

2020 地球科學暑期學生專題研究計畫
(ESSSP 2020)

極度降溫對颱風強度發展之影響

Impacts of extreme drop of
SST on TC intensity changes

Supervisor : Prof. Zhe-Wen Zheng

Student : Yung-Cheng Tseng, Da-Guang Lu

2020/09

研究動機與目的

台灣位處於西北太平洋，是產生颱風的熱點地區。每年平均有三到四個颱風會直接襲擊台灣或對台灣產生影響。這些颱風帶來的強風和大雨經常對台灣造成嚴重的破壞，因此，颱風預報的準確性至關重要。長期以來，海表面溫度（SST）響應對於熱帶氣旋的強度發展至關重要。但是，除了常規的響應外，一些颱風還可能導致極端的 SST 降溫（ED）。因此本研究希望透過收集並處理北太平洋西部 2001 年至 2018 年夏季（JJAS）期間的所有颱風數據及 REMSS 的海溫資料進行探討，並嘗試解決下列問題。

- (1) ED 對颱風強度（TCI）變化的敏感程度如何？
- (2) ED 的特徵
- (3) 那些 ED 的產生與背景環境因素（機制）之間的關係。

最後，我們希望在這項研究中獲得的結果可用於進一步提高台灣周圍颱風強度預報的準確性。

資料來源

1. SST 資料:

使用 Remote Sensing Systems (REMSS) 的海表面溫度資料，空間解析度為 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ ，資料為一天一筆，海表溫值取到小數點後一位。

2. 颱風資料:

使用 Joint Typhoon Warning Center (JTWC) 的颱風資料，使用資料為從颱風開始形成到結束每六小時一筆，包含颱風位置(經緯度)、最大風速(m/s)以及颱風中心最低氣壓值。

3. SSHA 資料:

使用 Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic (AVISO) 七天平均的資料，使用空間解析度為 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ ，單位為公尺。

4. Bathymetric 資料:

使用 General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO) 水深資料，其空間解析度為 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 。

定義及名詞解釋

1. Delta SST:

Delta SST 是該颱風到達時與颱風形成三天前時此處(颱風中心)的 SST 最大差值。

2. 極度降溫(Extreme drop)(ED):

我們使用前 1%Delta SST 來定義 ED，在本研究中 Delta SST 超過 -6°C 稱之為極度降溫。

3. 陸棚區:

在本研究中，將 2° 以內有海水深度小於 500 米的區域歸類為受陸棚影響區域。

4. 大洋區:

在本研究中，將 4° 以內海水深度皆超過 500 米的區域歸類為開放性大洋。

5. Scale of TCI:

颱風強度依照 Saffir-Simpson Hurricane Wind Scale(SSHS)做分級，從 Tropical Storm(T. S.)到 Category1~Category5(C1~C5)。

結果與討論

1. TCI 變化與 Delta SST 的關係:

1.1 TCI 的急劇下降與 Delta SST:

我們將 TCI 的急劇下降定義為颱風在 24 小時內下降超過 2 級，並觀察其對應的 Delta SST，得出一個結論，在本研究中，TCI 急劇下降發生在 Delta SST 為 -1.16 和 -7.41°C 之間，這表明 TCI 的急劇下降必定發生在一個冷卻的區域。

1.2 TCI 變化與 Delta SST 的關係:

圖 1.1 顯示 Delta SST 與 TCI 變化之間的關係呈現正相關，當 SST 下降越多，風速下降越多也就是強度下降越多，說明了若有極度降溫的發生將可能對於颱風有更劇烈的影響。

2. 降溫特性:

由於我們發現了 Delta SST 與 TCI 變化之間的關係，因此我們需要了解降溫的特性。圖 2.1 顯示我們將同一個颱風於相同強度(C1~C5)並分別存在於陸棚區以及大洋區作為一筆資料(若該強度資料數不只一筆則取對應

之 Delta SST 最大者)，比較其對應 Delta SST 之大小，若陸棚之降溫比較多顯示於橘色，反之則為藍色，圖 2.1 說明了普遍而言於陸棚區域發生的 SST 降溫將會大於大洋區域；而在 C5 中是由於符合條件之資料數不足，無法顯示出該特性。

3. 降溫和極度降溫特性：

3.1 ED 特性：

接下來，我們想知道極度降溫普遍出現在陸棚區還是大洋區。圖 3.1 顯示我們統計研究區域內的所有 Delta SST 資料於陸棚區以及大洋區，可以得出兩件事，首先，陸棚區的 Delta SST 普遍比大洋區下降的更多。其次，參照藍色扇區，ED 發生於陸棚區的頻率要比大洋區來的高，指明陸棚區比大洋區為 ED 的發生提供了更有利的環境。

3.2 降溫和 ED 分布：

圖 3.2 中顯示了所有 Delta SST 和 ED 的空間分布情形。綠(藍)點是陸棚(大洋)上的所有 Delta SST，黃(紅)點表示發生在陸棚(大洋)區域的 ED。可以見得陸棚區的資料總數少於大洋區，但是 ED 的

數量卻高於大洋區。其中紅點分別由 Neoguri (2014), Talas (2011) 和 Noru (2017) 三個颱風所導致。

4. 個案分析:

4.0 個案分析圖中，虛線表示負 SSHA、色塊表示 Delta SST、颱風軌跡和 TCI 由色點標記。

4.1 颱風 Neoguri (2014) :

圖 4.1 中，參照降溫中心和色點，可以看到最大的 Delta SST 與最強的 TCI 表現出很好的一致性，因此，Neoguri 的 ED 主要歸因於颱風的強度很強，其風速達到 72 m / s ，為 C5 強度颱風，將對於海洋有最強力的影響。同時，此颱風經過 ED 中心後，在 18 個小時內強度從 C5 急劇下降到 C3。

4.2 颱風 Talas (2011) :

圖 4.2 中，參照颱風的運動軌跡，Talas 的 ED 歸因於與颱風的移動速度有關。最低的移動速度達到小於 0.77 m / s 。根據 Price (1981) 的說法，當颱風的移動速度低於 4 m / s 時，TC 將

對海洋造成更劇烈的影響。因此，即使 Talas 的強度很弱，它仍然會對上層海洋產生重大影響。然而這是一個超出預期的結果，Talas 在強度分級中只是一個 T.S.，在中央氣象局則是屬於一個輕颱的強度，在確認了這個海域並沒有受前一個颱風影響過後，推論除了颱風特性(移動速度)以外還有別的背景環境或條件才能導致這個 ED 的產生。

4.3 颱風 Noru (2017) :

圖 4.3 顯示颱風 Noru 產生的 ED 歸因於先前存在的氣旋式渦旋的影響，如此處的負 SSHA 所示，可以看到，ED 與負 SSHA 達到最大的區域顯示很好的一致性。此一結果顯示出與 Zheng 等人 (2010) 的結果一致，氣旋式渦旋是一個容易導致 SST 降溫發生的背景條件。此外，根據 Nan D. Walker 等人(2014)的研究表明冷渦同時會造成颱風的強度迅速下降，此與颱風 Noru 的特徵類似。

結論與展望

本研究的主要結論概括有，(1) ED 發生於陸棚區的頻率高於大洋區 (2)根據文獻討論了可能引發大洋區 ED 發生的因素，包括 TCI、移動速度以及先存在的氣旋式渦旋可以在本次研究的對象中做出對應，不過只是從特徵上將其連結而非確切表明其中的相關性有多高以及尚有其餘可能也有助於 ED 產生的背景因素沒有在此次研究中討論，因此，在接下來的工作中，我們計劃完成與三種颱風案例相對應的模式模擬，以進一步闡明在不同背景環境下導致 ED 的關鍵機制，同時驗證先前做出的歸因以及研究尚未討論的其餘因素。

最後，一旦我們能夠解決與 ED 相關的關鍵機制，這將有助於更好地預測 TCI 變化。

圖 1.1 TCI 變化與 Delta SST 的關係

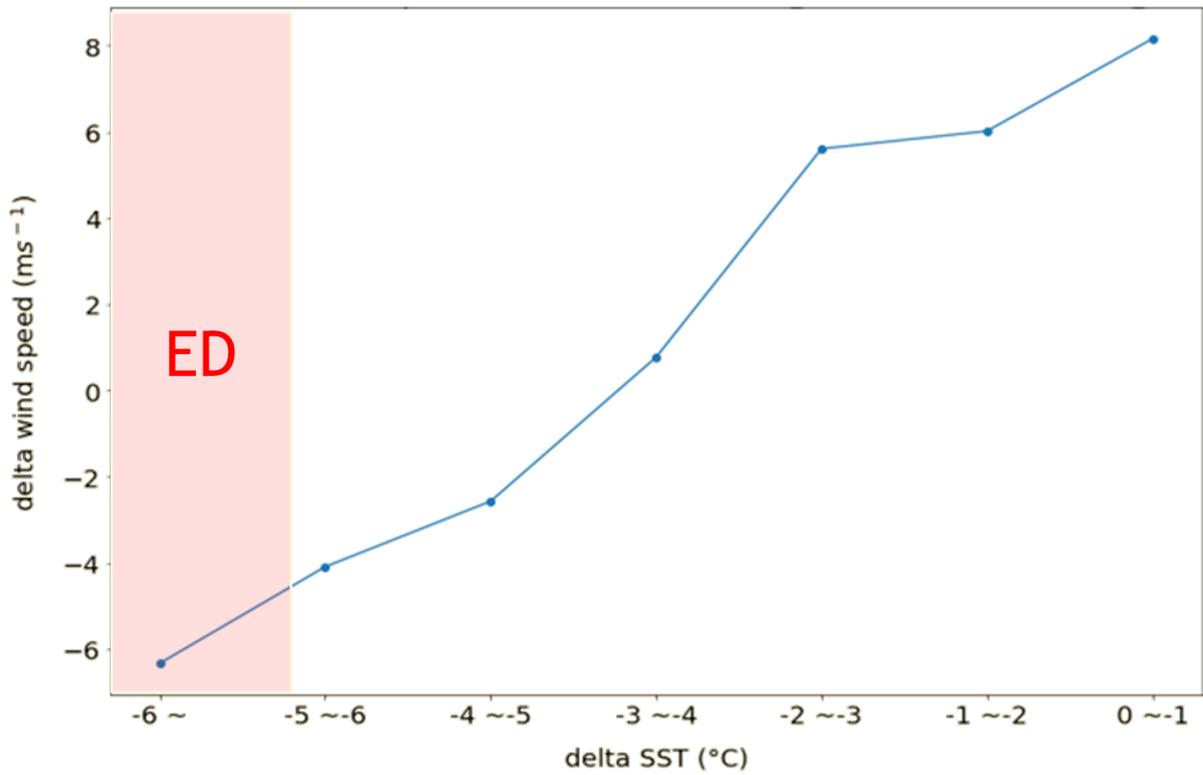


圖 2.1 降溫特性

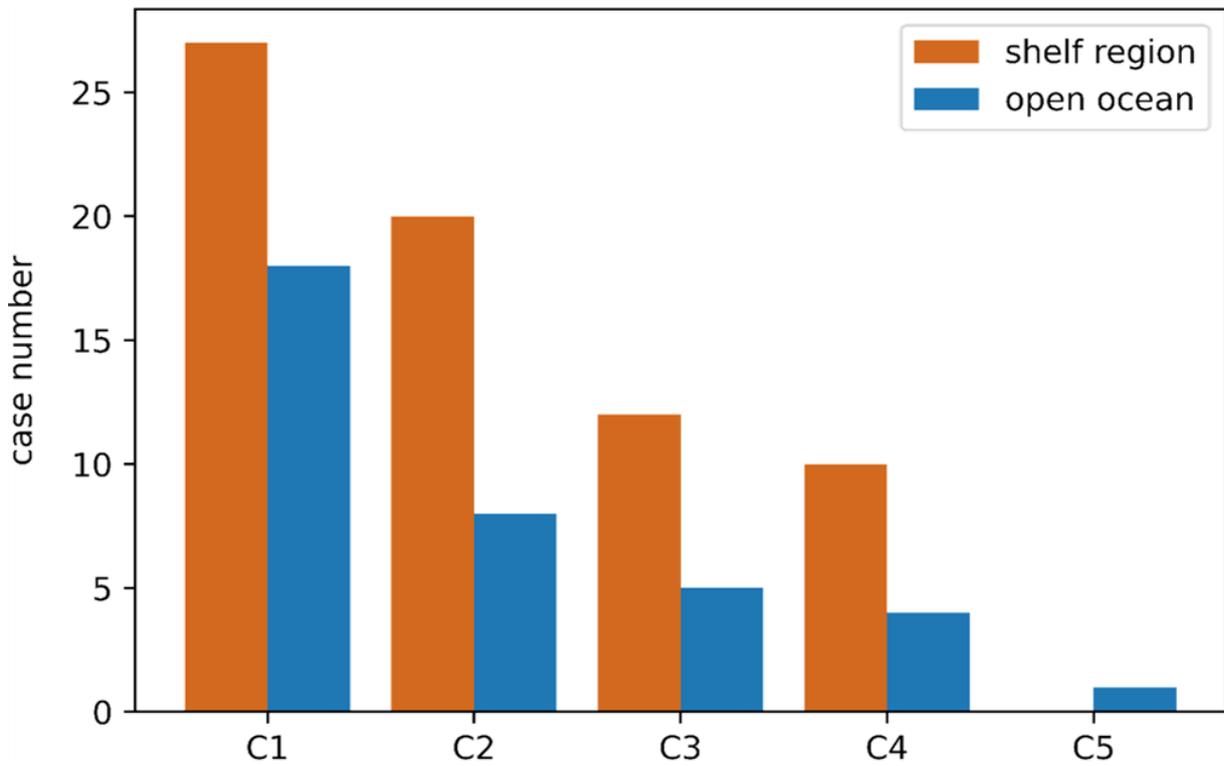


圖 3.1 降溫和極度降溫特性

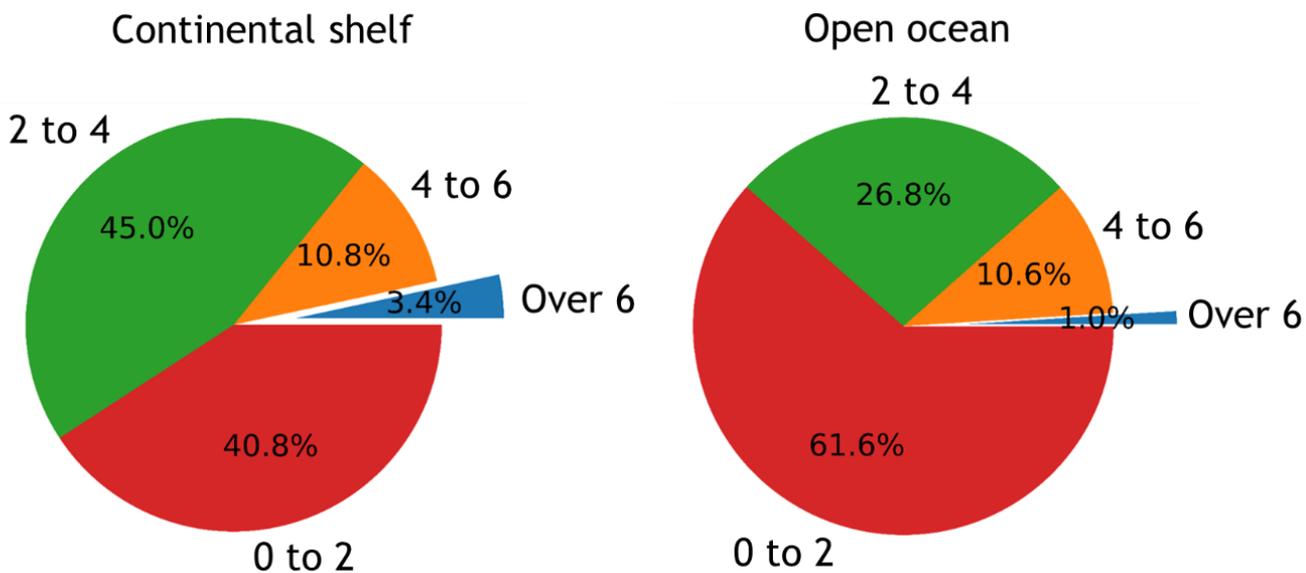


圖 3.2 降溫和 ED 分布

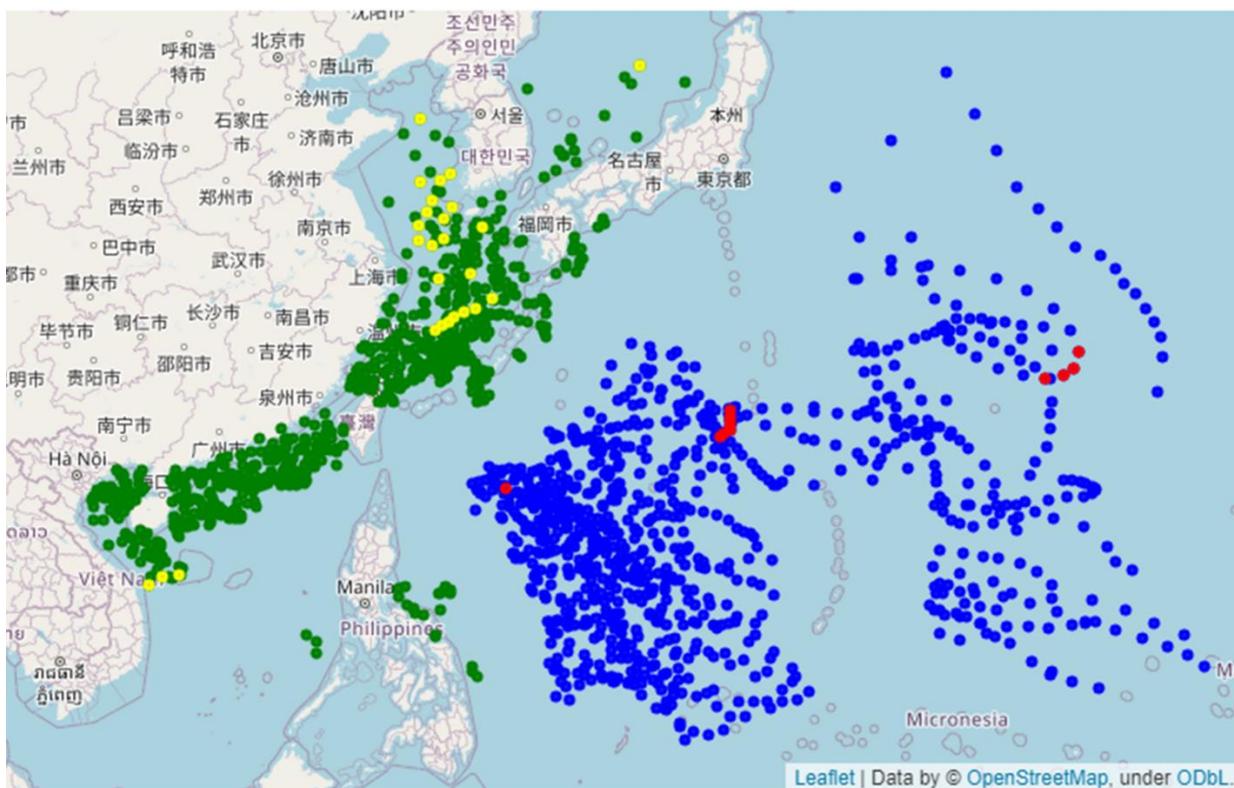


圖 4.1 個案分析-颱風 Neoguri

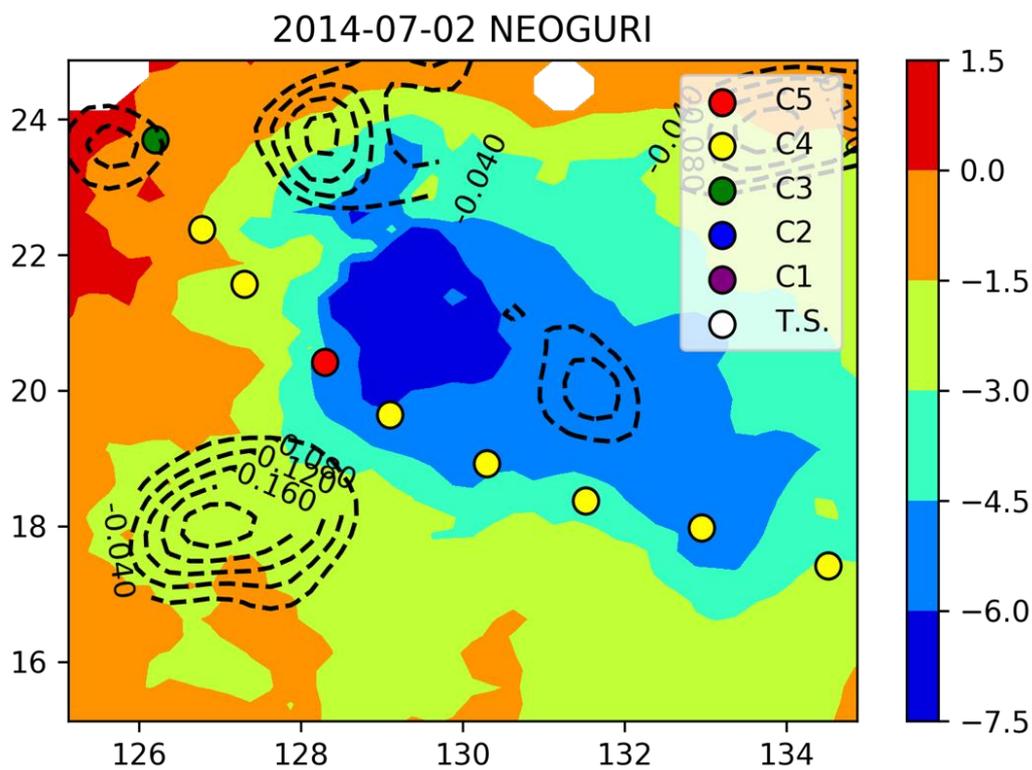


圖 4.2 個案分析-颱風 Talas

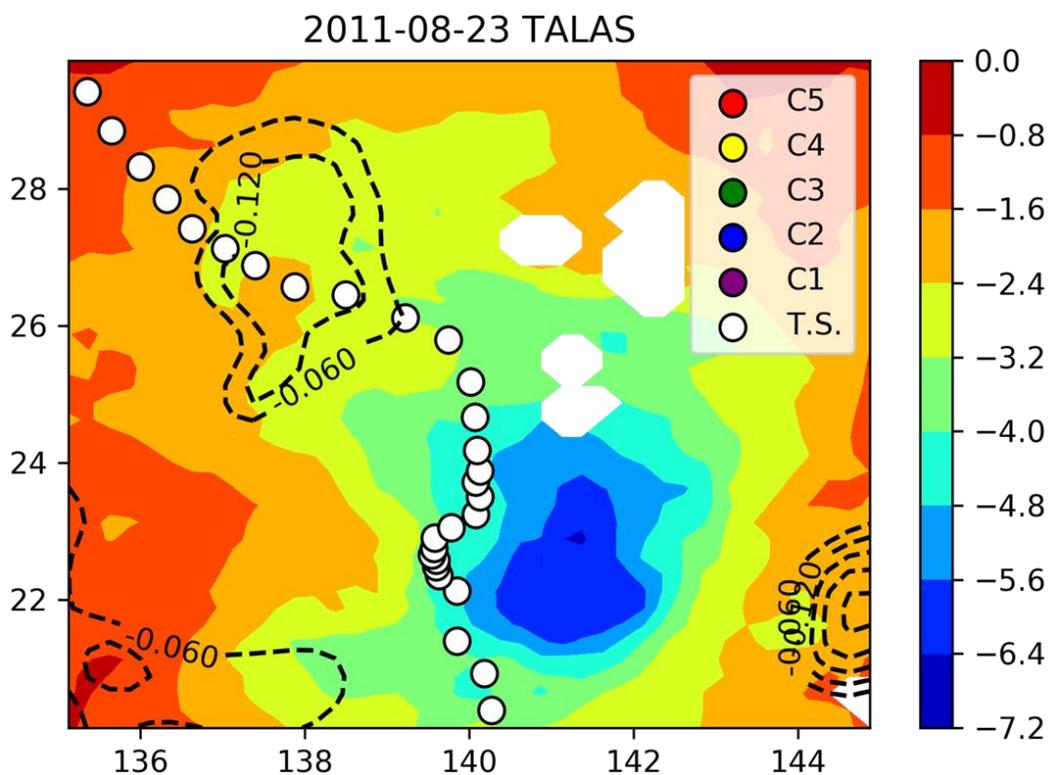


圖 4.3 個案分析-颱風 Noru

