

臺灣梅雨期開始及乾溼之指標研究

陳孟詩

中央氣象局氣象預報中心

摘 要

本研究先了解 Wang et al. (2004) 所建議之南海夏季季風肇始指標是否適用於臺灣梅雨期開始，同時考慮 Wang et al. (2008) 所建議之東亞夏季季風強度指標是否亦可量度臺灣梅雨期之乾溼，之後嘗試尋找一組可適用於臺灣梅雨期開始及量度梅雨期乾溼之指標，並與 Wang et al. (2004) 及 Hung and Hsu (2008) 所建議的南海夏季季風或東亞夏季季風肇始日期比較。

研究結果發現，隨著東亞夏季季風的推進，各地季節轉換的時間並不盡相同，季風行進路徑不同並不代表季風並未肇始，南海夏季季風肇始指標也許可以代表南海地區的季風爆發，但無法顯現臺灣附近由冬季季風轉變為夏季季風的大尺度特徵，相對地，垂直風切指標可能較適合描述此大尺度環流系統的重大變化。當垂直風切轉變時，若臺灣附近同時存在著低層水平風切的轉變，也就是由反氣旋轉變為氣旋，如此會增加風切渦度，使得環境變得不穩定，而造成臺灣容易有豪大雨發生。換句話說，當大尺度環流系統已經準備好轉變，而局地環境亦同時配合著提供不穩定的條件，則臺灣開始進入季節轉變（即梅雨期開始），進一步意味著之後發生豪大雨的機會將提高。

關鍵字：臺灣梅雨、肇始、乾溼

一、前言

臺灣地處歐亞大陸和太平洋的交界處，冬季盛行東北季風，夏季盛行西南季風，東亞季風與臺灣地形複雜的交互作用，使得區域氣候呈現多樣性的風貌。以臺灣西南部為例，因地處北迴歸線以南，全年季節並非區分為中緯度氣候的四季，而是接近熱帶氣候的乾季（10月至隔年4月）和溼季（5月至9月），其中溼季雨量又呈現雙峰分布，也就是梅雨季（5月至6月）及颱風季（7月至9月）。由於乾溼季雨量比例約為1:7，對於水資源的分配

造成嚴峻的挑戰，同時也影響防災相關因應措施，因此能準確掌握到季節的轉換時間，就顯得特別格外重要。

過去多位學者曾對東亞夏季季風的肇始進行過相當多的研究（整理於表1），包括分析低層流場（胡等，1998；Chang, 1999；郭與林，2001；Hsu et al., 1999；Hung and Hsu, 2008）或風場（Yan, 1997；Wang et al., 2004）演變、分析對流活動（Tanaka, 1992；陳等，1996；Lau and Yang, 1997；林與林，1997）、結合流場與對流場（麥，1997；林等，2000）或風場與對流場（Chang and Chen,

表1、東亞夏季季風肇始定義。資料來源：郭與林（2001）、Wang et al. (2004)

Table 1. Definitions of East Asian summer monsoon onset (Kueh and Lin 2001, Wang et al. 2004).

作者	定義
Tanaka (1992)	GMS高雲雲量
Chang and Chen (1995)	主觀分析風和對流
陳等(1996)	對流雲帶由赤道北跳至10° -15° N、副高自南海撤離、西南氣流盛行於南海至華南沿海一帶
林與林 (1997)	南海的對流性雲型數量明顯驟增的時段為東亞夏季季風發展的瞬變期
麥 (1997) 林等(2000)	(1) 以南海緯向風場最大均方根值的位置為參考點，找出此點之850hPa緯向風場由負值突然轉變成較大正值的时间 (2) 夏季期間第一次出現850hPa緯向風場30-60天及12-24天低頻振盪同時呈現正相位發展之際，為季風肇始之可能日期 (3) 南海850hPa流線場由反氣旋式環流轉變為氣旋式環流，並有顯著增加的對流活動，擇定肇始日期
Lau and Yang (1997)	GPI EOF分析
Wang and Wu (1997)	(1) 南海中北部區域平均OLR<235W/m ² 持續6候 (2) 南海中南部區域平均緯向風>0.5m/s持續6候 (3) 兩者差1候以OLR為準。差距較大則取中間1候
Yan (1997)	(1) 南海北部850hPa或925hPa西南風持續至少5天，最大風速達到10m/s（香港附近）或是8m/s（中南半島）以上 (2) 南沙測站地面西南風至少持續5天 (3) 南海南部850hPa或925hPa西南風持續至少5天
胡等 (1998)	5-6月南海850hPa候平均流線場盛行源自印度洋的西南風或出現西風槽，且此後太平洋副高不再移入南海
盧 (1998)	5月1日後連續5天OLR<250W/m ² 、垂直風切及850hPa渦度場由負轉正，分別定其第1天為季風肇始日
Xie et al. (1998)	南海區域候平均OLR<235W/m ² ，且850hPa緯向風由東風轉為西風，需持續至少3候
Chang (1999)	4-6月850hPa流線場：副高第一次完全退出南海，被氣旋式的西南風（主要來自孟加拉灣）所取代，過渡期前後流場形勢至少需持續5天維持穩定不變
Hsu et al. (1999) Hung and Hsu (2008)	(1) 對4-6月850hPa 5日滑動平均流函數做EOF分析，EOF1空間分布顯示第一次過渡期時印度洋、南海及西北太平洋的低層大氣均由氣旋式環流所主控，陸地區域則以反氣旋式流場為主 (2) 逐年EOF1的PC由正值轉負值的2天之後為季風肇始過渡日期，且由正值轉負值當日為臺灣梅雨期肇始日期
郭與林 (2001)	(1) 逐日分析850hPa流場，定副高開始東退到季風槽完整建立時間為季風肇始日期，同時有對流活動發展 (2) 確認中緯度槽脊系統所伴隨之鋒面系統，並以JTWC最佳路徑追蹤熱帶擾動 (3) 以區域平均OLR和850hPa緯向風場及相對渦度的時序分析，佐證副高環流東退、西南風/季風槽的氣旋式環流發展過程。此外季風肇始後氣旋式環流需維持至少5天
Wang et al. (2004)	南海850hPa緯向風場（Uscs）： (1) 肇始當候Uscs>0 (2) 之後4候（包含肇始當候）Uscs至少需有3個為正值，且此4候Uscs總和需>1m/s

1995 ; Wang and Wu, 1997 ; Xie et al., 1998 ; Lu et al., 2000) ……等，上述研究的基礎在於亞洲夏季季風可區分為印度季風及東亞季風，而東亞季風的肇始最早始於南海 (Tao and Chen, 1987)。

然而過去關於東亞夏季季風肇始對臺灣梅雨期影響之研究，可供參考的資訊並不算多。Hung and Hsu (2008) 認為過去約半數的年份亞洲夏季季風是明顯轉變的，而此第一次明顯轉變與熱帶季內振盪有關，監測熱帶季內振盪活動應有助於預測臺灣梅雨期開始。盧 (1998) 指出當南海夏季季風肇始偏早時，東部5月偏乾機會小，但中部6月偏乾機會大；而南海夏季季風肇始偏晚時，東部5月偏乾機會大，但北部6月偏乾機會小。

由於亞洲夏季季風本身為一大尺度環流系統，在冬季季風轉變為夏季季風的過程中，隨著季風的進展，各地季節轉換 (孟加拉灣 / 中南半島雨季、華南前汛期 / 臺灣梅雨期、長江梅雨期 / 日本Baiu / 印度季風、韓國Changma) 的時間也不盡相同。根據監測東亞夏季季風的經驗，南海夏季季風肇始的早晚或東亞夏季季風的強弱，並不一定完全能代表臺灣梅雨期的乾溼。本研究嘗試由臺灣的角度出發，尋找能代表臺灣梅雨期開始的指標，期許能對臺灣梅雨期的監測預報作業有所幫助，進而提供防災單位較為豐富的資訊，以利其決策之形成。本文中梅雨期指的是臺灣由入梅至出梅的期間，與氣象局官方所稱梅雨季為5月至6月有些許差異。第二章將說明研究所使用的資料與方法，第三章討論研究初步成果，第四章則提出結論與建議。

二、資料及分析方法

研究所使用的資料為臺灣25個局屬氣象站日雨量及美國環境預報中心重分析日平均場 (NCEP/NCAR Reanalysis, Kalnay et al., 1996)，選取變數為850hPa及200hPa緯向風場，資料均先經過5日滑動平均 (running mean)。Wang et al. (2004) 提到選擇低層風場做為南海夏季季風肇始指標有幾個原因：1、風場相較於雨量場有較長期的氣候資料。2、風場之可信度及準確度較雨量資料高。3、風場比雨量資料更能反應大尺度環流的變化，降雨則容易受小尺度環流系統及局部作用因子影響。因此本研究以此為出發點，先了解Wang et al. (2004) 所建議之南海夏季季風肇始指標是否適用於臺灣梅雨期開始，同時考慮Wang et al. (2008) 所建議之東亞夏季季風強度指標是否亦可量度臺灣梅雨期之乾溼，之後嘗試尋找一組可適用於臺灣梅雨期開始及量度梅雨期乾溼之指標，同時與Wang et al. (2004) 及 Hung and Hsu (2008) 所建議的南海夏季季風或東亞夏季季風肇始日期比較。為描述兩變數 x 、 y 之間的關係，研究使用了相關係數

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}}$$

其中 n 為資料長度， $\bar{\quad}$ 表示平均。

Wang et al. (2004) 所建議的南海夏季季風肇始指標 $U_{scs} = U_{850} (5^\circ - 15^\circ N, 110^\circ - 120^\circ E)$ ，Hung and Hsu (2008) 所建議的東亞夏季季風肇始指標 (H2008) 為 $30^\circ S - 50^\circ N, 30^\circ E - 180^\circ$ 之850hPa 5日滑動平均流函數經由經驗正交函數 (EOF) 分析後的第一個主成分 (PC) 由正轉負之日期，Wang et al. (2008) 所建議的東亞夏季季風

強度指標則為 $EASM = U_{850} (5^\circ - 15^\circ N, 90^\circ - 130^\circ E) - U_{850} (22.5^\circ - 32.5^\circ N, 110^\circ - 140^\circ E)$ 。

三、研究結果與討論

根據監測東亞夏季季風的經驗顯示，低層風場因容易受到瞬變天氣系統的影響，其轉變不如高層風場轉變來得持續（圖略），因此有時並無法完全代表整層環流的變化，換句話說，垂直風切的轉變比低層風場的轉變更容易確認為季風肇始。為了找出垂直風切影響臺灣雨量的關鍵區域，1948-2002年5月垂直風切 ($U_{850} - U_{200}$) 和臺灣西部12個氣象站累積雨量之相關係數如圖1所示。由圖中可發現相關最高的區域（實線方塊）與 Wang et al. (2004) 所建議的南海夏季季風肇始指標 (U_{scs}) 區域（虛線方塊）並不一致，這也說明了為何在監測東亞夏季季風實務作業上，有時南海夏季季風肇始並不一定表示臺灣會有豪大雨發生，或是宣告臺灣梅雨期開始。為了方便說明垂直風切、 U_{scs} 與臺灣雨量的關係，定義圖1中相關區域最高的垂直風切為 $V_{shear} = U_{850} (12.5^\circ - 20^\circ N, 110^\circ - 130^\circ E) - U_{200} (12.5^\circ - 20^\circ N, 110^\circ - 130^\circ E)$ 。進一步比較2001-2010年各年臺灣西部12個氣象站累積雨量、 V_{shear} 及 U_{scs} （圖3），由圖中可看出 V_{shear} 相較於 U_{scs} 更能顯示出明顯由負轉正的轉變，舉例而言，2006、2007及2010年由 U_{scs} 就不易辨認出當年南海夏季季風肇始日期。換句話說，東亞夏季季風是一個大尺度的環流系統，垂直風切的轉變隱含著副熱帶地區的低層風場由東風轉為西風，同時高層風場亦跟著由西風轉為東風，再加上每年季風行進的路徑並不一定相同，有時西南氣流自南海北部通過（如

2010年，圖略），但有時西南氣流會從南海南部通過（如2008年，圖略），若季風不是於南海全面爆發，則單由低層風場所設計之 U_{scs} 較無法辨認出當年南海夏季季風肇始日期。綜合來說，隨著東亞夏季季風的推進，各地季節轉換的時間並不盡相同，季風行進路徑不同並不代表季風並未肇始， U_{scs} 也許可以代表南海地區的季風爆發，但無法顯現出臺灣附近由冬季季風轉變為夏季季風的大尺度特徵，相對地， V_{shear} 可能較適合描述此大尺度環流系統的重大變化。

除了臺灣梅雨期何時開始之外，梅雨期的乾溼也是眾所關心的課題之一，尤其是中南部由乾季枯水期進入到溼季汛期，能夠事先掌握降雨的多寡，對防災工作有極大的助益。圖2為1948-2002年5月至6月850hPa緯向風場 (U) 和臺灣西部12個氣象站累積雨量之相關係數，由圖中可發現相關最高的區域（實線方塊）與 Wang et al. (2008) 所建議的東亞夏季季風強度指標 ($EASM$) 區域（虛線方塊）並不一致，這是由於 $EASM$ 描述的是整體季風的強弱，但對臺灣而言，與臺灣降雨相關性較高的區域還是以鄰近臺灣地區為主。定義圖2中相關最高區域的低層水平風切為 $H_{shear} = U_{850} (17.5^\circ - 22.5^\circ N, 115^\circ - 125^\circ E) - U_{850} (25^\circ - 30^\circ N, 110^\circ - 120^\circ E)$ ，為了表示臺灣西部12個氣象站累積雨量與 H_{shear} 之關係大於其與 $EASM$ ，進一步分析了三者於2001-2010年之時間序列（圖4），由圖中可看出臺灣西部雨量隨著 H_{shear} 起伏，當 H_{shear} 大時，臺灣西部雨量就多，反之若 H_{shear} 小，臺灣西部則幾乎無降雨。其可能的物理機制解釋如下：絕對渦度（absolute vorticity）可由地球渦度（earth vorticity）、風切渦度

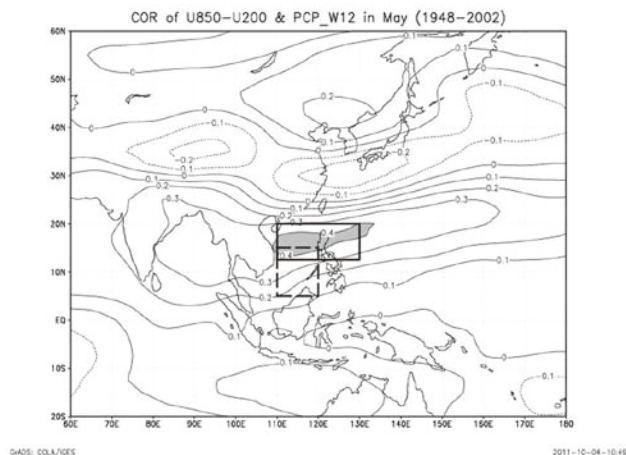


圖1、1948-2002年5月高低層垂直風切和臺灣西部12個氣象站累積雨量之相關係數。圖中實線方塊為本研究所選取的垂直風切區域，虛線方塊為Wang et al. (2004) 所建議的南海夏季風肇始指標區域。

Figure 1. The correlation coefficient between area-average vertical wind shear and accumulated precipitation from 12 stations of western Taiwan in May from 1948 to 2002. Solid-line box is the area of vertical wind shear used in this study, while dash-line box is the area of U_{scs} from Wang et al. (2004).

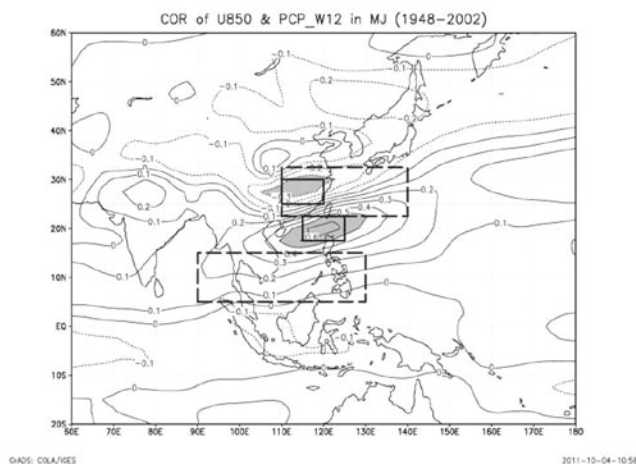


圖2、1948-2002年5月至6月850hPa緯向風場和臺灣西部12個氣象站累積雨量之相關係數。圖中實線方塊為本研究所選取的低層水平風切區域，虛線方塊為Wang et al. (2008) 所建議的東亞夏季季風強度指標區域。

Figure 2. The correlation coefficient between area-average 850hPa zonal wind and accumulated precipitation from 12 stations of western Taiwan in May and June from 1948 to 2002. Solid-line box is the area of low-level horizontal wind shear used in this study, while dash-line box is the area of $EASM$ from Wang et al. (2008).

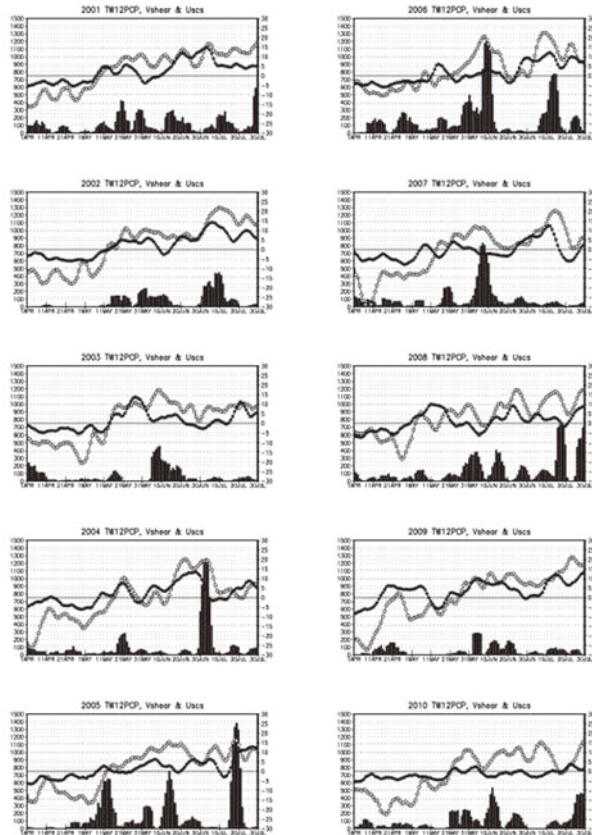


圖3、2001-2010年臺灣西部12個氣象站累積雨量（長條）、 V_{shear} （空心圓）及 U_{scs} （實心圓）。左邊縱軸為雨量（單位：mm），右邊縱軸為風速（單位：m/s），橫軸為時間（5日滑動平均，如5月3日表示5月1日至5月5日平均）。

Figure 3. The accumulated precipitation from 12 stations of western Taiwan (bar), V_{shear} (open circle), and U_{scs} (solid circle) from 2001 to 2010. The value of precipitation is shown in left vertical axis (Unit: mm), while in right vertical axis is the wind speed (Unit: m/s). The abscissa is time (five-day running mean, eg. May 3 means the average from May 1 to May 5).

（shear vorticity）及曲率渦度（curvature vorticity）三項來決定，臺灣附近低層水平風切的轉變表示由反氣旋轉變為氣旋，如此會增加風切渦度，使得環境變得不穩定，而造成臺灣容易有豪大雨發生。因此臺灣西部雨量與 H_{shear} 有一致性變化，相較之下其與 $EASM$ 關係則較不明顯。

由上述討論可得知， V_{shear} 比 U_{scs} 更能顯現臺灣附近由冬季季風轉變為夏季季風

的大尺度特徵，同時臺灣西部雨量與 H_{shear} 的相關性遠高於其與 $EASM$ 。換個角度思考，是否可綜合此兩指標，由 V_{shear} 來宣告臺灣附近大尺度環流系統由冬季季風轉變為夏季季風，而 H_{shear} 的轉變表示局地環境存在著不穩定，進而提高了臺灣發生豪大雨的機會？也就是說，當大尺度環流系統已經準備好轉變，而局地環境亦同時配合著提供不穩定的條件，則臺灣開始進入季

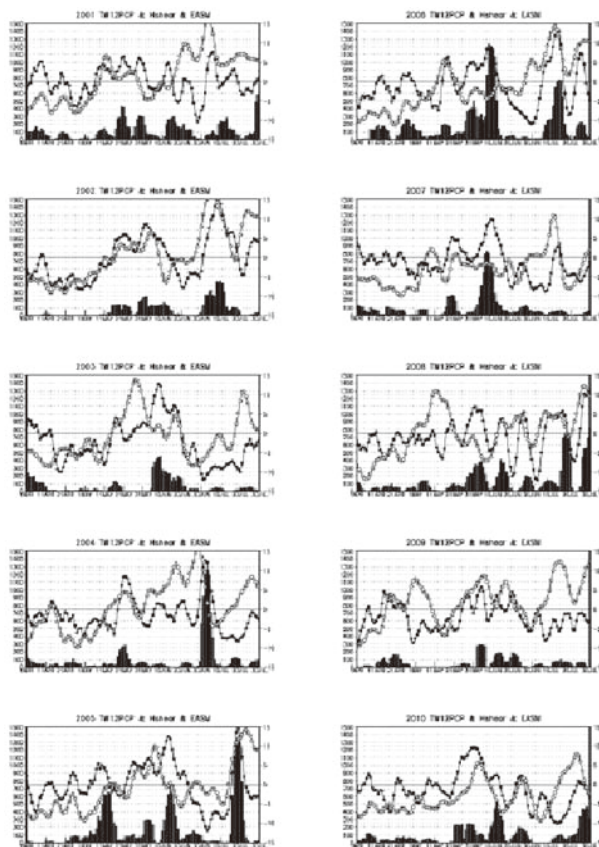


圖4、2001-2010年臺灣西部12個氣象站累積雨量（長條）、 H_{shear} （實心圓）及 $EASM$ （空心圓）。左邊縱軸為雨量（單位：mm），右邊縱軸為風速（單位：m/s），橫軸為時間（5日滑動平均，如5月3日表示5月1日至5月5日平均）。

Figure 4. The accumulated precipitation from 12 stations of western Taiwan (bar), H_{shear} (solid circle), and $EASM$ (open circle) from 2001 to 2010. The value of precipitation is shown in left vertical axis (Unit: mm), while in right vertical axis is the wind speed (Unit: m/s). The abscissa is time (five-day running mean, eg. May 3 means the average from May 1 to May 5).

節轉變（即梅雨期開始），進一步意味著之後發生豪大雨的機會將提高。

圖5顯示2001-2010年各年臺灣25個氣象站累積雨量、 V_{shear} 及 H_{shear} 之時間序列，由圖中可看出大部分年份當 V_{shear} 和 H_{shear} 同時由負轉正時，臺灣降雨亦同時增加，而且兩指標值越一致性地大，臺灣降雨量就越多；換句話說，結合 V_{shear} 與 H_{shear} 兩指標，可以良好地反應臺灣梅雨期雨量。

分別檢視2001-2010年每年 V_{shear} 與 H_{shear} 兩指標同時轉變日期之前後15天雨量達到豪大雨（日雨量達到50毫米以上）等級的測站數目，發現除了2008年外，其他9年轉變日期後15天發生豪大雨的測站數均多於轉變日期前15天發生豪大雨的測站數，表示 V_{shear} 與 H_{shear} 兩指標同時轉變後，臺灣發生豪大雨的機會亦增加。隨著動力系集預報模式不斷地提升預報技術，增加了預報可信

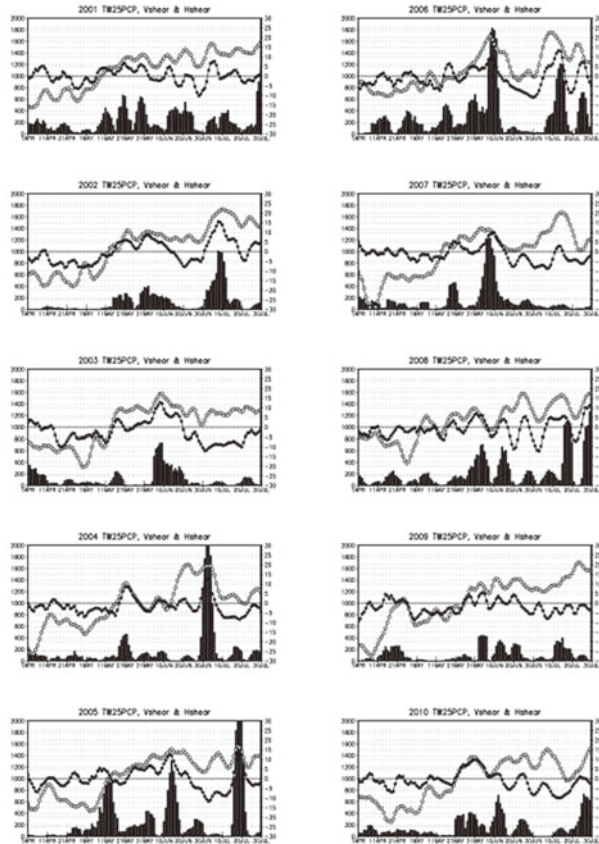


圖5、2001-2010年臺灣25個氣象站累積雨量（長條）、 V_{shear} （空心圓）及 H_{shear} （實心圓）。左邊縱軸為雨量（單位：mm），右邊縱軸為風速（單位：m/s），橫軸為時間（5日滑動平均，如5月3日表示5月1日至5月5日平均）。

Figure 5. The accumulated precipitation from 25 stations around Taiwan (bar), V_{shear} (open circle), and H_{shear} (solid circle) from 2001 to 2010. The value of precipitation is shown in left vertical axis (Unit: mm), while in right vertical axis is the wind speed (Unit: m/s). The abscissa is time (five-day running mean, eg. May 3 means the average from May 1 to May 5).

度的天數，若將此發現應用於梅雨期監測預報作業上，也許可於一星期甚至更早之前，由可靠度較高的模式預報資料計算出 V_{shear} 及 H_{shear} ，即可預知臺灣梅雨期何時開始，並事先為即將來臨的豪大雨做好準備。

表2整理了1948-2010年本研究中臺灣雨量（TWPCP）、 V_{shear} 、 H_{shear} 、 U_{scs} 及H2008轉變日期，表中“?”表示由該指標無法決定當年轉變或肇始日期。扣除

無法決定日期的年份，53年中只有7年TWPCP和 V_{shear} 、 H_{shear} 轉變日期三者完全不一致，其中1987、1992、2003及2008年TWPCP轉變日期與 V_{shear} 或 H_{shear} 轉變日期相差甚至超過2候（候即為5日）。綜合來看，5個指標中除了 U_{scs} 的中位數為29候外，其他均為28候； U_{scs} 的標準差2.29候最大， V_{shear} 轉變日期的標準差1.71候最小；5個指標的第25百分位數（percentile）均為

表2、南海夏季季風（*Uscs*）或東亞夏季季風（*H2008*）肇始日期之比較，表中亦附上臺灣雨量（*TWPCP*）明顯增加及垂直風切（*Vshear*）、低層水平風切（*Hshear*）由負轉正之日期，”?”表示由該指標無法決定轉變或肇始日期。（單位：候，即為5日）

Table 2. The onset dates defined by *Uscs*, *H2008*, *TWPCP*, *Vshear*, and *Hshear* from 1948 to 2010. “?” indicates that the onset date can not be identified by that index. (Unit: Pentad)

年份	Uscs	H2008	TWPCP	Vshear	Hshear
1948	26				
1949	30				
1950	26				
1951	25		26	26	26
1952	27		29	29	33
1953	26		27	27	?
1954	31		31	30	?
1955	29		31	29	?
1956	31		?	27	?
1957	32		27	29	27
1958	29	26	29	28	29
1959	30	29	30	29	30
1960	30	28	28	30	32
1961	27	28	28	28	28
1962	28	28	32	29	32
1963	30	30	31	30	31
1964	28	27	30	30	30
1965	29	29	26	27	30
1966	25	?	30	26	31
1967	29	28	29	28	29
1968	34	?	28	29	29
1969	29	28	28	28	29
1970	32	31	26	27	27
1971	25	29	31	31	?
1972	26	26	26	27	27
1973	33	32	?	26	31
1974	29	29	30	30	30
1975	31	30	28	26	28
1976	26	?	25	25	25
1977	28	27	27	27	27
1978	29	28	28	28	28

1979	27	?	27	27	27
1980	27	?	?	29	?
1981	31	28	27	30	27
1982	31	31	30	31	31
1983	31	29	27	30	27
1984	29	30	28	29	28
1985	30	?	30	30	30
1986	27	26	27	27	27
1987	32	33	27	32	32
1988	29	28	29	29	29
1989	28	28	30	30	30
1990	28	27	28	29	31
1991	32	33	34	33	34
1992	28	34	32	28	28
1993	32	30	29	31	29
1994	25	30	25	25	25
1995	27	27	27	28	28
1996	26	33	25	26	25
1997	28	27	28	28	28
1998	29	28	31	29	29
1999	30	29	30	29	25
2000	26	27	33	28	32
2001	26	26	26	27	26
2002		26	28	27	28
2003			32	28	28
2004			28	28	28
2005			26	27	26
2006			28	29	28
2007			28	28	28
2008			30	25	28
2009			31	30	30
2010			29	29	29
中位數	29	28	28	28	28
標準差	2.29	2.13	2.09	1.71	2.11
Q1-Q3	27-30	27-30	27-30	27-29.25	27-30

27候，第75百分位數則為30候（除了 V_{shear} 轉變日期的第75百分位數為29.25候外）；除了 V_{shear} 轉變日期外，其他指標均有無法決定當年轉變或肇始日期的年份（由圖3可看出 U_{scs} 於2010年無法決定南海夏季季風肇始日期）。計算 U_{scs} 、H2008、 V_{shear} 、 H_{shear} 與TWPCP轉變日期的相關係數分別為0.15、0.16、0.58及0.69，顯示 V_{shear} 、 H_{shear} 比 U_{scs} 、H2008更能描述TWPCP的變化。由於 V_{shear} 每年轉變明顯、年際間的變異也較小，再次佐證了 V_{shear} 可能比 U_{scs} 及H2008更適合來描述臺灣附近夏季季風肇始。

進一步探究東亞夏季季風肇始日期的早晚，若根據表1中第25百分位數及第75百分位數，也就是將27候至30候視為正常肇始日期，則東亞夏季季風肇始較早的年份為1951、1976、1994、1996年，而肇始較晚的年份則為1982、1987、1991年。至於是何種因素影響東亞夏季季風肇始的早晚，以及 V_{shear} 是否亦適用於東亞夏季季風肇始，則需要更進一步地分析研究。

四、結論

本研究嘗試由臺灣的角度出發，尋找能代表臺灣梅雨期開始的指標，期許能對臺灣梅雨期的監測預報作業有所幫助，進而提供防災單位較為豐富的資訊，以利其決策之形成。

研究結果發現，隨著東亞夏季季風的推進，各地季節轉換的時間並不盡相同，季風行進路徑不同並不代表季風並未肇始， U_{scs} 也許可以代表南海地區的季風爆發，但無法顯現出臺灣附近由冬季季風轉變為夏季季風的大尺度特徵，相對地， V_{shear} 可能較適合描述此大尺度環流系統的重大變化。當垂直風切轉變時，若臺灣附近同時存在著低層水平風切的轉變，也就

是由反氣旋轉變為氣旋，如此會增加風切過度，使得環境變得不穩定，而造成臺灣容易有豪大雨發生。換句話說，當大尺度環流系統已經準備好轉變，而局地環境亦同時配合著提供不穩定的條件，則臺灣開始進入季節轉變（即梅雨期開始），進一步意味著之後發生豪大雨的機會將提高。

結合 V_{shear} 與 H_{shear} 兩指標，可以良好地反應臺灣梅雨期雨量。隨著動力系集預報模式不斷地提升預報技術，增加了預報可信度的天數，若將此發現應用於梅雨期監測預報作業上，也許可於一星期甚至更早之前，由可靠度較高的模式預報資料計算出 V_{shear} 及 H_{shear} ，即可預知臺灣梅雨期何時開始，並事先為即將來臨的豪大雨做好準備。

五、參考文獻

- 胡志文，陳孟詩與王作臺，1998：中緯度及熱帶系統對東亞夏季季風肇始影響之初步分析。第十五屆天氣分析與預報研討會論文彙編，臺北，389-393。
- 林松錦，麥如俊與嚴明鈺，2000：南海夏季季風肇始期間大氣環流特徵與水汽輸送之合成分析。大氣科學，28，281-292。
- 林博雄與林和，1997：東亞夏季季風與梅雨鋒(一)：雲型季風指標。大氣科學，25，267-287。
- 麥如俊，1997：南海夏季季風之合成探討。國立中央大學大氣物理研究所碩士論文，98頁。
- 郭勉之與林松錦，2001：東亞夏季季風-肇始定義與季風肇始時期的環流特徵。大氣科學，29，141-170。
- 陳隆勛，宋毅與村上勝人，1996：夏季風

- 爆發時期對流雲團的變化特徵。亞洲季風研究的新進展，何金海主編，氣象出版社，北京，54-65。
- 盧孟明，1998：南海夏季季風肇始早晚與臺灣梅雨期(五、六月)乾濕關係之探討。大氣科學，**26**，205-225。
- Chang, C. P. and G. T. J. Chen, 1995: Tropical circulation associated with southwest monsoon onset and westerly surges over the South China Sea. *Mon. Wea. Rev.*, **123**, 3254-3267.
- Chang, J. C., 1999: On triggering mechanism of SCS summer monsoon onset. 第六屆全國大氣科學學術研討會論文彙編，臺北，435-440。
- Hsu, H. H., C. T. Terng, and C. T. Chen, 1999: Evolution of large-scale circulation and heating during the first transition of Asian summer monsoon. *J. Climate*, **12**, 793-810.
- Hung, C. W. and H. H. Hsu, 2008: The First Transition of the Asian Summer Monsoon, Intraseasonal Oscillation, and Taiwan Mei-yu. *J. Climate*, **21**, 1552-1568.
- Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, B. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. C. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, Roy Jenne, and Dennis Joseph, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **77**, 437-472.
- Lau, K. M. and S. Yang, 1997: Climatology and interannual variability of the Southeast Asian summer monsoon. *Adv. Atmos. Sci.*, **14**, 141-161.
- Tanaka, M., 1992: Intraseasonal oscillation and the onset and retreat dates of the summer monsoon over East, Southeast Asia and the western Pacific region using GMS high cloud amount data. *J. Meteor. Soc. Japan*, **70**, 613-629.
- Tao, S. Y. and L. X. Chen, 1987: A review of recent research on the East Asian monsoon in China. *Monsoon Meteorology*, C. P. Chang and T. N. Krishnamurti Eds., Oxford Univ. Press, 60-92.
- Wang, B., LinHo, Y. S. Zhang, and M. M. Lu, 2004: Definition of South China Sea Monsoon Onset and Commencement of the East Asia Summer Monsoon. *J. Climate*, **17**, 699-710.
- Wang, B. and R. Wu, 1997: Peculiar temporal structure of the South China Sea summer monsoon. *Adv. Atmos. Sci.*, **14**, 176-194.
- Wang, B., Z. W. Wu, J. P. Li, J. Liu, C. P. Chang, Y. H. Ding and G. X. Wu, 2008: How to Measure the Strength of the East Asian Summer Monsoon. *J. Climate*, **21**, 4449-4463.
- Xie, A., Y. S. Chung, X. Liu, and Q. Ye, 1998: The interannual variations of summer monsoon onset over the South China Sea. *Theor. Appl. Climatol.*, **59**, 201-213.
- Yan, J. Y., 1997: Observational study on the onset of the South China Sea southwest monsoon. *Adv. Atmos. Sci.*, **14**, 276-287.

A Study of Heavy Rainfall Index during Taiwan Mei-Yu Season

Meng-Shih Chen

Weather Forecast Center, Central Weather Bureau

ABSTRACT

Whether the onset index of South China Sea summer monsoon (SCSSM) suggested by Wang et al. (2004) is applicable to identify the commencement of Taiwan Mei-Yu season has been surveyed. The index of East Asian summer monsoon (EASM) proposed by Wang et al. (2008) has also been considered to see if it is appropriate to determine whether wet or dry in Taiwan's Mei-Yu. This study attempts to design new practical indices for both the above purposes, and then compare the onset days with those referred by the SCSSM/EASM indices suggested by Wang et al. (2004) and Hung and Hsu (2008).

The onset of seasonal transition varies with each region as EASM advances northward, as indicated by the results. Different propagating routes may not necessarily represent that the monsoon has not commenced yet. The onset index of SCSSM can probably represent the monsoon onset in that area, but it fails to reveal the large-scale transition feature from winter to summer surrounding Taiwan. Instead, the vertical wind shear index may be more suitable for describing this significant conversion of large-scale monsoon systems. More specifically, if the low-level horizontal wind shear near Taiwan changes from anticyclonic to cyclonic following the transition of the vertical wind shear, heavy rainfall tends to occur. In other words, while the large-scale system conversion along with an unstable local environment gets ready, the onset of Taiwan Mei-Yu is identified, with the implication of higher probability for heavy rainfall occurrence afterwards.

Key words: Taiwan Mei-Yu, East Asian summer monsoon, onset, heavy rainfall

