



# 2022年 台灣秋季 異常降雨 初探

朱容練／國家災害防救科技中心 研究員

林冠伶／國家災害防救科技中心 專案佐理研究員

江宙君／國家災害防救科技中心 助理研究員

王安翔／國家災害防救科技中心 助理研究員

黃紹欽／國家災害防救科技中心 助理研究員

吳宜昭／國家災害防救科技中心 副研究員

徐理寰／國家災害防救科技中心 副研究員

本文針對 2022 年台灣秋季異常降雨進行探討。從秋季降雨氣候特徵的分析顯示，台灣秋季降雨主要集中在東半部地區，約佔當地年雨量的四～五成。造成秋季降雨的天氣型態主要有三，分別為東北風、熱帶氣旋以及共伴效應，其中共伴效應佔比最高（48%）。分析結果顯示，2022 年台灣北部秋季降雨量約為歷史同期 2 倍以上，降雨強度則是與歷史同期相近。透過 AutoEncoder 天氣類型判識模組的分析發現，共伴事件日的氣候平均約為每年 2.17 日，反聖嬰年的平均共伴事件日為每年 3 日，而 2022 年共伴事件日達到 10 日，超出氣候值 3 個標準差以上。相關模組建置與判識流程也於文中說明。整體而言，反聖嬰現象與共伴效應頻率增加是造成 2022 年秋季極端降雨的主要原因。

## 前言

在 2022 年 10 月 15～16 日受到尼莎颱風外圍環流與東北季風共伴影響，造成北部與東北部發生劇烈降雨，其中宜蘭縣大同鄉的累積雨量最高，達到 835.5 毫米。此次颱風事件造成全台的農業損失約 3,239 萬元<sup>[1]</sup>，以宜蘭縣損失 1,369 萬元（占 42%）最為嚴重。而這樣劇烈的降雨也導致宜蘭縣台 7 線於 10 月 16 日 16 時 30 分傳出道路崩塌事故，中央災害應變中心立即啟動即時情資研判作業機制，協助一共 254 人、88 台車輛從宜蘭縣大同鄉山區順利脫困<sup>[2]</sup>。有別於大多數的颱風災害大都發生於夏季，該起事件卻發生在秋季的宜蘭，其背後的致災天氣型態為何？是值得進一步探究的議題。

根據 Chen *et al.*<sup>[3]</sup> 的研究顯示，台灣秋季降雨多發生於北部與東北部，而造成劇烈降雨的天氣系統有颱風及東北季風。尤其當颱風與東北季風產生共伴效應時，所造成的降雨將更為劇烈。例如，1987 年 10 月 22～27 日，琳恩颱風由呂宋島北部近海向西移動，受

到颱風外圍環流與東北季風共伴的影響，使得台北在 10 月 24 日降下超過 1,000 毫米以上的降水，導致大台北地區發生嚴重的淹水災情<sup>[4]</sup>。

除了前述的共伴結構外，聖嬰現象也是影響台灣秋季降雨的一個重要因素。聖嬰現象指的是熱帶太平洋海洋-大氣氣候系統異常變化的現象。正常年時，熱帶東太平洋因有湧升流將冷海水往淺層海洋輸送的關係，該區域海表面溫度相對較低，在低層東北信風的驅動與日照輻射的加熱下，暖海水大多累積於西太平洋，逐漸形成東太平洋偏冷；西太平洋偏暖的海溫配置。而具有暖海水的熱帶西太平洋海域，也被稱為暖池。因暖池具有適合熱帶氣旋生成與發展的環境（高海溫、高水氣含量），使西太平洋暖池成為全球熱帶氣旋好發的區域。聖嬰年時，受到東北信風與湧升流減弱的緣故，西太平洋暖池區往熱帶中、東太平洋位移，形成太平洋海溫西邊冷，東邊暖的配置，而其上邊界的大氣環流亦隨之發生改變，呈現與正常年相反的氣候狀態。主要影響熱帶

地區的氣候，如正常年多雨的印尼突然發生乾旱、平常偏乾的祕魯突然下大雨 … 等。受到熱帶大氣環流突然改變的影響，全球的大氣環流將因此而相應隨之調整，使得聖嬰現象的影響力逐漸往中高緯度延伸，大氣上將此類的遠距影響過程稱之為大氣的遙相關機制。聖嬰現象便藉由大氣遙相關的過程影響著全球的氣候，使各地發生異常的氣候現象。聖嬰現象中，與聖嬰年相反的，稱為反聖嬰年。其主要特徵為東太平洋海表面溫度異常偏冷與西太平洋暖池範圍擴大。

林淑芬<sup>[5]</sup>研究顯示，反聖嬰年的秋季，颱風多行經台灣南方海域，配合東北季風產生共伴現象，經常導致宜蘭與東北部地區出現致災性降雨。從2020年冬季開始至2022年，美國國家海洋暨大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA）氣候預報中心（Climate Prediction Center, CPC）的海洋聖嬰指數（Oceanic Niño Index, ONI）監測結果顯示，ONI呈現負相位，亦即反聖嬰的氣候型態。在台灣降雨方面，2022年位於宜蘭的西帽山自動雨量站監測到的年累積雨量超過1萬毫米，創歷史新高，其中有7千多毫米的雨量發生於當年的秋季。有鑒於此，本文將針對台灣秋季的降雨特性、天氣類型與2022年同期的降雨異常進行探討，第一部分為前言，第二部分說明台灣秋季降雨的氣候特徵及秋季侵台颱風與聖嬰的關聯，2022年秋季極端降雨事件概述及分析將於第三部分闡述，最後則是結語。

## 氣候背景探討

### 台灣秋季降雨氣候特徵

秋季的台灣正值颱風季即將結束，而冬季東北季風逐漸建立的階段，其降雨型態與夏季明顯不同。圖1為平均季節降雨與平均年雨量比值圖，由圖可知，台灣夏季與秋季降雨對台灣各地降雨的重要性，存在著明顯的差異。台灣夏季降雨幾乎涵蓋全台，除了東北角以外，其他地區都有五成以上的年降雨貢獻。尤其西南部地區甚至有七成以上的年降雨皆來自夏季。反觀秋季（圖1b），台灣西部逐漸進入枯水期，主要降雨集中在東半部地區，約佔當地整年降雨的四~五成，其他地區如中部、南部則占比在二成以下，由此可知，台灣秋季降雨受到影響的區域主要以宜蘭、花蓮或是台東為主。

造成秋季極端降雨的天氣型態主要有三種，分別為東北風（簡稱 NE type）、熱帶氣旋（簡稱 TC type）以及熱帶氣旋-東北風（簡稱 TC-NE type）等，其中

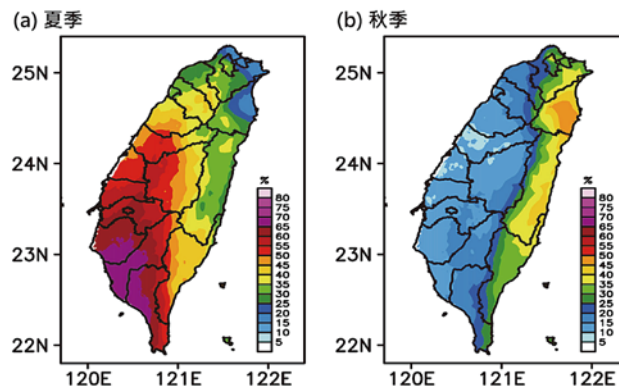


圖1 台灣夏季、秋季與全年總降雨量比值圖

熱帶氣旋-東北風類型即為共伴效應的天氣型態。圖2為Hsu *et al.*<sup>[6]</sup>以人工智慧（Artificial Intelligence，簡稱AI）演算法分析出此三種天氣類型的降雨分布，圖中顯示，TC type所造成的降雨除了東部以外，也擴及台灣中部與南部山區；另外兩種天氣型態（NE type、TC-NE type）因受到環流的影響，主要降雨則是侷限在東半部迎風面，強降雨區多發生在宜蘭，而且具有共伴效應的TC-NE type所造成的降雨強度也明顯高於NE type。分析過去41年的資料顯示，極端降雨（日最大雨量達255.4 mm以上者）個案中的天氣型態以TC-NE type最多，約佔所有個案的48%，其次為TC type，約佔36%，第三為NE type（16%）。

### 颱風與聖嬰現象

影響台灣的颱風，其移行路徑存在明顯的年際變化，也和聖嬰現象有著顯著的關聯性。聖嬰現象對台灣的影響，除了聖嬰現象發生的隔年春雨容易偏多外，還有侵台颱風個數容易偏少的情形。由於聖嬰年西太平洋暖池移至中、東太平洋，使得颱風好發區也從菲律賓海移到了距離台灣較遠的西太平洋東南側，受到暖池東移影響，聖嬰年副熱帶高壓正距平勢力也多位於中、東太平洋，因此颱風生成後受到副熱帶高壓西南側的駛流導引影響而傾向北轉朝日本移動，形成侵台颱風個數偏少

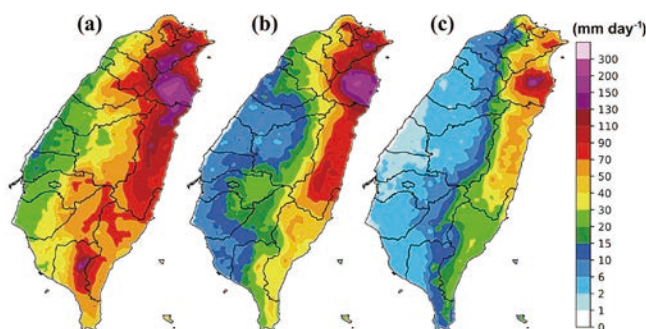


圖2 台灣秋季極端降雨分類



的狀況。然而值得注意的是，如果聖嬰年有出現侵襲台灣的颱風，由於距離遠，颱風於暖洋面停留較長時間，到達台灣時，其強度往往也相對較強。

圖 3 為聖嬰年與反聖嬰年秋颱密度分布。由圖可知，聖嬰年時，颱風生成區較反聖嬰年偏東，距離台灣較遠，颱風主要傾向日本移動。反觀反聖嬰年，受到西太平洋暖池範圍擴大的影響，颱風生成區域較接近台灣，且副熱帶高壓脊有西伸的傾向，與聖嬰年相比，颱風受駛流影響具有較多西行的分量，往南海移行颱風個數有增多的趨勢。受到反聖嬰年影響，通過巴士海峽的秋颱個數較正常年多，共伴型態的秋季降雨也存在反聖嬰年時偏多的特性。從長期資料分析顯示，反聖嬰年與台灣秋季共伴降雨二者之間存在顯著關聯性 [6]。

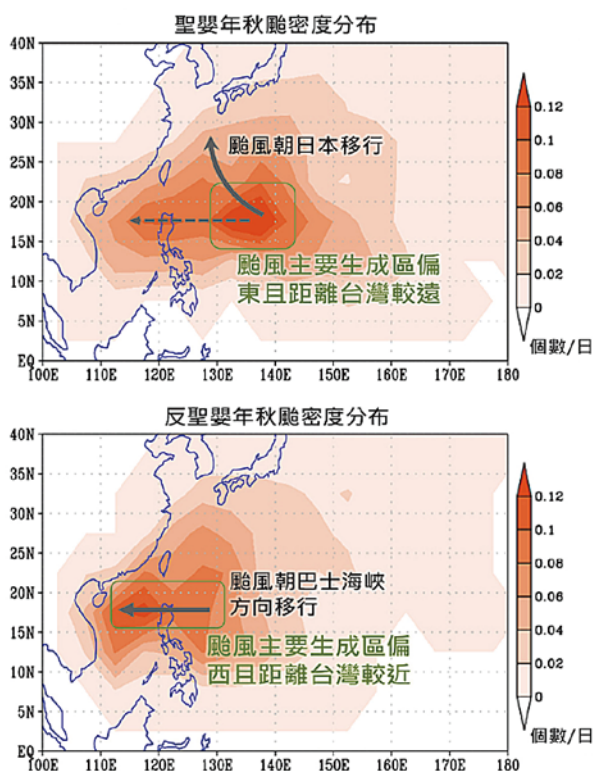


圖 3 聖嬰年與反聖嬰年秋颱密度分布圖。將西太平洋暖池，以 10 個經度與 10 個緯度為區域單位，計算每日經過西太平洋暖池各區域中秋颱的個數，並將此定義為熱帶氣旋路徑密度（單位：個數 / 日）

## 2022 年秋季降雨分析

### 2022 年秋季極端降雨事件概述

圖 4 為 2022 年秋季總降雨量（圖 a）、降雨強度（圖 b）與歷史同期的比較。由圖可知，2022 年秋季北部降雨約高出歷史平均值的 2 倍以上，其中又以宜蘭地區最為顯著；南部地區則是較歷史同期少了 1 倍的降

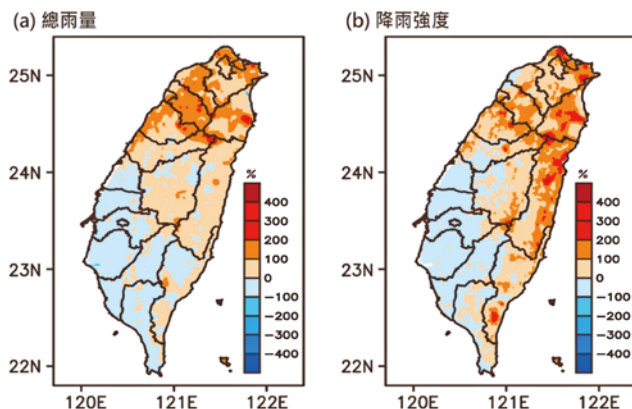


圖 4 2022 年秋季 (a) 總降雨量、(b) 降雨強度與歷史同期差異比較圖。圖 (a) 為  $(2022 - \text{氣候值}) / \text{氣候值} * 100\%$ ；圖 (b) 計算方式同圖 (a)，惟變數為降雨強度。

雨。在降雨強度方面，北部和東半部地區約較歷史同期高出 2 ~ 3 倍之多（宜蘭秋季平均降雨強度約為 30 mm/day，而 2022 年當地秋季降雨強度為 70 mm/day）。

本研究利用機器學習演算法針對 2022 年秋季進行天氣類型判識，有別於過去僅能單一個案判斷秋季降雨天氣類型的限制，透過 AI 演算法可針對颱風移行過程中，以日為單位針對不同階段的降雨天氣型態進行判識。如圖 5 所示，將歷史長期的大尺度環流觀測資料，如海平面氣壓、低層風場、低層溫度場以及相對濕度場等氣象變數分別輸入 AutoEncoder (AE) 演算法，該演算法擅長將變數進行特徵擷取，透過重複地編碼與解碼過程，計算出大尺度環流變數的特徵向量，將其擷取並儲存於特徵空間之中，以完成特徵擷取模組的訓練。相較於原始變數場，儲存於特徵空間中的特徵向量除了維度較低外，更可透過解碼還原成原始變數場，兼具資料降維與雜訊濾除的功能。其後將極端事件的目標資料（即每日的氣象變數場）導入特徵擷取模組，將其降維並儲存於特徵空間中。搭配傳統的 K-Means 分群方法 [7] 將特徵空間中，每日

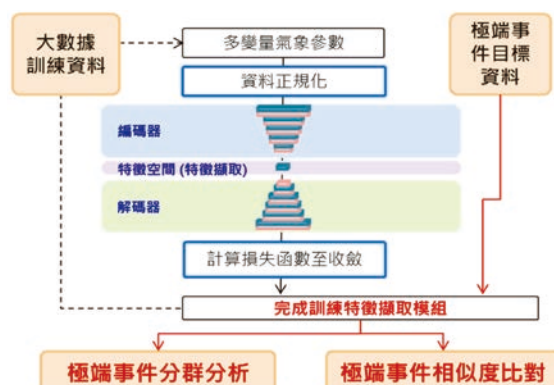


圖 5 AutoEncoder 演算法特徵擷取模組架構圖

的特徵向量進行分群，即可歸整出造成台灣秋季極端降雨的天氣型態。關於 AE 演算法於極端降雨天氣型態分類的進階應用，可參考 [6]。

利用上述訓練完成的 AI 模組分析 2022 年的秋季極端降雨發現，具有高度貢獻的尼莎颱風，其降雨過程存在著多重天氣型態。如圖 6 所示，尼莎颱風於 10 月 15 日開始接近台灣周邊海域，10 月 18 日遠離，約有 4 天的時間影響台灣降雨。從 15 日接近台灣開始至 17 日期間為共伴類型的降雨型態，而 18 日颱風逐漸遠離時方轉為東北風類型。其中颱風通過巴士海峽過程中，是該事件中主要的降雨時期。另一方面，除了尼莎颱風外，該時期具共伴降雨天氣型態的降雨事件還包含了諾盧颱風、編號 26 熱帶氣旋、以及奈格颱風（表 1）。上述事件的共伴型態降雨，於宜蘭地區降下接近 3,000 mm/day 的雨量，佔 2022 年宜蘭秋季降雨的四~五成。

要發生共伴型態的降雨必須包含東北風與熱帶氣旋二個元素，東北風是台灣秋季逐漸盛行的主要風向，而熱帶氣旋的移行路徑則是決定共伴事件發生與否的關鍵因素。當熱帶氣旋（或颱風）通過巴士海峽時，其外圍環流將與東北季風於台灣東北部產生輻合效應（Convergence），搭配旺盛充足的水氣，於東北部

表 1 2022 年共伴降雨天氣型態事件列表

颱風名稱	起始時間	結束時間	降雨類型
諾盧	2022.09.25	2022.09.26	9/26 TC-NE
尼莎	2022.10.15	2022.10.18	10/15 ~ 10/17 TC-NE 10/18 NE
TD26	2022.10.21	2022.10.23	TC-NE
奈格	2022.10.29	2022.11.01	10/29 ~ 10/30 TC-NE 10/31 TC 11/1 TC-NE

地區造成強降雨，並在地形效應的加乘下，容易於宜蘭發生極端降雨（圖 7）。

## 2022 年秋季共伴降雨分析

2022 年為反聖嬰年，颱風容易生成於台灣附近，受高壓脊西伸影響，颱風北轉不易，以往西移行的路徑居多，此一路徑的颱風在行經巴士海峽時，其外圍環流便因此容易與東北風輻合，形成共伴效應，造成東北部地區的極端降雨。圖 8(a) 為反聖嬰年台灣秋季降雨與歷史同期平均降雨之比較。由圖可知，反聖嬰年時，台灣秋季降雨約為歷史同期平均的 1.3 倍，其中又以中部山區及東部最為顯著。圖 8(b) 則顯示 2022 年共伴事件（表 1）的降雨量與秋季總降雨量的比值，共伴事件造成的降雨量在新北及台灣東部最顯著，可達到 40% 以上，在宜蘭山區甚至可達到 60%，顯示 2022 年秋季異常降雨有很大的貢獻來自於共伴事件。透過將 2022 年的秋季共伴事件降雨與反聖嬰年共伴事件平均總降雨比較發現（圖 8(c)），同樣是反聖嬰年的氣候環境下，2022 年北部秋季共伴降雨大約是過去反聖嬰年平均共伴降雨的 1.6 倍，中部以南則是大都只有過去反聖嬰年的 50% 降雨。但從圖 8d 的分析中，2022 年共伴事件平均降雨強度與過去反聖嬰年共伴事件平均降雨強度比起來，在宜蘭山區至新北並無顯著差異，約在 70% 至 100% 之間，顯示 2022 年北部秋季共伴降雨異常（圖 8(c)）主要是共伴事件次數較多所造成，而非降雨強度變強。

由上述的分析可知，影響 2022 年台灣秋季降雨的因素有二，分別為共伴效應與反聖嬰現象。反聖嬰現象使西太平洋暖池區域擴大，颱風生成位置較靠近台灣。此時，若颱風於秋季生成，在大氣低層逐漸轉為以東北

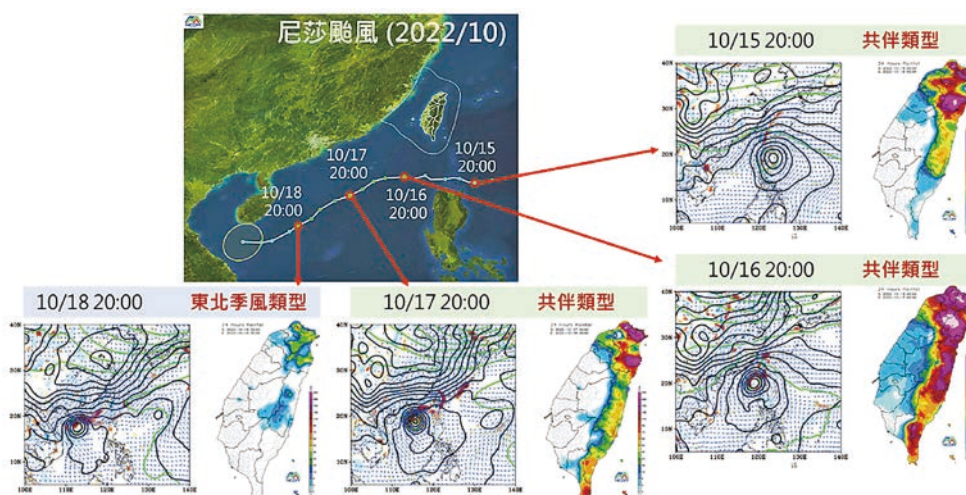


圖 6 尼莎颱風影響台灣期間之極端降雨天氣類型判識



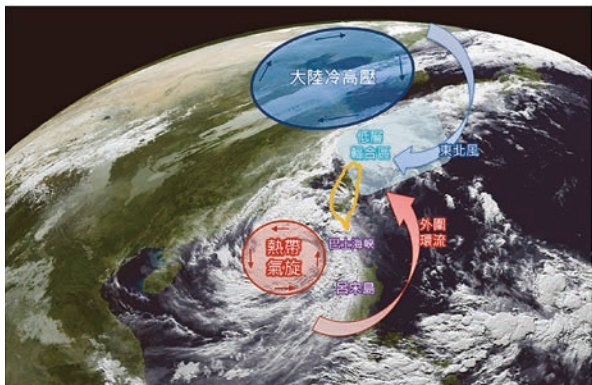


圖 7 台灣秋季共伴效應示意圖

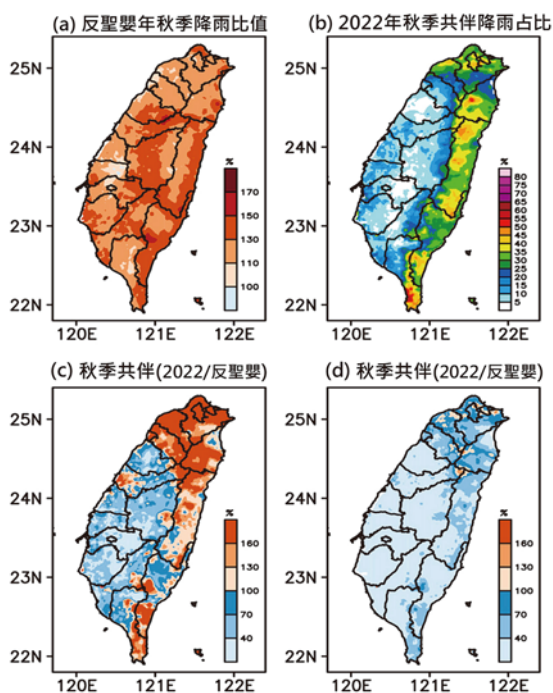


圖 8 秋季降雨比值圖，單位 (%)。其中 (a) 為反聖嬰年秋季平均降雨與秋季降雨長期氣候平均之比值；(b) 為 2022 年秋季共伴降雨與當年秋季總降雨的比值；(c) 是 2022 年與過去反聖嬰年秋季共伴降雨的比值；(d) 同 (c) 惟變數為降雨強度。

風為主的背景風場的大氣環境下，颱風傾向向西移動，在行經巴士海峽與東北風輻合，形成共伴結構，造成東北部地區的極端降雨。2022 年秋季降雨異常有一大部分是由於共伴事件發生日數異常增多影響，統計分析顯示共伴事件日的氣候平均約為每年 2.17 日，反聖嬰年的平均共伴事件日為每年 3 日，而 2022 年共伴事件日達到 10 日，超出氣候值 3 個標準差以上。

### 結語

本文針對 2022 年台灣秋季的極端降雨進行初步分析與探討，利用 AI 演算法所建置的天氣類型判識模組進行降雨類型分類，結果顯示，造成台灣秋季極端降

雨主要集中在東半部地區。天氣類型有東北風、共伴效應以及熱帶氣旋等三種類型。其中又以共伴效應占比最多。2022 年的尼莎颱風因共伴效應顯著，整起事件在宜蘭地區降下超過 1,200 mm 的雨量，使台七、台七甲多處路段坍方，數百輛汽車與民眾一度受困其中，所幸在中央與地方防災人員合力搶救下，順利脫困。透過 AI 判識模組的分析得知，尼莎颱風整起事件包含了多重的降雨天氣類型，有別於傳統單一事件只具有單一天氣類型的主觀分析結果，此 AI 模組提供了更多降雨型態的時序變化細節。

2022 年為氣候學家所認定的反聖嬰年，透過長期的歷史資料分析發現，類似的秋季極端降雨好發於反聖嬰年，其原因與秋季的氣候背景風場、颱風移行路徑以及二者所構成的共伴效應有密切關聯。整體而言，反聖嬰年時颱風較容易於台灣東南方附近海域生成，於當年秋季生成的颱風容易有往西移行的傾向，意味著颱風本體與東北風背景風場形成共伴結構的機會將較正常年高，2022 年秋季的共伴事件雖然降雨強度沒有比過去反聖嬰年共伴事件降雨強度強，但因共伴事件發生日數多達 10 日，導致東北部（尤其宜蘭）的降雨高於歷史同期平均的結果。除了上述主要原因外，反聖嬰年也可能增加東北風造成台灣東北部極端降雨事件的機會<sup>[6]</sup>，東北風的貢獻與其他因素中小尺度系統的影響，如邊界層大氣與地形的交互作用、颱風結構與中尺度對流系統對強降雨的影響等，都將是後續須要進一步研究的重要課題。

### 參考文獻

1. 中央災害應變中心應變處置報告，(2022)，尼莎颱風災害應變處置報告 (2022 年 10 月 17 日 8 時 30 分)。
2. 農委會，(2022)，111 年尼莎颱風農業災情報告，(111 年 10 月 25 日 17 時最末報)。
3. 林淑芬，(2018)，宜蘭地區秋季共伴豪雨與聖嬰－南方震盪的遙相關，大氣科學，46，35-68。
4. 李清勝、羅英哲、張龍耀，(2007)，琳恩颱風 (1987) 與東北季風交互作用產生強降水之研究，大氣科學，35，13-34。
5. Chen, C. -S. and Chen, Y. L. (2003). The rainfall characteristics of Taiwan. Mon. Wea. Rev., 131, 1323-1341.
6. Hsu, L.H., Wu, Yc., Chiang, CC., Chu, J.-L, Yu, Y.C., Wang, A.-H., Jou, B. J.-D. (2022). Analysis of the Interdecadal and Interannual Variability of Autumn Extreme Rainfall in Taiwan Using a Deep-Learning-Based Weather Typing Approach. Asia-Pac J Atmos Sci. <https://doi.org/10.1007/s13143-022-00303-3>
7. Kanungo, T., Mount, D. M., Netanyahu, N. S., Piatko, C. D., Silverman, R., and Wu, A. Y. (2002). An efficient k-means clustering algorithm: analysis and implementation. in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 24, No. 7, pp. 881-892. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2002.1017616>