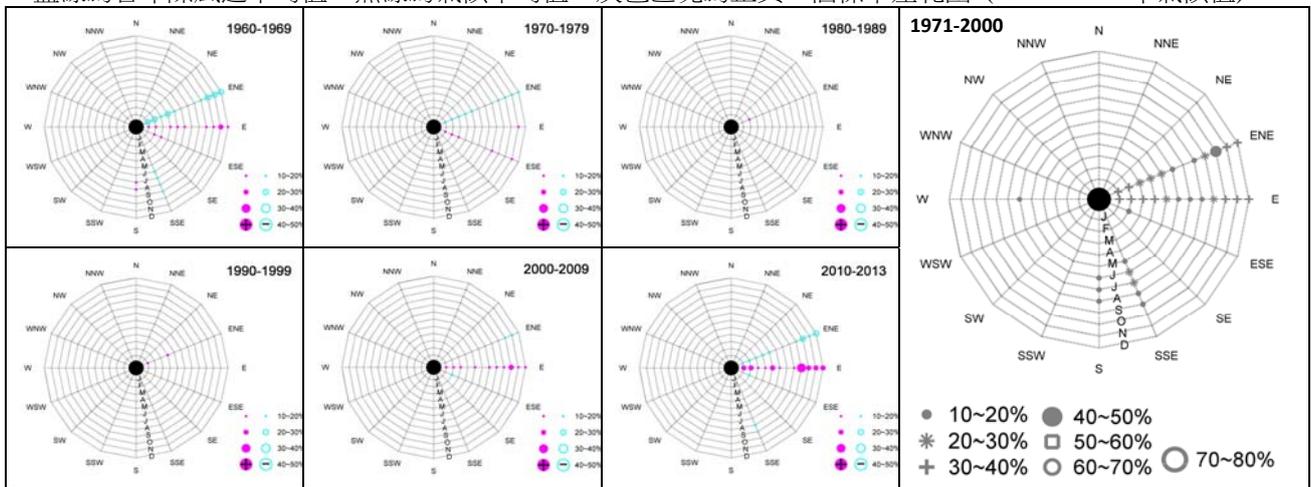


圖 5 風向年代際變化圖，藍色空心圈為減少，桃紅色實心圈為增加 (1971~2000 年氣候值)

## 五、亞洲季風區風場變化趨勢

分析 A1~A5(圖 6 所示)逐年風速變化,結果顯示全年和冬半年趨勢變動不大,而夏半年除了 A3 以外,其他區域風速皆有變小的情形,其中 A2 下降幅度最大,以每十年 0.27m/s 的速度下降,A1、A4~5 風速則是每十年降低 0.1m/s 左右,如圖 7 可見,主要因 60 年代初期有較高的風速值,以 1965 年為轉折點,其風速出現急劇的下降,並維持震盪。

進一步針對 A2 區域的地表溫度與 S1~S6 區(圖 8-A 所示)海表溫度差異做分析。A2 地表平均溫度全年維持 11°C 上下,夏半年溫度於 17~18°C,冬半年則為 5~7°C 之間,可見溫度於季節性變化明顯,而逐年變化趨勢為每十年增加 0.06°C,以冬半年上升速率稍快為 0.09°C/decade,夏半年則為 0.04°C/decade。S1~S6 區域海表溫度逐年變化結果相近,皆約上升 0.12°C/decade,而與 A2 地表溫差異皆為逐年上升,以夏半年上升速率最快,為 0.07°C/decade,冬半年為 0.03°C/decade,冬夏半年溫差增加變化不同,主要因陸溫與海溫於冬季上升速率相近,所以溫差變化小,而夏季時海溫上升幅度較陸溫大,造成其溫差變異較大,全年溫差變化趨勢則約以 0.05°C/decade 增加,結果如圖 8 顯示。

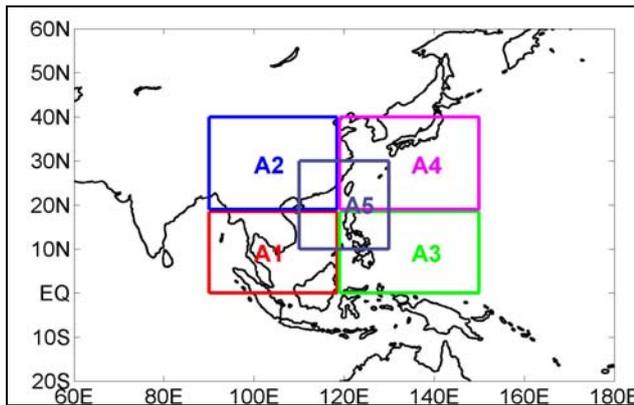


圖 6 風場分析區域範圍

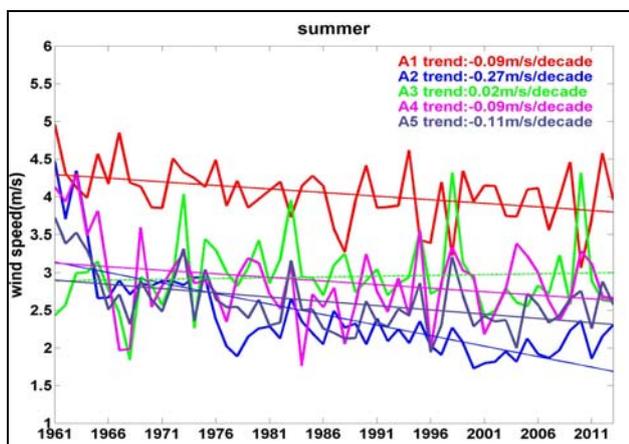


圖 7 季風區域風速時序變化圖

## 六、結論

由臺灣全年氣候特徵可見離島測站風速顯然遠超過平地測站,其中蘭嶼更因海拔高,年平均達每秒 9 公尺。因受東北季風影響,除宜蘭受地形影響為迴流之冬季風外(平均風速僅 1.6m/s),其他測站冬季平均風速皆高於夏季,而全年風向於 6 月中旬至 9 月上旬有明顯的轉變,為季節交替的時期。從長期變化趨勢發現,風向並無太大改變,而多數測站風速呈現下降的現象,且冬、夏半年風速差距逐漸縮減,以蘭嶼測站變化最為顯著,平均每十年降低 0.5 m/s,而比對季風區域風場分析結果,發現有相似的變化趨勢,其風速亦有降低的情況,特別於東經 90°~120°、北緯 20°~40° 間的內陸區域,夏半年風速下降相當顯著,進而分析此區域地表溫度與印度洋、孟加拉灣、南海至西北太平洋一帶海溫差異,發現海陸溫差皆為逐年增加,理論上來說,當海洋與陸地熱力差異越大時,會驅使季風環流增強,此與本研究分析結果有所出入,未來仍將進一步探討造成風速下降的因素。此外,較特別的是,有別於其他測站,花蓮測站於 2000 年起風速有明顯上升的現象,並存在著 20 年週期的年代際變化,宜蘭測站風速也是有從 2000 年開始上升的現象,其原因仍有待進一步探討。

## 參考文獻

- 戚啓勳和陳孟青, 1995: 台灣之氣候, 中央氣象局出版。
- 鄭淑珠, 2000: 台灣地區風速與風向分佈之分析(以 1951~2001 年資料為例), 國立台灣海洋大學河海工程研究所碩士論文。
- 辛在勤, 2009: 1897~2008 台灣氣候變化統計報告, 中央氣象局出版。
- 徐堂家和盧孟明, 2010: 台灣氣的風, 天氣分析與預報研討會。

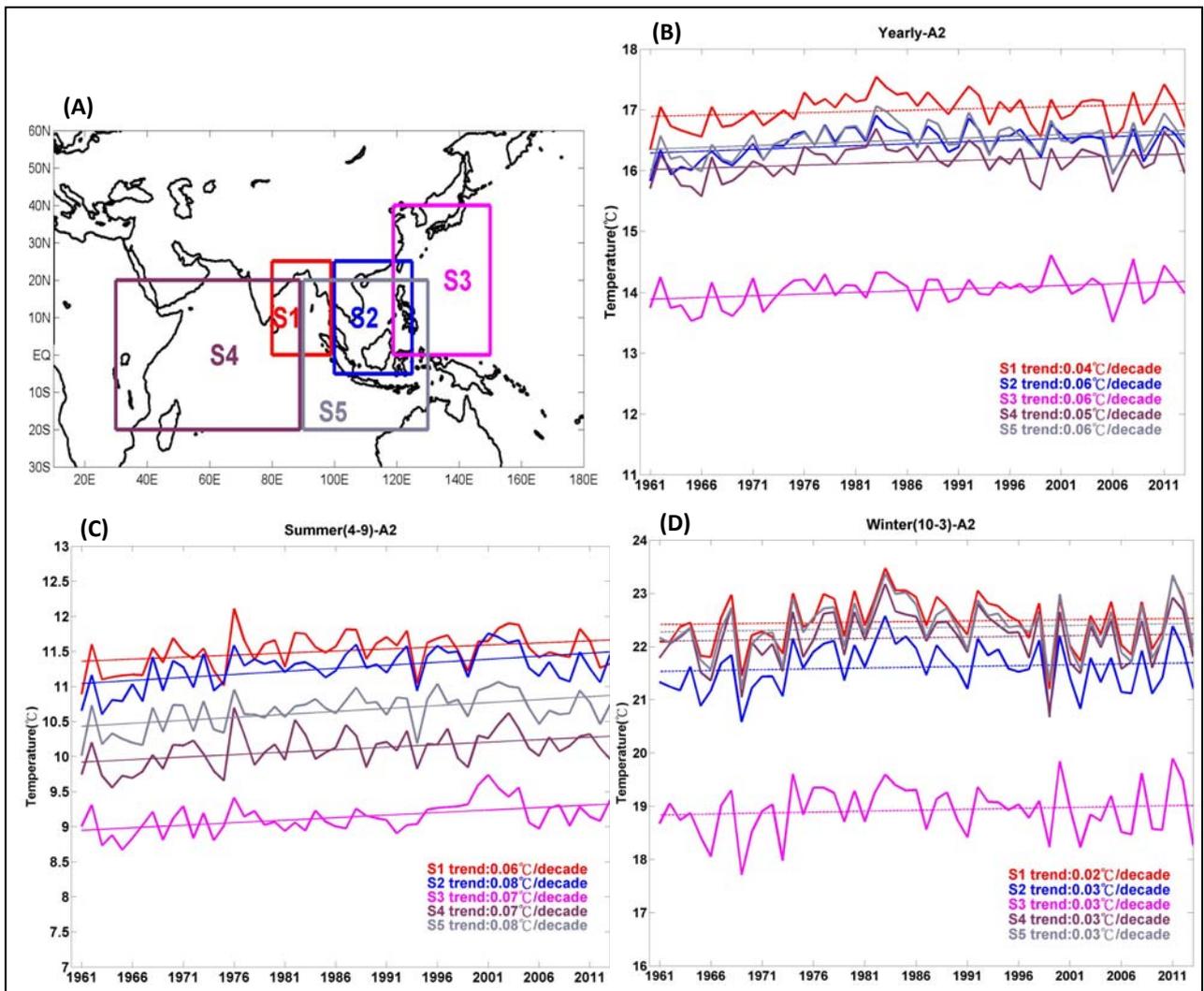


圖 8 海陸溫差時序變化圖

(A)為海溫分析區域範圍，(B)為全年，(C)為夏半年(4-9月)，(D)為冬半年(10-3月)，皆以海溫減陸溫結果呈現，線性趨勢以實線為通過95%的統計顯著性檢定，虛線則為未通過