

## 次季節氣候監測與產品服務

林冠伶、吳宜昭、朱容練、于宜強

國家災害防救科技中心 氣象組

---

---

### 摘要

臺灣的災害性天氣事件，會隨著季節時序有所變化。本文以次季節氣候概念，整理出和臺灣極端天氣或氣候事件發生較相關的季節驟變現象。每一次的驟變，皆有其配合的大尺度環流特徵。氣象防災人員於監測天氣和氣候變化時，如果能夠有效掌握驟變相關的環流變化以及季節時序的快慢，將有助於提升極端氣象災害事件的研判與應變能力。除了學理以外，建立工具亦是防災科技的重點工作，本文以過去 44 年的歷史環流資料，建立每年 73 候的次季節資料庫，開發季節曆，做為即時次季節監測與判識的基礎。目前季節曆已於天氣與氣候監測網對外服務。文末以 2022 年西北太平洋颱風季為例，使用季節曆為工具，了解環流場變化對於臺灣鄰近地區颱風的影響。

## 一、 前言

隨著近年來極端天氣與氣候事件頻繁發生，氣象預報產品的服務，時間尺度從極短期至季節尺度，都有著迫切的需求。然而，如以數值預報角度，氣象動力模式在進行長時間積分後，10 天以後的預報結果，準確度快速下降；而以海溫為邊界條件的季節預報，準確度較好的預報大約落在月至季節的時間區間。世界氣象組織自 2013 年起，啟動次季節-季節(S2S, sub-seasonal to seasonal)預報計畫，希望集結氣象界在天氣預報與氣候預報的能力，針對次季節至季節預報尺度的技術空窗，進行深化研究，進而提升對於該時間區間的氣象現象可預報度，並增強高衝擊天氣事件預報能力。

國家災害防救科技中心（以下簡稱災防科技中心）也針對此課題，盤點現有工具，並針對極端天氣與氣候事件訂定監測指標，進行先期研究。本文將介紹對臺灣影響較密切的季節驟變與次季節，並以歷史資料與即時資料建立季節曆，提供即時監測工具，了解目前季節進展是否有提前或延後的情形。

## 二、 季節驟變與次季節

季節變化影響著每一個人的生活(圖 1)。一般民眾隨著四季的冷暖變化，調整飲食、衣著、旅遊行程等；農民跟隨著四季溫度、降雨的變化，進行作物培植；而防災人員則是因應雨季/乾季，調整應變

作為。例如在每年 5 至 10 月汛期期間，針對梅雨季、颱風季，進行防洪應對措施；而在非汛期期間，提前部屬節水與防旱作業。因此如果能夠有效掌握季節變化的時序，將可以對於日常生活與防災作業，產生正面的幫助。

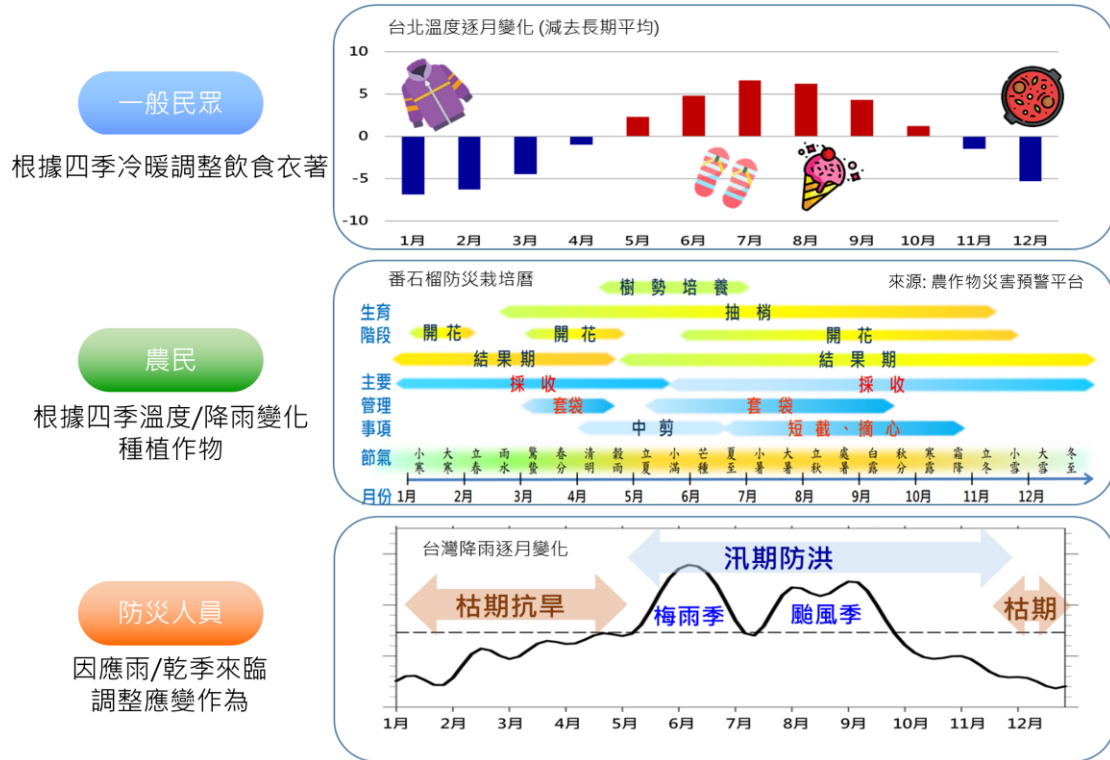


圖 1、季節時序與生活防災

對於臺灣地區防災而言，季節時序上的極端天氣與氣候事件，可如圖 2 所概括。在 2 至 4 月，大環境受東北季風影響，配合華南雲雨帶提供水氣，將為北部地區帶來春雨。5 至 6 月為梅雨季，此時綜觀環境場轉變為西南風與偏南氣流，隨著梅雨鋒面的滯留，配合南來水氣與風向的持續，容易產生長延時之豪大雨，尤其以迎風面西南部地

區最容易受災。7月至9月為颱風季，易有颱風與熱帶低壓系統侵襲臺灣，並因熱力作用，於午後發展延時短、強度強的對流性降雨。當時序進入秋季，盛行風轉變為東北季風，如颱風路徑配合東北季風，則對於迎風面的北部與東北部帶來共伴性降雨。

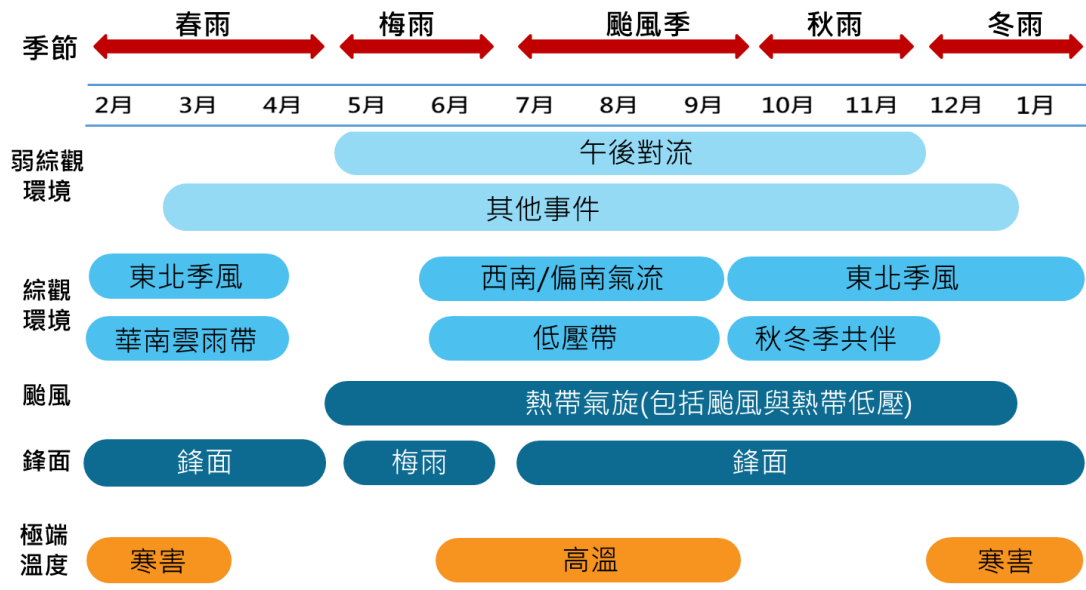


圖 2、極端事件天氣類型隨季節時序的變化

以氣候角度分析，東亞-西北太平洋地區的季節變化，並非平滑、循序漸進式，而是呈現階梯式的跳躍特徵，會由 A 型態突然轉變為 B 型態，學者稱之為季節驟變 (abrupt change, Kato, 1985; Leathers and Robinson, 1997; LinHo and Wang, 2002)，並將傳統季節 (一季 90 天) 的轉換，區分為較季節變化更快速、時間區間更細緻的次季節 (一季短於 90 天)，這樣的時間尺度能讓大尺度環流與天氣系統有更為緊密的關聯性，有效切合極端天氣或氣候事件的監測需求。

表 1、東亞-西北太平洋次季節驟變與環流特徵

驟變事件	候	時間	環流特徵
春雨	第 15 候	3/14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 局地哈德利環流減弱</li> <li>• 東亞高層噴流縮至日本附近</li> <li>• 季內振盪乾相位通過海洋大陸</li> <li>• 西伯利亞高壓減弱</li> <li>• 西太平洋副熱帶高壓增強西伸</li> <li>• 北太平洋綜觀降水系統減弱</li> <li>• 華南至臺灣雨帶籠罩</li> <li>• 印緬槽生成</li> </ul>
南海季風肇始 (臺灣梅雨)	第 29 候	5/23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 西太平洋副熱帶高壓東退</li> <li>• 臺灣梅雨季開始</li> <li>• 南海西南氣流建立</li> </ul>
季風大爆發 (長江梅雨)	第 34 候	6/17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 西太平洋副熱帶高壓西伸，鋒面北移</li> <li>• 臺灣梅雨季結束</li> <li>• 長江梅雨季開始</li> <li>• 東亞夏季季風大爆發</li> </ul>
西北太平洋季風 肇始(颱風季開始)	第 41 候	7/22	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 西太平洋副熱帶高壓北抬</li> <li>• 西北太平洋季風槽生成</li> <li>• 西北太平洋颱風季開始</li> </ul>
季風環流全盛期	第 45 候	8/11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 西北太平洋季風槽最盛</li> <li>• 西北太平洋颱風活動旺盛</li> </ul>
西北太平洋季風 退卻	第 51 候	9/10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 西太平洋季風槽減弱</li> <li>• 東亞溫帶氣旋活躍發展</li> <li>• 冷鋒開始入侵長江以南</li> <li>• 夏轉冬的起點</li> </ul>
入秋	第 60 候	10/25	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 貿易風入侵</li> <li>• 南海南部西南風轉東北風</li> <li>• 秋槽南跳</li> <li>• 蘇門達臘季風肇始</li> <li>• 東亞斜壓波大幅往南擴展</li> </ul>
入冬	第 68 候	12/4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 澳洲季風肇始</li> <li>• 東亞哈德里環流建立</li> <li>• 東亞冬季季風肇始</li> <li>• 東北季風籠罩北印度洋</li> </ul>

陳（2004）將東亞-西北太平洋區域的全年分為 9 個次季節，其中包含多個季節驟變(LinHo and Wang, 2002; Wang et al., 2004; LinHo et al., 2008; 陳, 2006; 吳 2006)。本文根據這些研究，彙整和臺灣極端天氣或氣候事件的發生較有關聯的次季節與驟變，從春雨季至汛期（在全年第 15 候<sup>1</sup> 至 68 候之間）共有 8 個驟變，其東亞-西北太平洋環流特徵如表 1 所列。我們可以藉由分析大尺度環流的時間與空間分布特徵，進行次季節監測與研判。

### 三、 季節曆建置與服務

由上述可知，災害的發生在次季節中有跡可循。藉由多年歷史氣候統計資料，建置季節曆，了解目前季節時序的演進是提早、準時或延後，並進行季節異常診斷，以滿足氣象防災知識推廣應用與災防應變所需。

建立季節曆需要大尺度環流的三維空間氣象資訊。本文使用 1979 年至 2022 年共 44 年資料進行資料庫建置，從地面至高層選用 6 個垂直代表層進行分析，水平方向上因應季節變化，設計了一大(25°S-55°N, 40-180°E)、一小(5-55°N, 80-170°E)的分析空間範圍。小範圍涵蓋孟加拉灣、南海、菲律賓海、北太平洋換日線以西，主要顯示東

---

<sup>1</sup> 氣候上以每 5 日為一候，第一候為 1 月 1 日至 1 月 5 日，第二候為 1 月 6 日至 1 月 10 日，以此類推，一年共 73 候。

亞與西北太平洋季風環流變化，圖資包含近地層(925 百帕、1000 百帕)、低層(850 百帕、700 百帕)至中層(500 百帕)；大範圍則是以小範圍為基礎，邊界向西延伸至非洲東岸與中東，向南延伸至南半球澳洲中部與馬達加斯加島，此範圍可完整顯示亞洲季風環流的跨赤道流消長，適用於季風發展進程的監測，圖資包含低層大氣(850 百帕)與高層大氣(200 百帕)，其分析的氣象變數與空間範圍如表 2 所列。

表 2、季節曆之垂直層、空間範圍與氣象變數

高度	氣壓層(hPa)	區域	氣象變數
高層	200	大	速度位、輻散風、風速
高層	200	大	流函數、流線、風速、脊線
中層	500	小	高度、風場、槽／脊線
中層	700	小	相對溼度、高度、風場
低層	850	大	流線、水氣通量、脊線
低層	850	小	高度、渦度、風場、槽線
近地層	925 + 1000	小	925hPa 風場、槽線、1000hPa 高度

時間方面，將過去 44 年的歷史資料進行平均，以每 5 日(一候)平均為單位，得到氣候季節曆，共有 73 候，此為代表氣候特徵之標準圖資。即時資料則每 5 日進行自動化更新，與氣候季節曆上、下並列，供使用者參考比較，了解現況與氣候平均之異同。目前季節曆已透過災防科技中心氣象組之天氣與氣候監測網-季節曆監測

([https://watch.ncdr.nat.gov.tw/watch\\_fac](https://watch.ncdr.nat.gov.tw/watch_fac))進行對外服務(圖 3)，以下將

以季節曆為工具，分析 2022 年西北太平洋颱風季的環流。

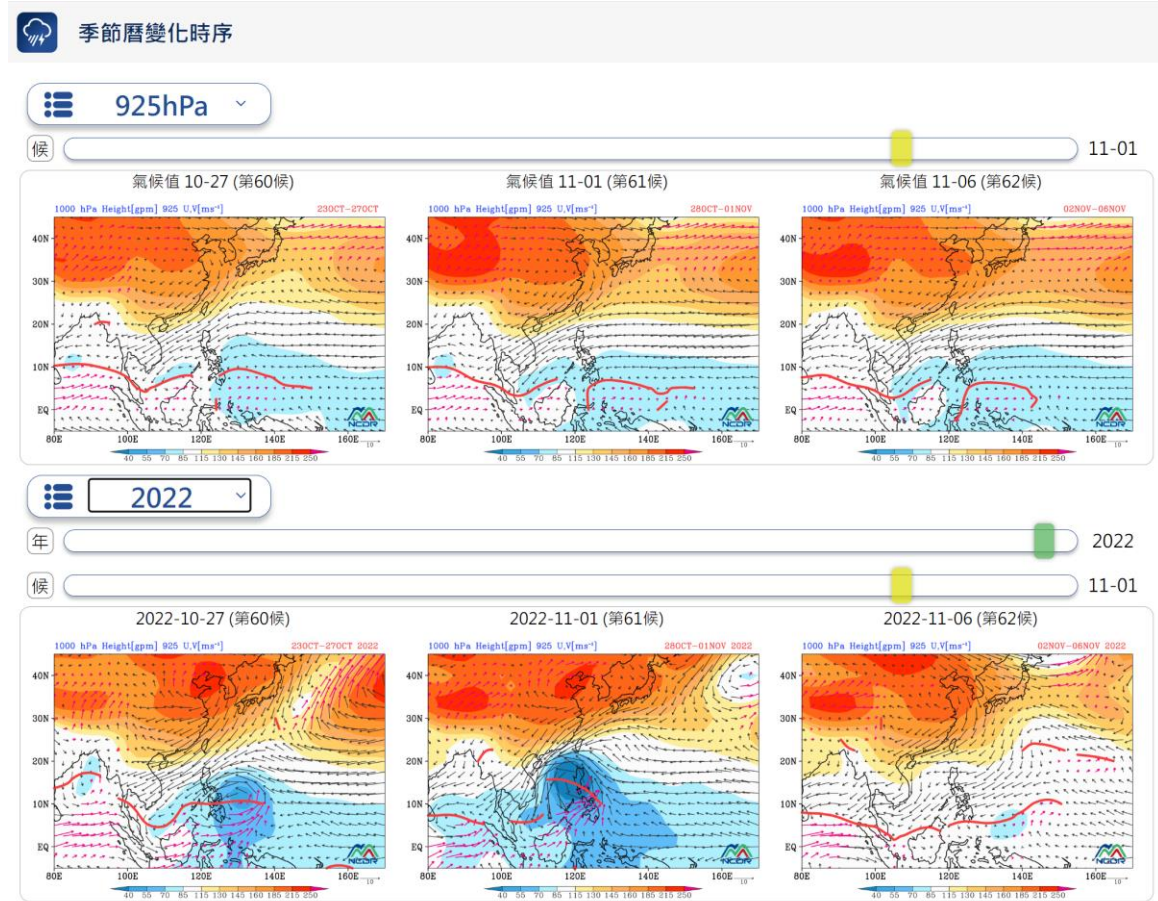


圖 3、季節曆監測

#### 四、 應用季節曆診斷 2022 年西北太平洋颱風季

以氣候平均而言(表 1)，西北太平洋的颱風季於第 41 候(7 月 22 日)西北太平洋季風肇始為起始點，於第 45 候(8 月 11 日)季風環流圈最盛，西北太平洋颱風最為活躍，並於第 51 候(9 月 10 日)後西北太平洋季風退卻，颱風季正式結束。但在 2022 年，西北太平洋地區颶



風發展時間偏晚，臺灣地區的颱風警報破紀錄於 9 月 2 日才發出當年度第一報，成為歷史上最晚有颱風影響臺灣的夏季。以下將以季節曆圖資進行環流比較，了解 2022 年颱風季期間，其大尺度環流與其他年有何不同。

我們使用 500 百帕(圖 4)、850 百帕(圖 5)與近地層(圖 6)圖資進行環流分析，時間上選用第 40 候至第 52 候，每間格 3 候一張圖，第 40 候代表西北太平洋季風肇始前，第 43 至 49 候代表西北太平洋季風肇始期間，而第 52 候代表西北太平洋季風退卻後。

先來了解正常氣候狀態下，臺灣地區颱風季前、中、後的環流特徵。500 百帕(圖 4 左列)氣候值在第 40 候時，脊線(紫色線)指向臺灣地區，代表西北太平洋季風肇始前臺灣主要受西太平洋副熱帶高壓(後簡稱副高)影響；在颱風季開始後(第 43 候)，脊線位置向東北方移動，代表副高向北向東退卻，臺灣附近海域由低壓槽(季風槽)取代。於 850 百帕(圖 5 左列)氣候值可以看到，43 候起季風槽(紅線)於西北太平洋颱風季有明顯發展，槽線指向臺灣地區，範圍逐漸向北擴張，渦度場(橘色底色)逐漸增強，代表低壓系統容易在此區域發展；至颱風季結束後，北方冷高壓勢力增強，槽線南退至 15°N 左右，此時期以後，颱風多在低緯度地區以東-西向路徑移動，臺灣直接受到

颱風侵襲的機會變小。近地層(圖 6 左列)圖資可以看到，在颱風季發展時期，臺灣地區主要由低壓系統籠罩，風向為偏南風，至颱風季結束以後，臺灣的天氣受北方冷高壓主導，臺灣周圍地區風向轉變為以東北風為主。

將 2022 年季節曆與氣候季節曆相比，由 500 百帕環流場(圖 4 右列)可以看到，2022 年西北太平洋颱風季期間，西太平洋副高勢力明顯偏強，其範圍較正常年更為廣大，脊線甚至延伸至中國內陸地區。由於副高偏強，較低層的 850 百帕(圖 5 右列)的低壓槽於原本季風環流最盛時期發展微弱，直至颱風季尾聲(第 49 候)才有較明顯的渦度與槽線發展，後續影響臺灣地區的軒嵐諾與梅花颱風，即發生在第 49 候與第 52 候之間。近地層(圖 6 右列)風場顯示，2022 年颱風季期間，低層槽線(紅線)發展不明顯，第 49 至 52 候期間，臺灣東部外海有氣旋性環流與低壓槽，即為颱風影響之特徵。

由上述分析可以了解，由於 2022 年副高發展異常偏強，熱帶低壓系統發展不易，因此颱風季的發展較氣候平均值向後延遲，這些特徵從 2022 年與氣候季節曆的比較都清楚可見。

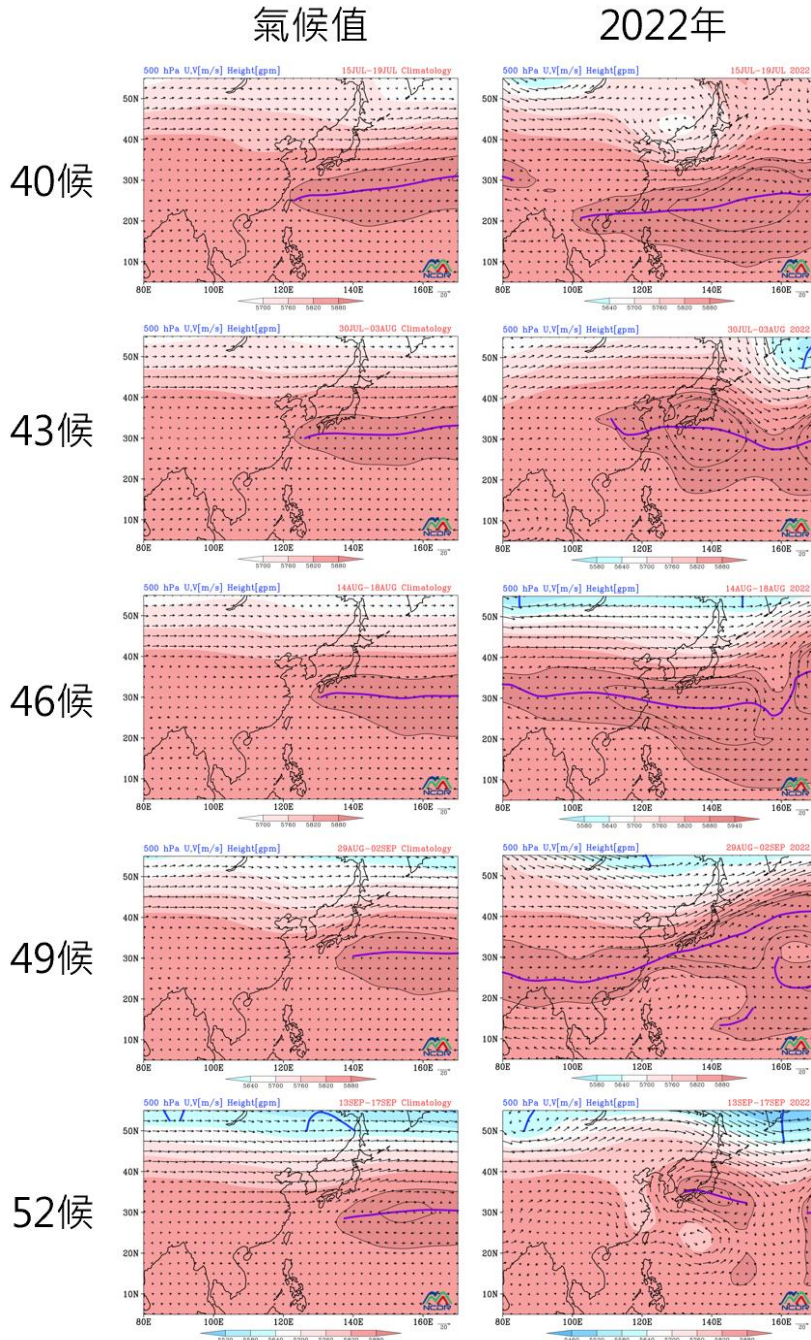


圖 4、季節曆 500 百帕圖資，氣候值與 2022 年之第 40 候(7/15-7/19)、43 候(7/30-8/3)、46 候(8/14-8/18)、49 候(8/29-9/2)、52 候(9/13-9/17)，底色代表重力位高度，箭頭代表風場，紫色線代表脊線，藍色線代表槽線

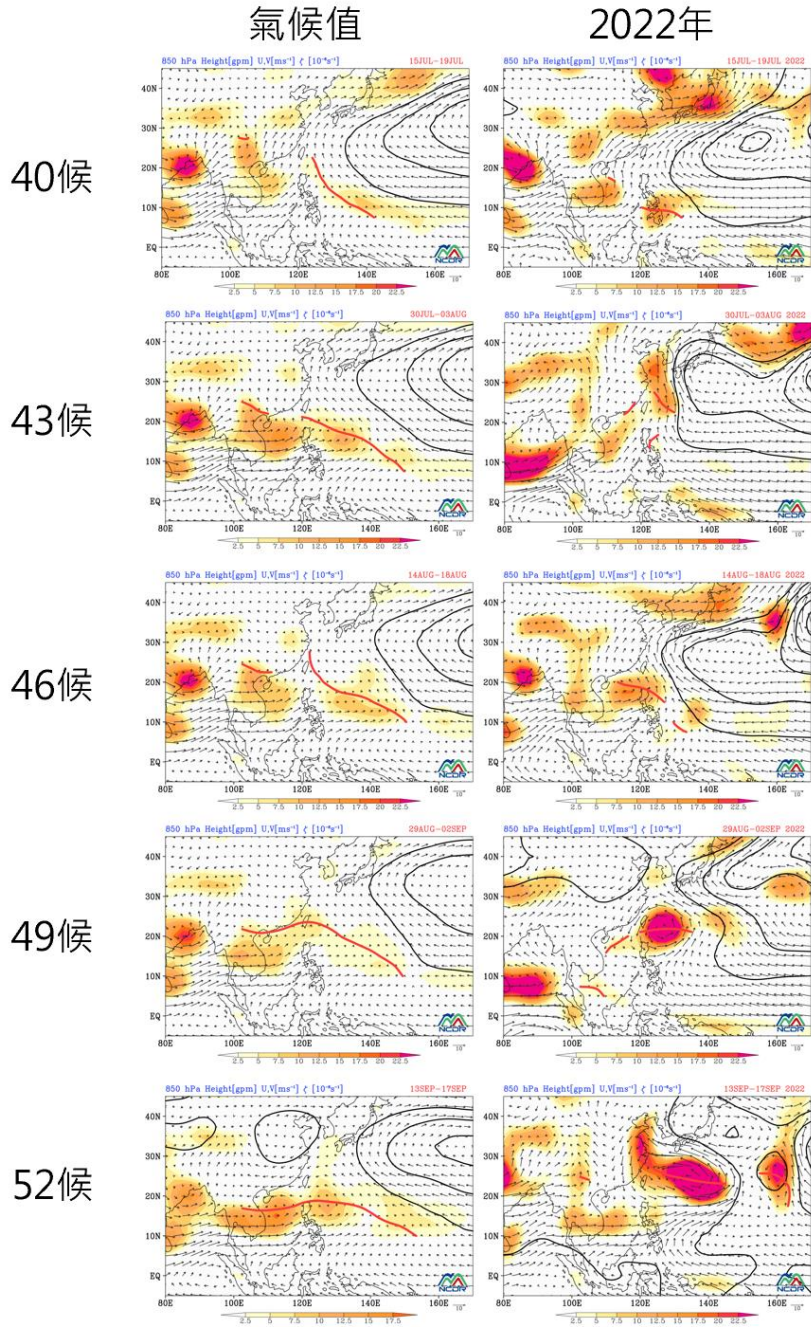


圖 5、季節曆 850 百帕圖資，氣候值與 2022 年之第 40 候(7/15-7/19)、43 候(7/30-8/3)、46 候(8/14-8/18)、49 候(8/29-9/2)、52 候(9/13-9/17)，底色代表相對渦度，指標代表風場，黑色線代表重力位高度，紅色線代表槽線

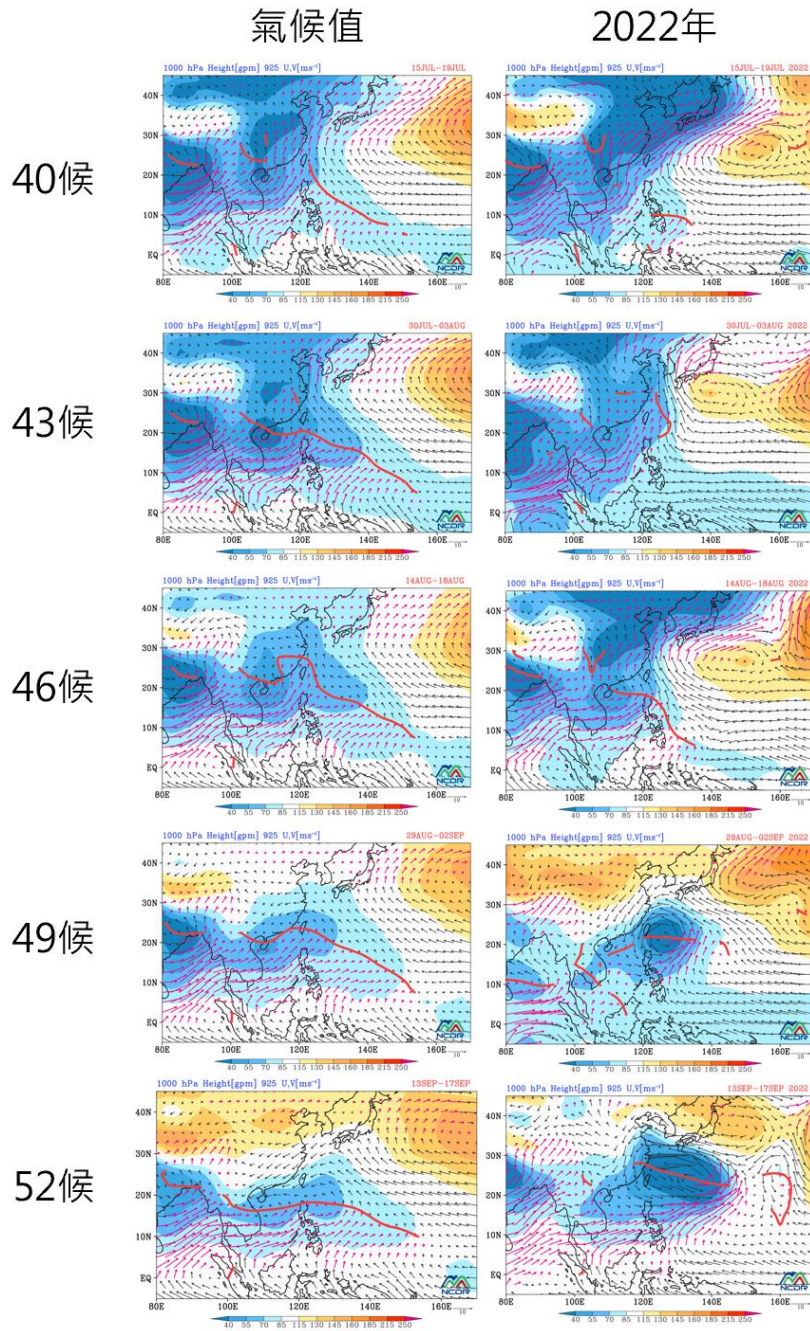


圖 6、季節曆近地層(925 百帕與 1000 百帕)圖資，氣候值與 2022 年之第 40 候(7/15-7/19)、43 候(7/30-8/3)、46 候(8/14-8/18)、49 候(8/29-9/2)、52 候(9/13-9/17)，底色代表 1000 百帕高度場，指標代表 925 百帕風場，紅線代表 1000 百帕槽線

## 五、 結論

氣象防災與次季節時序的變化有著密不可分的關係。東亞-西北太平洋地區的季節驟變中有 8 個與臺灣的極端天氣或氣候事件的發生較有關聯，是需要密切監測的目標。如果能夠在氣象監測上有效掌握這些季節驟變的特徵，將有助於防災整備應變情境的提供，與氣象防災知識的推廣應用。本文以過去 44 年的歷史再分析資料，建立次季節基礎資料庫，期待能夠利用季節曆，有效監測大尺度環流變異情形，並發展次季節即時監測工具。本文以 2022 年西北太平洋颱風季為例，應用季節曆進行分析，了解該年度西北太平洋副高強度偏強，導致季風槽發展時間偏晚，大環境的熱帶氣旋活動偏弱，颱風季也相對延遲。

目前季節曆已於災防科技中心之天氣與氣候監測網提供服務，未來將導入人工智慧機器學習技術，應用此資料庫持續發展次季節氣候相關監測與分析工具，以有效提升辨識季節時序與預警極端天氣與氣候事件的能力。

## 參考文獻

Kato, K., 1985: On the abrupt change in the structure of the Baiu front over the China Continent in late May of 1979. *J. Meteor. Soc. Japan*, **63**, 737–750.

Lau, K.-M., S. Yang, 1997: Climatology and interannual variability of the

- southeast Asian summer monsoon. *Adv. Atmos. Sci.*, **14**, 141–162.
- Leathers, D. J., D. A. Robinson, 1997: Abrupt changes in the seasonal cycle of North American snow cover. *J. Clim.*, **10**, 2569–2585.
- LinHo, B. Wang, 2002: The time–space structure of Asian summer monsoon–A fast annual cycle view. *J. Clim.*, **15**, 2001–2019.
- LinHo, X. Huang, N. C. Lau, 2008: Winter-to-Spring transition in East Asia: A planetary-scale perspective of the South China spring rain onset. *J. Clim.*, **21**, 3081–3096.
- 陳永明，2004：亞澳季風區的九個次季節。國立臺灣大學大氣科學研究所博士論文，39 頁。
- 陳俐如，2006：亞洲季風區夏、冬系統轉換之環流特徵。國立臺灣大學大氣科學研究所碩士論文，66 頁。
- 吳宜昭，2006: 亞洲季風區多重尺度的交互作用以及其對熱帶氣旋生成的影響。國立臺灣大學大氣科學研究所博士論文，118 頁。