

# 潭美颱風對臺灣北部及東北部劇烈降雨之分析

陳智羿、黃文彥

空軍氣象中心

## 摘要

2024年10月下旬，生成於菲律賓東方洋面的潭美颱風(Trami)，其23日由菲律賓海經呂宋島後，持續向西移動至南海，並於24至25日最靠近臺灣。而臺灣受到東北季風增強及潭美颱風外圍環流的共伴效應影響，根據氣象署雨量統計，24至26日颱風環流影響期間，最大累積雨量為1015.5毫米，且雨量極端值分布於北部沿海、宜蘭、東半部等三個區域。

透過觀測與NCDR模式可發現，臺灣東半部受颱風外圍環流影響，強回波由東向西移入花蓮及臺東一帶，有顯著移動路徑且分布區域廣；另冷暖空氣的水氣風場輻合，造成環境不穩定並形成鋒面雲系，其對流雲系多滯留於臺灣東北部外海，無顯著移入，但層狀雲系卻綿延至臺灣北部。

鋒面雲系內的層狀雲系在通過較矮的大屯山時，於迎風面產生較強的降雨及上升運動。而新北至桃園山區的降雨，則是原本層狀雲系受到地形舉升之後形成較高的層狀雲系，並在通過臺北盆地後，於較高的山頂再次產生強降雨。蘭陽平原則受特殊地形影響，在大環境受東北風影響下，反而有西風或是東南風的情況，而強降雨的位置也隨著風場輻合帶而有變化，顯示東北風進入蘭陽平原後，可能受半封閉地形影響而有繞流的情況。

**關鍵字：**潭美颱風、共伴效應、地形舉升、蘭陽平原與東北季風交互作用。

## 1. 前言

2024年10月下旬，生成於菲律賓東方洋面的潭美颱風，其23日由菲律賓海經呂宋島後，持續向西移動至南海，並於24至25日最靠近臺灣（圖1）。從色調強化衛星雲圖及水氣頻道(500-700hPa)分析潭美颱風結構可發現（圖2），螺旋雲雨帶的南北雲系結構不對稱，其颱風的第一象限（東北面）雲系及水氣均較少，對流雲系多分部在第三象限。

縱使颱風結構不對稱，對流雲系主體未靠近臺灣，但臺灣在24至25日受到東北季風增強及潭美颱風外圍環流影響，中央氣象署針對基隆市、臺北市、新北市、宜蘭縣發布豪大雨特報，其中更針對宜蘭縣發布大豪雨警戒。颱風外圍環流影響期間造成基隆七堵、宜蘭五結、新北市金山區，造成溪水暴漲

、土石崩落；蘭嶼鄉及綠島鄉風速強勁。

根據中央氣象署雨量統計（圖3），24日最大累積雨量位於臺北市士林區769.0毫米。25日最大累積雨量位於宜蘭市南澳區250.5毫米。而颱風環流影響期間（計算24至26日），最大累積雨量為1015.5毫米。且分析累積雨量分布可發現，雨量極端值分布於北部沿海、宜蘭、東半部等三個區域。

因此，本篇研究將分區探討降雨位置、雷達回波、環境風場及地形之關係，藉此了解潭美颱風對臺灣北部及東半部造成劇烈降雨成因。

## 2. 個案分析

### 2.1 環境場分析

#### 2.1.1 綜觀尺度分析

10月24日潭美颱風位於恆春南南東方約280海浬，臺灣北部沿海受颱風外圍環流及東北季風共伴影響，在地面天氣圖（圖4藍框）有強陣風（中央氣象局定義：標準蒲福風級表6級，約22至27KT）；在高空天氣圖850hPa（紅框）臺灣北部有溫度不連續、風向不連續及高相對濕度場；另500hPa於臺灣東北部外海及東部，有局部正渦度區域（紫框）。隨著25日颱風持續向西移動，共伴效應減弱，臺灣北部強風區一併漸弱，但在高空天氣圖仍可分析出高相對濕度場及正渦度等不穩定的環境。

### 2.1.2 鄉鎮風場分析

分析臺灣地區鄉鎮風場（圖5），隨著潭美颱風向西移動，24日上午至夜間，中部沿海、北部、宜蘭地區及屏東滿州，風速均有增強之情況，尤其北部及中部沿海地區風速可達30至35KT。隨著颱風逐漸遠離，25日上午各地風速有顯著減弱。

### 2.1.3 時雨量分析

在24至25日的時雨量圖（圖6）分析發現，雨量分布大致可落在臺灣東北角、宜蘭地區、東部地區。臺灣東北角的時雨量的極值主要出現在沿海及大屯山（紅框）。宜蘭地區的時雨量極值，則出現在沿海及平原山脈交接處（紫框）。東半部時雨量極值，出現位置較不一定，花蓮及臺東沿海均有較大雨勢出現（綠框）。

綜合分析雨勢、風場及地形（圖7）：

- (1) 基隆北海岸降雨，集中在沿海的大屯山一帶，且降雨期間多以東北風為主，風速為20至30KT。
- (2) 宜蘭地區降雨，集中在沿海的五結、蘇澳及山腳下三星鄉，降雨期間風場差異大，風速為5至15KT。
- (3) 東部沿海降雨，雨量較大位置分布廣，但集中在海岸山脈（地形為東北西南向，與環境風場方向平行）。

### 2.1.4 探空斜溫圖分析

為分析24至25日海面上、臺灣北部及東半部大氣環境場，所造成局部降雨之差異，故選取彭佳嶼、新店及花蓮等三個地區之探空斜溫圖（圖8）。

從彭佳嶼及新店斜溫圖可知，在24日地層有顯著的逆溫現象；隨著颱風向西移動，24至25日底層冷空氣（藍框）的強度及厚度，有逐漸漸弱及降低；反之中層的暖濕空氣（紅框）有逐漸增厚之情況。而花蓮地區，從風標變化（北風轉西至西南風）可分析出有冷暖空氣之厚度變化，但無明顯逆溫情況。

### 2.1.5 水氣風場輻合分析

從水氣風場輻合圖分析發現（圖9），東半部受颱風環流影響，從925至700hPa均有局部水氣風場輻合，而北部地區及北部外海僅有在925hPa有的水氣風場輻合。顯示北部及東半部輻合機制不同。

## 2.2 遙測資料分析

### 2.2.1 雷達回波圖分析

將中央氣象局雷達回波圖24日08時至25日12時，依照北部沿海、宜蘭地區及東半部個別分析發現（圖10）：

- (1) 臺灣北部沿海（紅框）回波，近似滯留於沿海及大屯山週圍，且無顯著回波由外向內移入。
- (2) 宜蘭地區（紫框），強回波位於沿海及蘭陽平原，並在宜蘭上空來回移動。外海雖有回波，僅有零星移入之情況。
- (3) 臺灣東半部（酒紅框），受颱風外圍環流的中層風場影響，強回波由東向西移入花蓮及臺東，有顯著移動路徑且分布廣。

透過樹林降雨雷達回波圖（圖11），可更清楚觀察到，北部強回波主要分布在大屯山及臺北南面山區，近似滯留。宜蘭地區強回波除了位於沿海及蘭陽平原，外海雖有較弱回波，但移入蘭陽平原後均有增強之情況。

### 2.2.2 衛星雲圖分析

擷取相同時間，透過一樣分區的方式研究可知（圖12）：

- (1) 臺灣北部沿海（紅框）及宜蘭地區（紫框），無顯著對流雲系移入，且平均雲頂高約10,000至15,000呎的層積雲系。
- (2) 臺灣東半部（酒紅框）受颱風外圍環流所挾帶的對流雲系影響，平均雲頂高約30,000至36,000呎，且分布十分廣。
- (3) 臺灣東北部外海有另一鋒面雲系（黑框），其對流雲系多滯留於外海，無顯著移入，但其層狀雲系有局部綿延至臺灣北部。

### 2.3 綜合分析

從雷達回波搭配衛星雲圖發現，颱風24日08時位於臺灣南方洋面時，其外圍環流對東半部造成顯著降雨，而冷暖空氣交會所形成的鋒面對流雲系位於日本宮古島，對臺灣北部無顯著影響。

颱風24日20時向西移動，颱風環流所挾帶之暖濕南風，於臺灣東北部增強，因此對流雲系隨之北抬至臺灣東北部外海，時雨量的降雨型態與上午08時仍相似。

綜上所述，東半部降雨與颱風外圍雲系有關，但北部降雨卻不一定與共伴效應有直接的影響，但可能跟水氣風場輻合有關。

## 3. 北部地區降雨分析

### 3.1 臺北大屯山及沿海強回波

雖從衛星雲圖分析發現，臺北大屯山無明顯對流雲系移入，但從NCDR回波剖面發現，AA'剖面（基隆至苗栗）的基隆至臺北市、新北至桃園市兩個地形抬升處，有較明顯的強回波及上升運動；而BB'剖面（新北至苗栗）鄰近沿海的新北貢寮至新北坪林，也有較強回波及上升運動（圖13至14）。

### 3.2 宜蘭地區強降雨

在環境場為東北風的影響下，大屯山降雨的位置大致相似（圖15 黑框、紅色箭頭）

，但宜蘭的回波及降雨位置（紅框、藍色箭頭）與地區風場有顯著的地區特性。當蘭陽平原吹偏西風時，與東北風於沿海地區風場輻合，形成強回波；當平原吹東北風時，強降雨的位置主要集中在平原南側與山脈的交界處；當平原吹東南風時，強降雨則主要集中在平原西側。從NCDR的地面風場數值模式模擬也可以發現（圖16），宜蘭地區回波及降雨位置，與地面風場輻合（黑色虛線）的位置相符，而地表風場輻合的位置則受喇叭狀地形影響而有所不同，與過去的蒲等人的研究相似（圖17）。

## 4. 結論

中央氣象署及各學術文章均曾分析過，秋季當颱風行經呂宋島至南海時，颱風外圍環流與東北季風或鋒面雲系接觸，可能產生共伴效應，導致降雨量明顯增加；這種情況下，東北季風與颱風共同增強對流活動，進而帶來強降雨。

即使共伴效應不明顯，東北季風的增強也會和颱風的水汽結合，特別是在地形的抬升作用下，容易在北部和東北部地區形成強降雨，甚至可能導致局部性豪雨。

從各分析圖、雷達回波圖及衛星雲圖分析，結合過去文獻可歸納以下三點：

- (1) **水氣風場輻合所造成環境不穩定**：冷暖空氣的水氣風場輻合，可能造成局部地區環境不穩定，並形成鋒面雲系。縱使鋒面雲系的對流主體沒有通過臺灣上空，但鋒面的層積雲系在通過地形時，仍容易與地勢產生交互作用，並造成迎風面強降雨。
- (2) **地形舉升**：鋒面雲系內的層狀雲系通過較矮的大屯山時，受地形舉升影響，於迎風面產生較強的降雨（圖18紅框）。而新北至桃園的降雨，則是原層狀雲系受到地形舉升之後形成較高的層狀雲系，通過臺北盆地後，再流經較高地形，並於山頂再次

產生強降雨（圖18藍框）。

(3) 蘭陽平原與東北季風的交互作用：蘭陽平原雖開口朝東，呈現喇叭狀，但在24至25日受大環境東北風影響下，蘭陽平原的風場卻並非全是東北風，反而有西風或是東南風的情況，而強降雨的位置也隨著風場而有變化，顯示東北風進入蘭陽平原後，可能受半封閉地形影響而有繞流的情況，與陳等人(2021)的研究相似（圖19）。

5. 參考文獻

Houze, R. A., Jr., K. L. Rasmussen, S. Medina, S. R. Brodzik, and U. Romatschke ,

6. 圖附錄

“Anomalous atmospheric events leading to the summer 2010 floods in Pakistan”, Bull. Am. Meteorol. Soc., 92, 291–298, 2011.

陳智羿、侯昭平、楊朝淵，2021，東北季風與宜蘭地形效應誘發局部降雨分析研究，110年天氣分析與預報研討會，中央氣象署。

樺澤實，1950，第二類地形性降雨之實例。研究時報，第二卷，第三號。

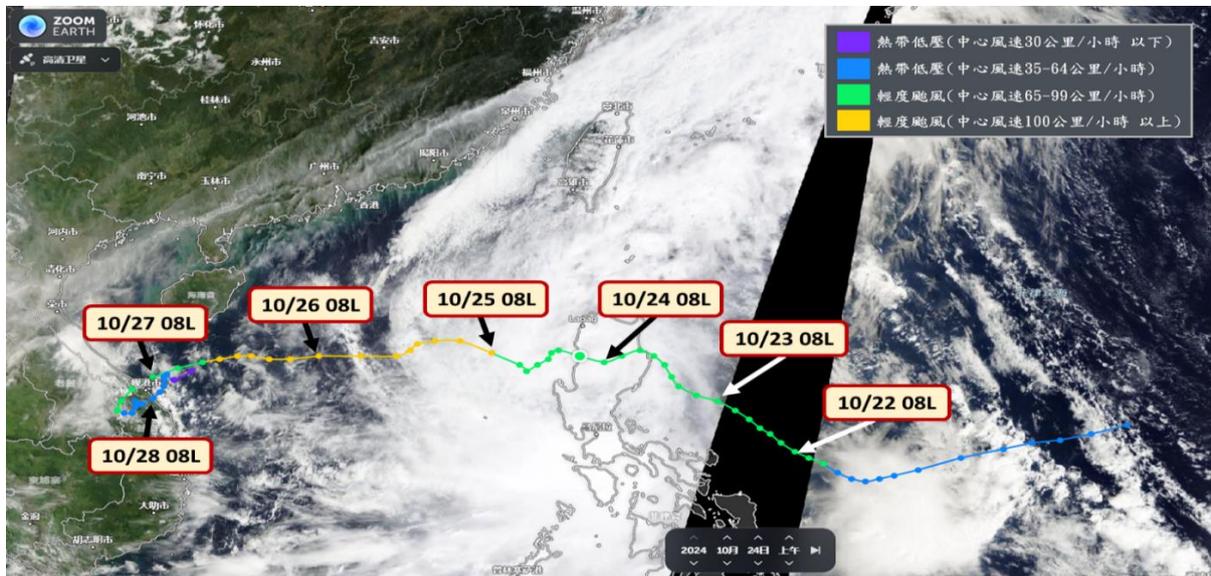


圖 1 潭美颱風路徑圖。真實色衛星雲圖選自 10 月 24 日上午 10 時美國繞極軌道衛星。

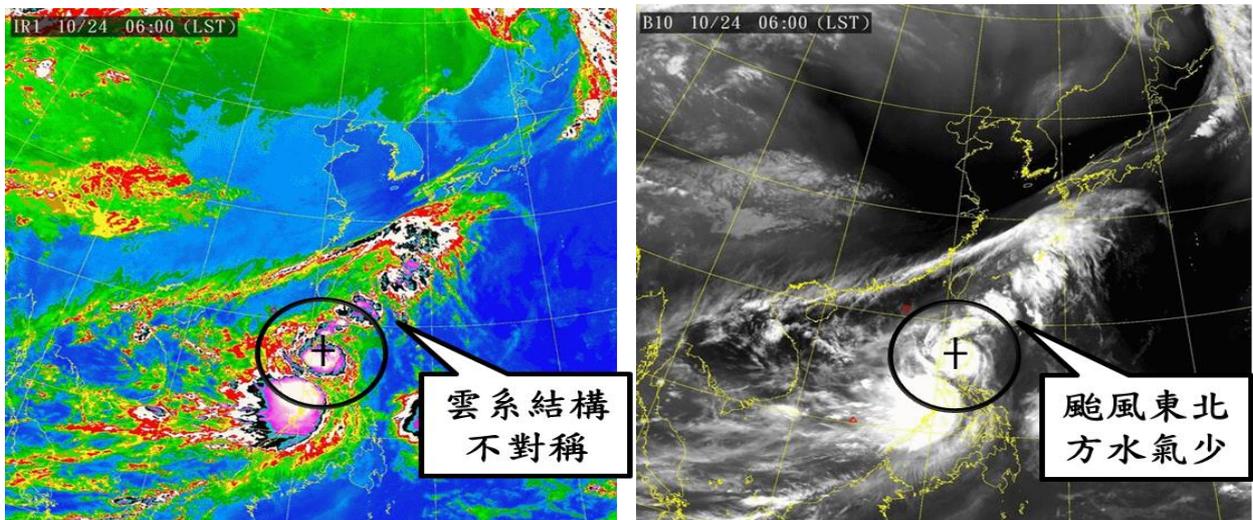


圖 2 10 月 24 日向日葵衛星衛星雲圖。左圖為色調強化衛星雲圖，右圖為 B10 水氣頻道。

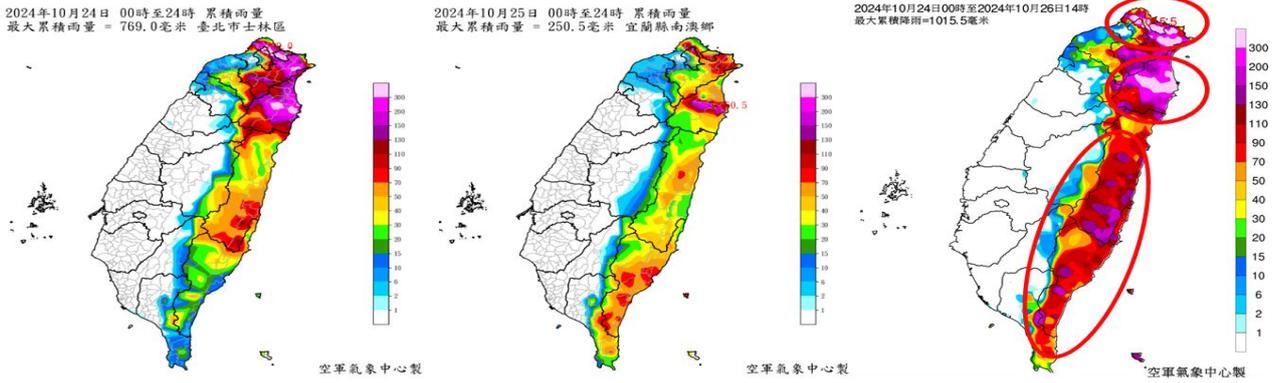


圖 3 雨量圖。依序 24 日累積雨量圖、25 日累積雨量圖、24 至 26 日 14 時累積雨量圖。

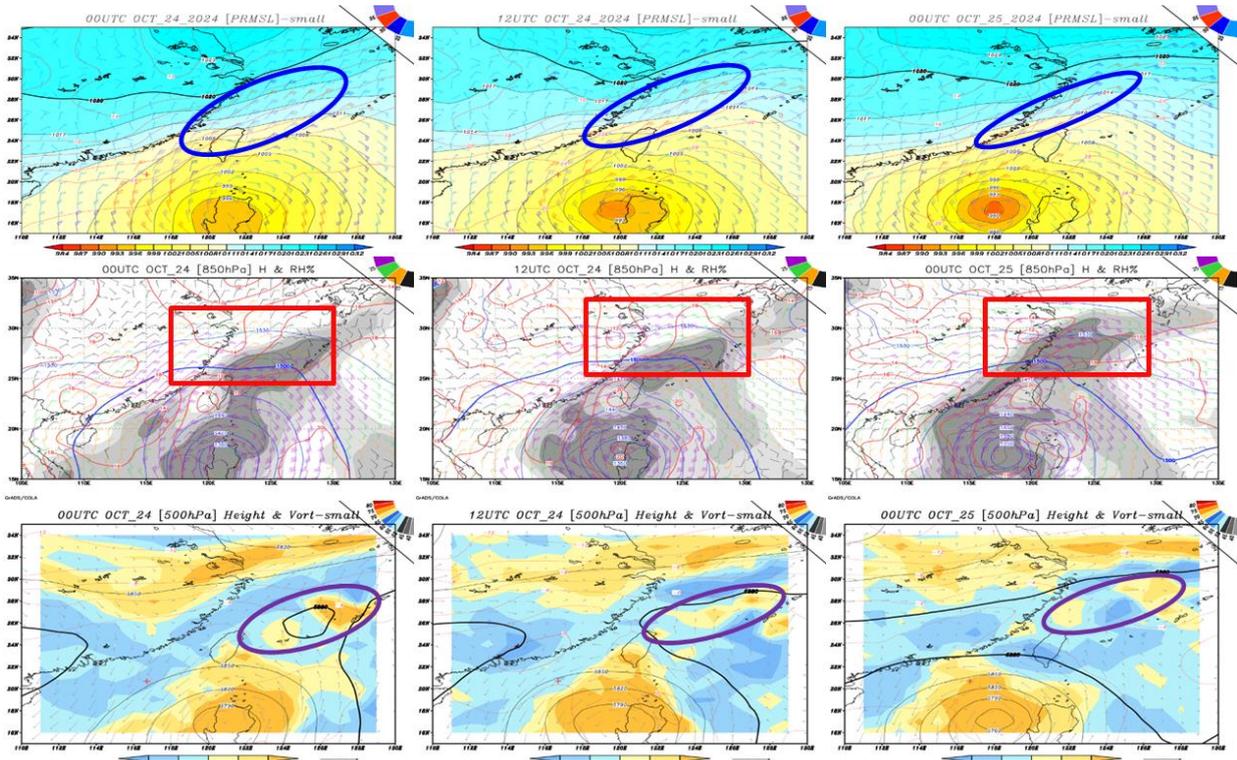


圖 4 10 月 24 日至 25 日綜觀天氣圖。由上而下為地面圖、850hPa 高空圖、500hPa 高空圖。

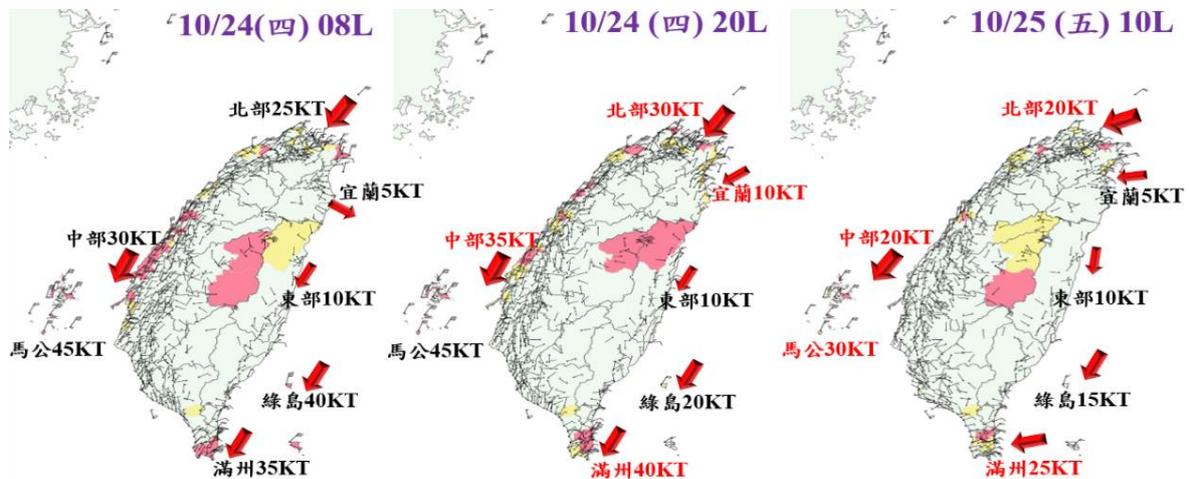


圖 5 中央氣象局自動測站風標圖。

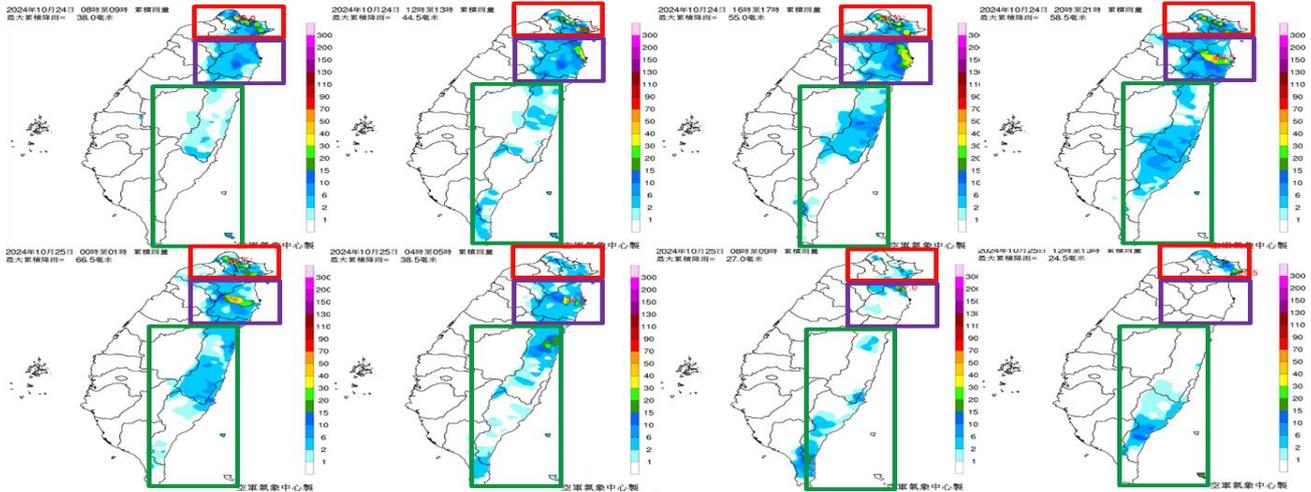


圖 6 臺灣地區時雨量圖。紅框為北部大屯山及沿海、紫框為宜蘭地區、綠框為東部地區。

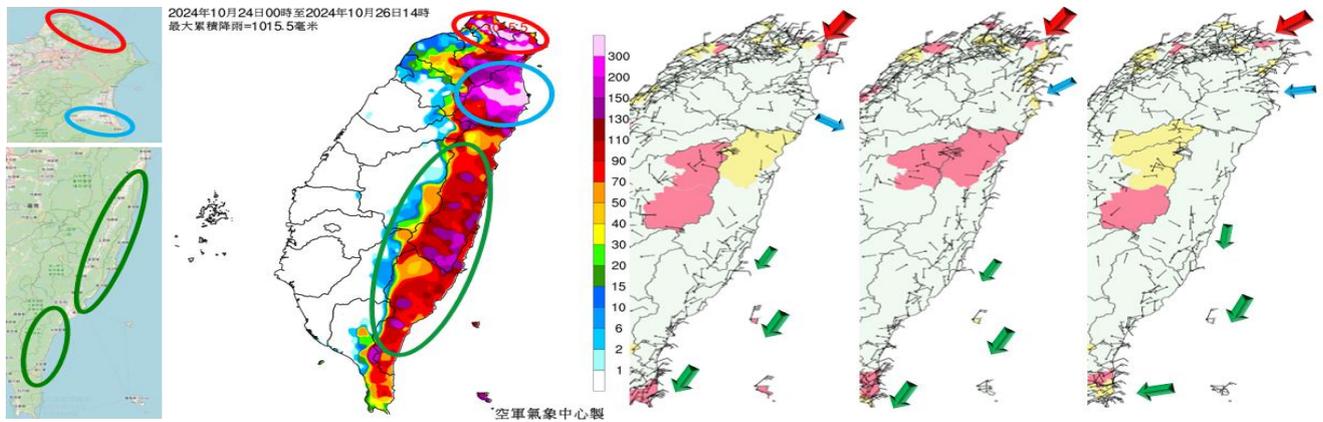


圖 7 地形、累積雨量、與環境風場之關係圖。風標圖時間同圖 5。

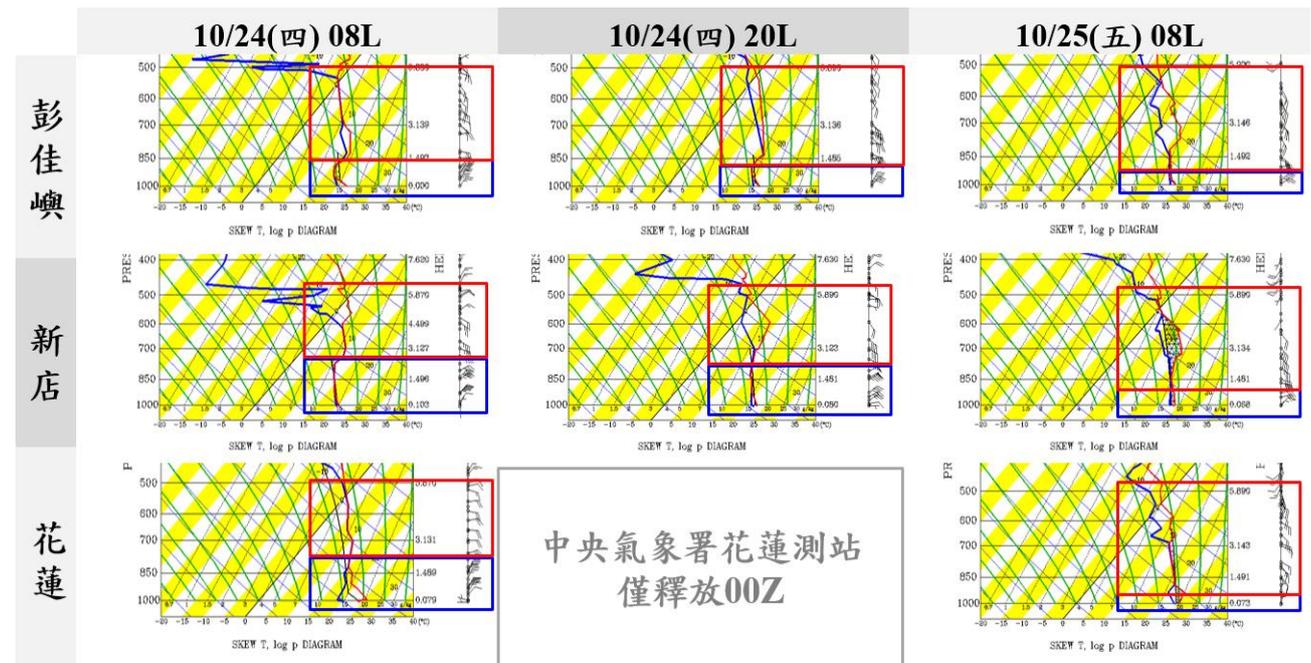


圖 8 臺灣北部及東半部探空斜溫圖。藍框為底層冷空氣、紅框為暖濕空氣。

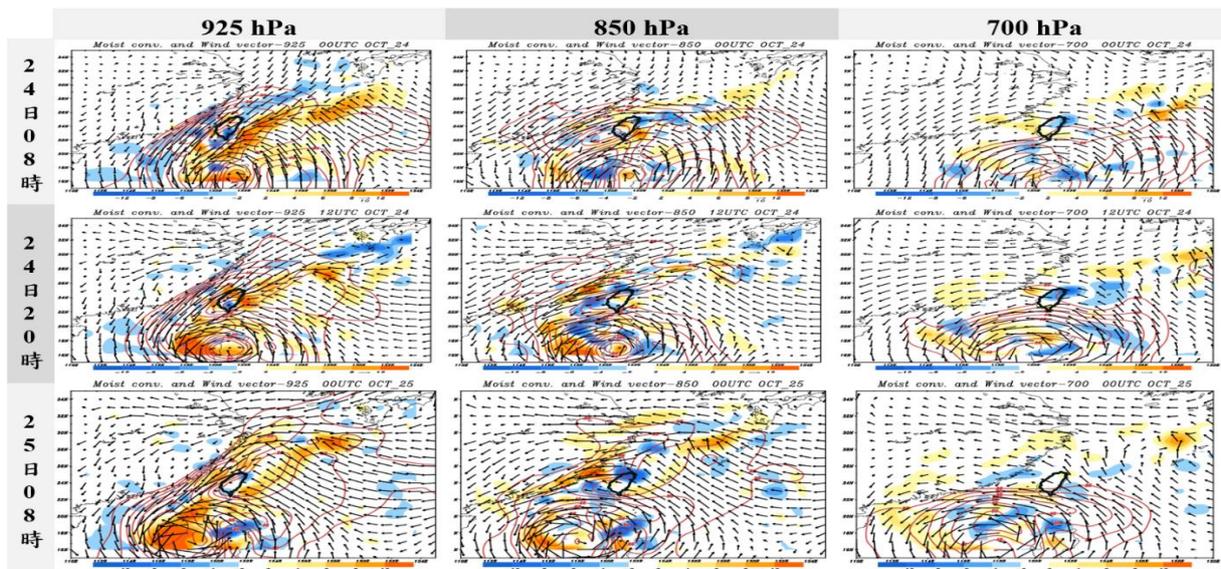


圖 9 水氣風場輻合圖。由左至右依序為 925、850、700hPa。

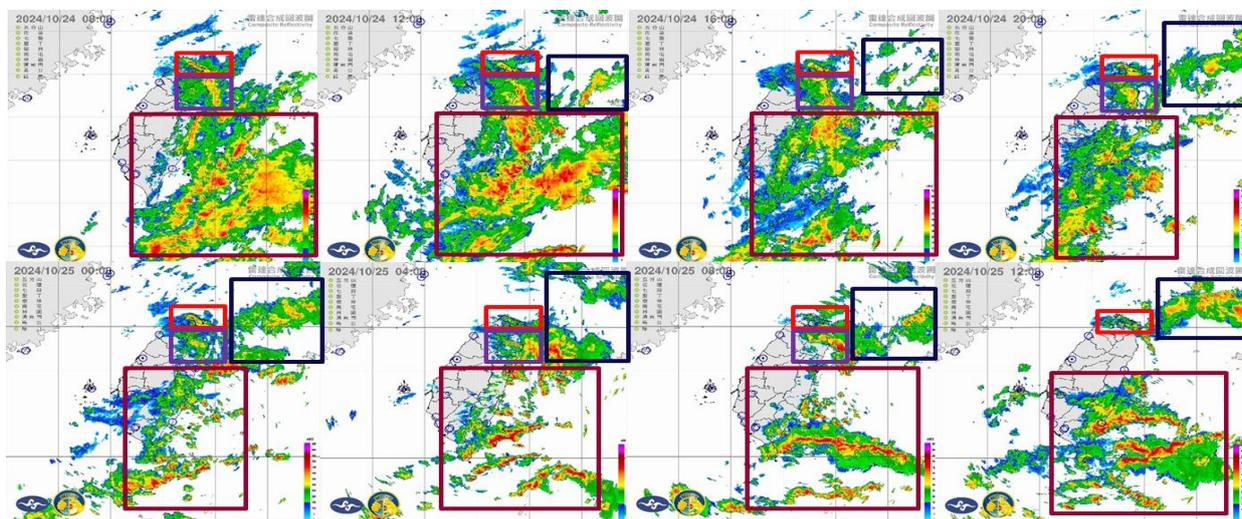


圖 10 雷達回波圖。紅框為北部大屯山及沿海、紫框為宜蘭地區、酒紅框為東部地區、黑框為東北部外海回波。

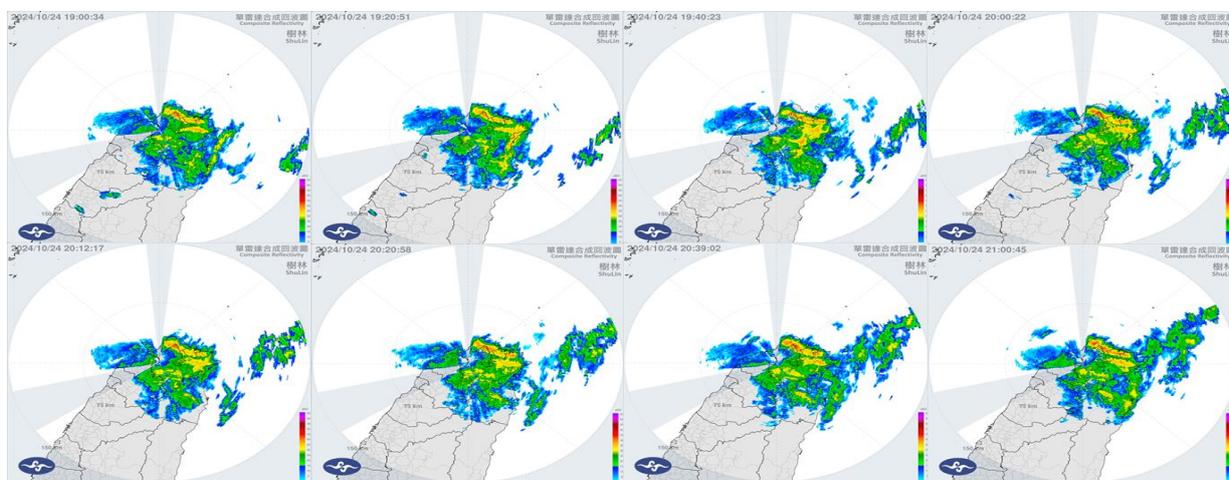


圖 11 中央氣象署樹林降雨雷達回波圖。

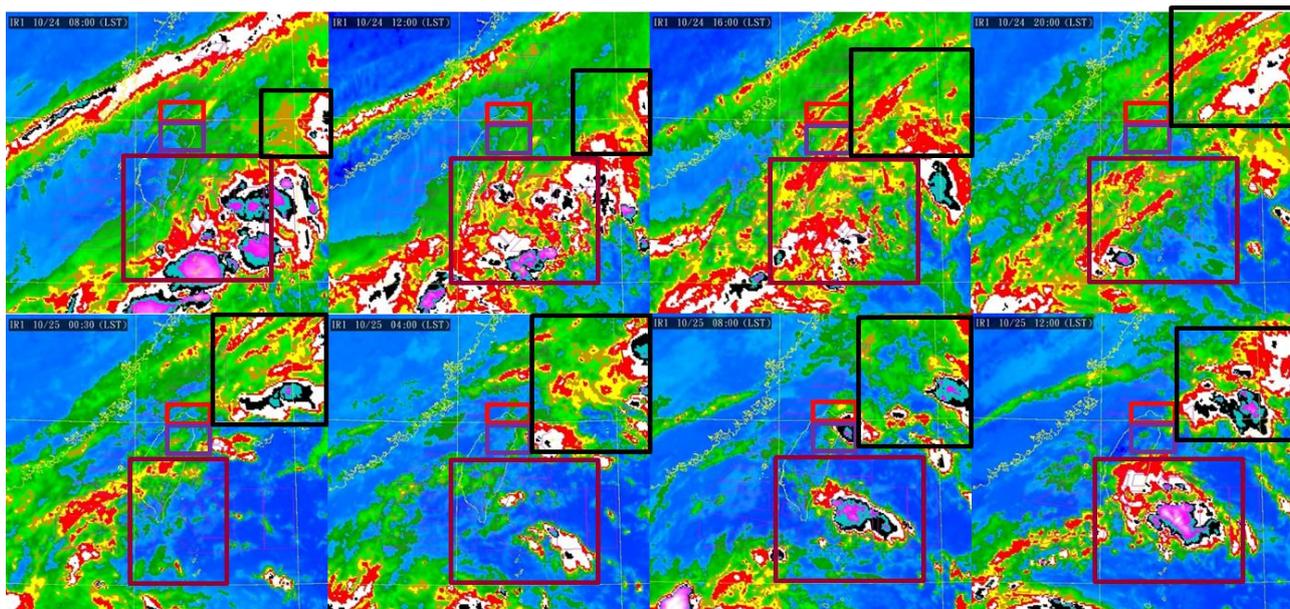


圖 12 色調強化衛星雲圖。圖框時序及範圍同圖 10。

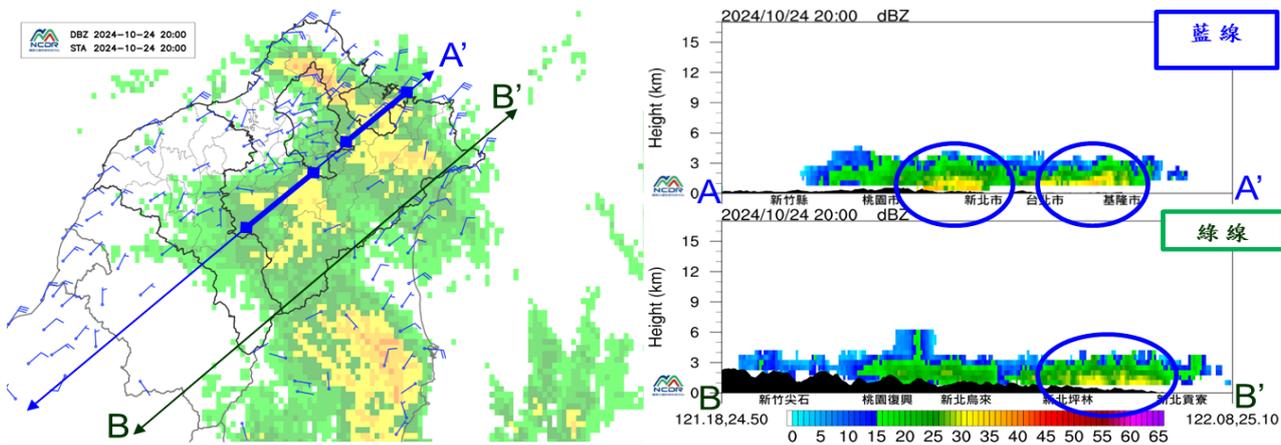


圖 13 NCDR 北部地區雷達回波及回波剖面圖。

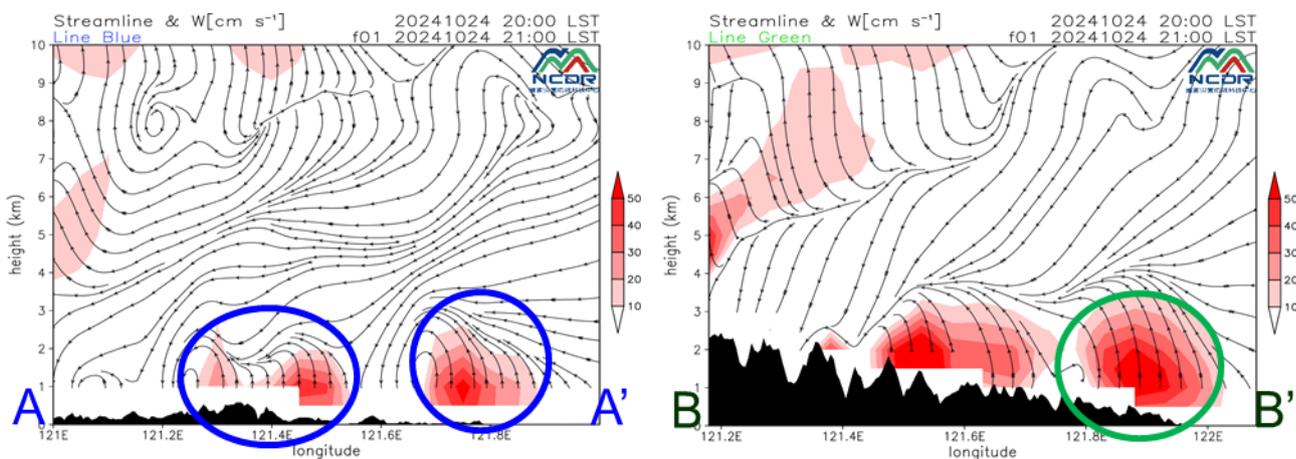


圖 14 NCDR 模擬圖 13 垂直剖面垂直運動及氣流圖。

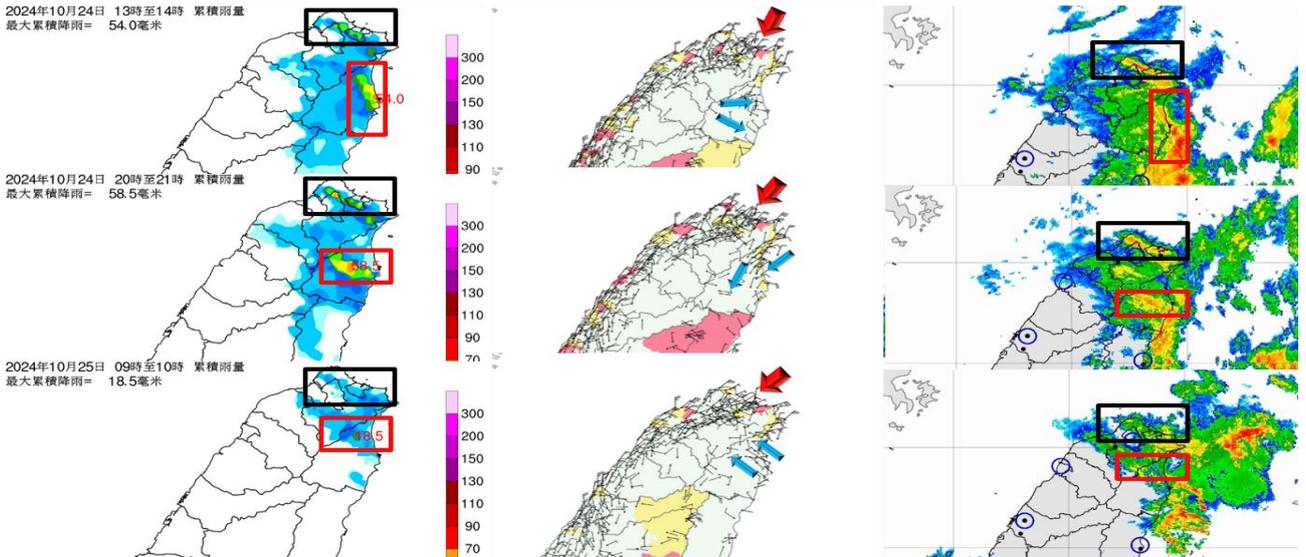


圖 15 臺灣北部地區降雨分析。黑框為臺北大屯山及沿海，紅框為宜蘭地區。風場時間及雷達回波時間依序為 24 日 14 時、24 日 21 時及 25 日 10 時。

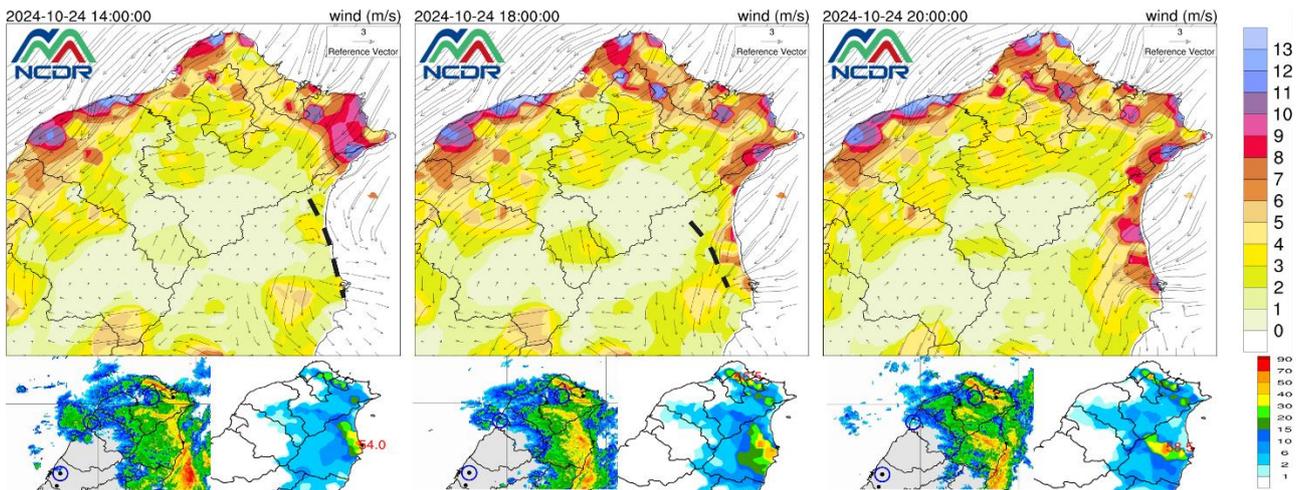


圖 16 NCDR 模擬北部地區不同時段強降雨之地面氣流變化。黑色虛線處為地面風場輻合帶。雷達回波及累積雨量之觀測資料同模擬時段。

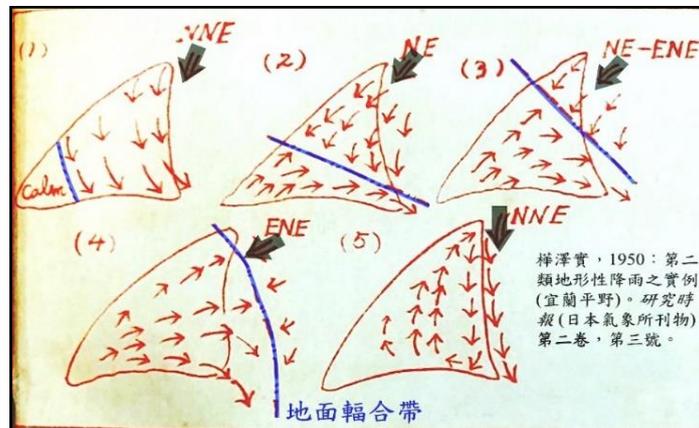


圖 17 宜蘭地區降雨不同風場造成地面輻合帶之差異。摘自樺澤實(1950)。

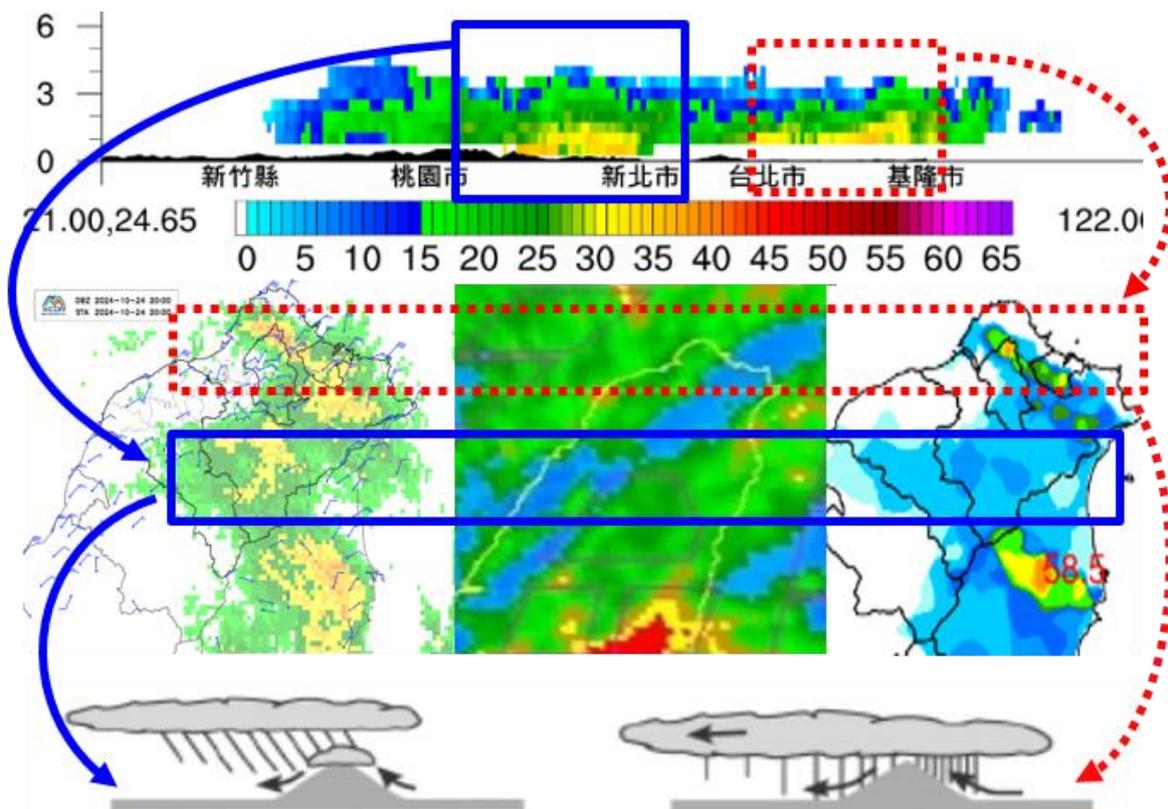


圖 18 臺灣北部層狀雲系受地形舉升之降雨過程示意圖。灰色圖示摘自 Houze(2011)。

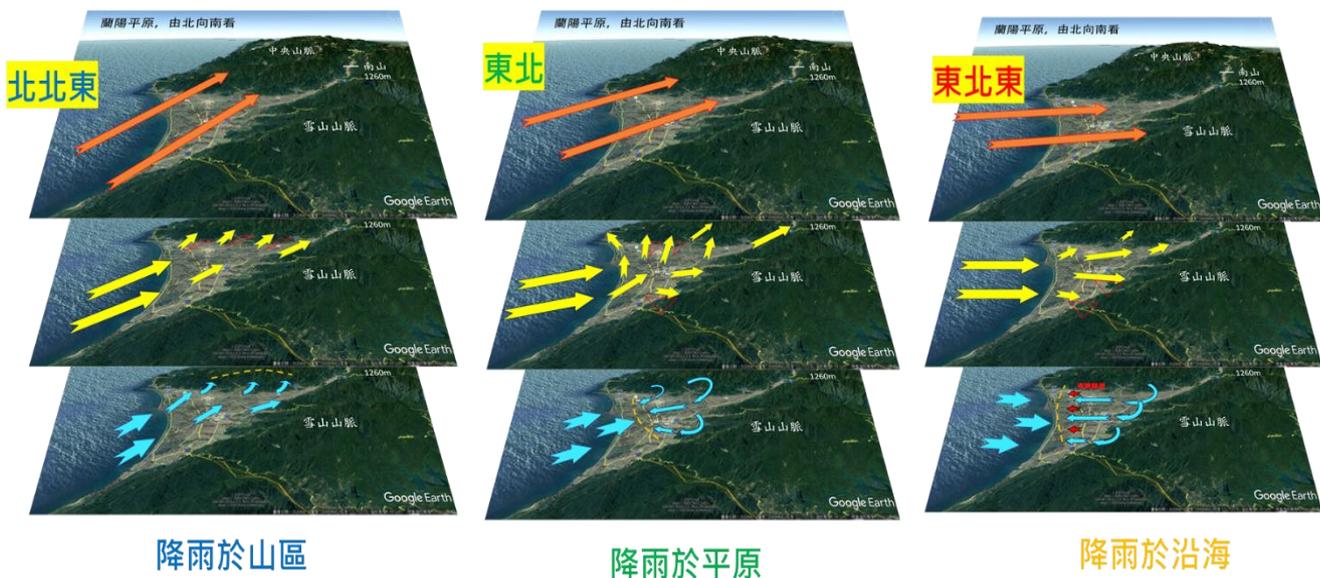


圖 19 東北季風與宜蘭地形交互作用之 3 種不同機制的降雨概念模式。摘自陳等人(2021)。

# Analysis of Heavy Rainfall in Northern and Northeastern Taiwan Caused by Trami Typhoon

Chih-Yi Chen, Wen-Yen Huang

Weather Center of Weather Wing, R.O.C.A.F

## Abstract

In late October 2024, Trami Typhoon formed east of the Philippines and moved westward, passing Luzon on October 23 and approaching Taiwan on October 24–25. Enhanced by the northeast monsoon and the typhoon's peripheral circulation, extreme rainfall affected northern coastal areas, Yilan, and eastern Taiwan from October 24 to 26, with maximum accumulated rainfall reaching 1,015.5 mm.

The typhoon's peripheral circulation caused strong radar echoes to move westward into Hualien and Taitung, showing widespread distribution. Convergence of warm and cold air formed frontal cloud systems, with convective clouds lingering offshore northeast of Taiwan, while stratiform clouds extended into northern Taiwan. Orographic lifting intensified rainfall on windward slopes, especially in New Taipei and Taoyuan, where clouds lifted further after passing the Taipei Basin, resulting in heavy rainfall at higher elevations.

In the Lanyang Plain, the interaction between the northeast monsoon and the semi-enclosed terrain caused wind deflection and shifting rainfall patterns. Localized airflow changes contributed to concentrated rainfall in specific areas, highlighting the impact of terrain on precipitation distribution.

**Keywords: Trami Typhoon, Combined Effect, Orographic Lifting, Interaction between the Lanyang Plain and the Northeast Monsoon.**