

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高級中等學校組 地球與行星科學科

第三名

051909

追風千里--探討颱風結構受台灣地形的影響

學校名稱：高雄市立高雄女子高級中學

作者： 高二 姜又婕 高二 周昀萱 高二 鄭書璇	指導老師： 陳建宏
---	------------------

關鍵詞：颱風、雨帶重建、雷達圖

摘要

本研究採用氣象局的颱風資料庫 2010-2017 年間的 8 個侵台颱風，進行分析造成雨帶重建的特徵和原因，重要結果如下：

- 一、未雨帶重建的颱風個案在登台後，受到地形破壞，強回波常有下降的趨勢。但有些未重建的個案，颱風外核區內的雨帶仍有發展的趨勢。
- 二、有雨帶重建的整體雲系大多分布於颱風中心南側。
- 三、有雨帶重建的颱風個案第三象限低層與第二象限有風速差異較大(風切強)的現象。
- 四、2014 麥德姆颱風北側的強風速差異可能使麥德姆在經過陸地時，北側颱風結構較南側更易受地形破壞而較鬆散。
- 五、對於雨帶重建的颱風個案而言，颱風結構中的第三和第四象限的回波增強變對於雨帶重建有著極大的貢獻。

壹、 研究動機

我們生長於颱風侵襲頻繁的台灣，常看到許多有關颱風的報導、颱風的災害.....而在高中的地科課中學到了各種有關颱風的基本知識，又在學校大氣研究社中得知台灣追風計畫（有關侵台颱風之飛機偵察以及投落送資料）的存在，有感於颱風與台灣生活的息息相關，我們便想藉著分析雷達登陸前後變化、分析投落送資料，了解可能影響颱風的因素，對颱風這一天氣系統有更深入的了解。

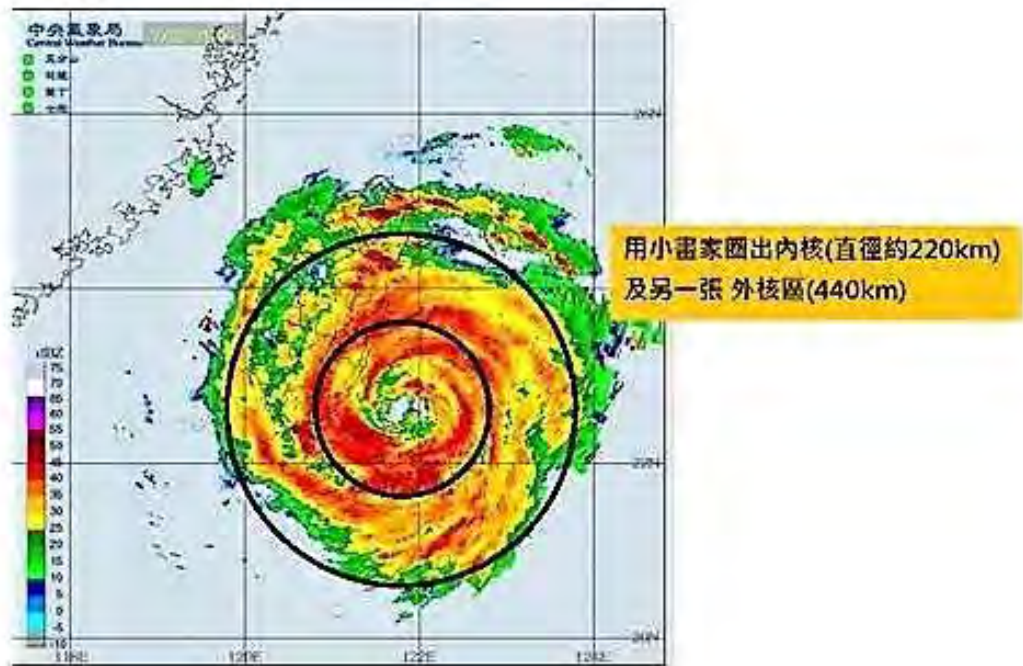
貳、 研究目的

我們普遍認知的颱風經過中央山脈地形的破壞，結構會受損且雨帶強度減弱，但我們讀到一些文獻指出颱風過山後可能出現的雨帶重整現象，也讀到了過去學姊曾探討類似的主题，因此我們想要探討，有雨帶重整的颱風和其他颱風的差異為何？有什麼因素可能使出現雨帶重整的機會增加？颱風在登陸前的本身結構是否會影響雨帶重整的現象？

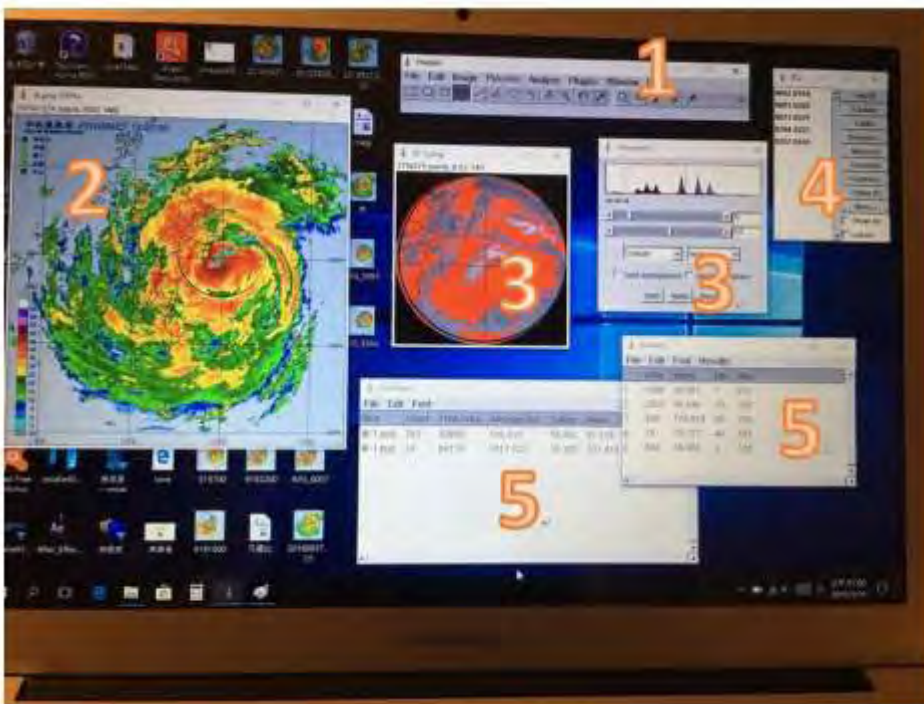
- 一、探討颱風經過台灣時內核與外核結構的強回波區變化情形。
- 二、藉由投落送資料，探討颱風型態與內核區強回波比例變化關係。
- 三、探討有雨帶重建的颱風個案，探究個案特徵。

參、研究設備和器材

一、小畫家：畫出颱風雷達圖之內核與外核區位置



二、image j 軟體：分析內核與外核區強回波比例（強回波取 35dBz 以上）



(一) 編號 1：image j 軟體工作表

(二) 編號 2：已用小畫家圈選出內核區的雷達圖

(三) 編號 3：內核區範圍和調成灰階(image-type-8bit)

挑選特定回波強度的 threshode(image-adjust-threshode)

(四) 編號 4：ROI manager 幫助累算圈選範圍

(五) 編號 5：ROI manager 的 Measure 結果（各選取區的範圍大小）和

用 threshode 分析完的灰階雷達圖被選取的總大小（紅色部分）

——> 用來求欲測量的強回波區（>35dBz）所佔內核區的比例

肆、研究過程和方法

一、探討颱風經過台灣時內核與外核結構的強回波區變化情形

(一) 在台灣氣象局的颱風資料庫裡挑選 8 個颱風(2010-2017)，2010 凡那比、2013 蘇力、2014 麥德姆、2015 蘇迪勒、2016 莫蘭蒂、2016 尼伯特、2016 梅姬、2017 尼莎。主要為中、強颱，且可能有雨帶增強跡象者，每個颱風依照其行經的速度和方位，選出六張含有颱風登陸前後的雷達回波圖。

(二) 針對每個颱風用 image j 進行分析

1. 利用小畫家畫出內核區和外核區位置（分別取 220km 和 440km 作為直徑）
2. 分別利用 Image j 軟體算出內核區和外核區中強回波（>35dBz）佔有的比例大小
3. 每個颱風取不同時段（包含登陸之前後）的雷達圖分析製成折線圖，比較強回波（>35dBz）比例的變化，推估颱風經過台灣後可能的不同狀況，以及推測可能影響的原因。

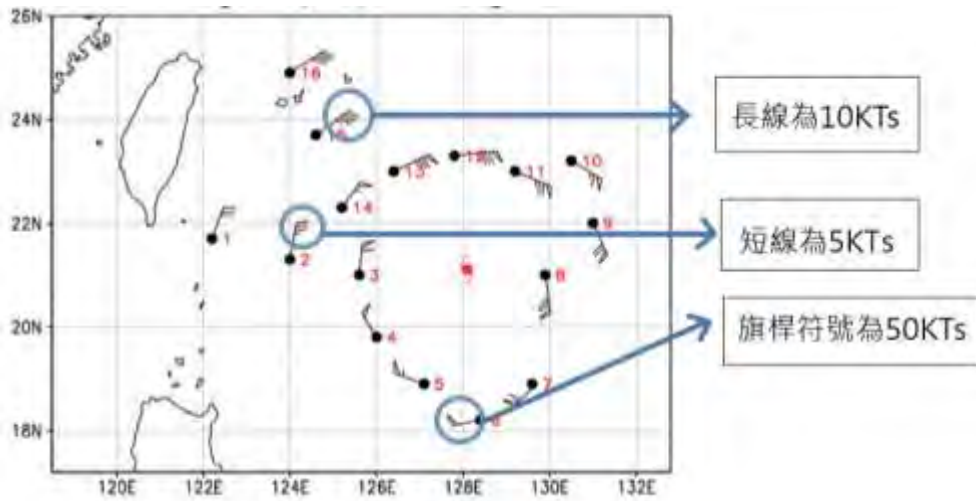
——> 研究颱風經過台灣後是否會有維持強回波比例的可能，以及在過程中可能出現的原因。

二、藉由投落送資料，探討颱風型態與內核區強回波比例變化關係

(一) 在台灣氣象局和追風計畫網站找出其中 6 個颱風：(2010-2017)，2010 凡那比、2013

蘇力、2014 麥德姆、2015 蘇迪勒、2016 尼伯特、2016 梅姬、2017 尼莎、2016 莫蘭蒂沒有資料) 的投落送資料來進行分析。

- (二) 每個颱風取 300-1000hPa，每 100 hPa 為一單位，由投落送上的標記，長線為 10KTs，短線為 5KTs，旗桿符號為 50KTs，計算個點在不同等壓線的風速和風向，整理成表格。



圖一

- (三) 將颱風中心座標化 (東為 x 軸，北為 y 軸)，分成四個象限討論，每個象限內取平均值求得平均風速，觀察不同象限的差異。

- (四) 將表格資料作出折線圖，縱軸為氣壓差值、橫軸為風速，觀察不同氣壓間的風速變化，並將 850-900hPa、500-850hPa、300-500hPa 分為低中高三層，觀察不同高低層間風速的差異。

- > 探討颱風本身型態是否和雨帶維持的現象與否有關。
- > 研究高低的風切差異是否會影響雨帶維持的現象。
- > 觀察哪些相對方位強弱可能影響雨帶維持的現象。

三、探討有雨帶重建的颱風個案，探究個案特徵

- (一) 挑選出具有雨帶重建的颱風個案。
- (二) 針對有雨帶重整的個案，利用雷達圖變化趨勢分析颱風整體雲雨結構。

伍、研究結果和討論

一、探討颱風經過台灣時內核與外核結構的強回波區變化情形

(一) 利用颱風資料庫資料整理本研究中的 8 個颱風個案基本資料，製成表一。〈註：下表中若颱風未登陸則取最接近本島之時刻〉

表一：颱風基本資料分析

颱風名稱	登陸時間/ 出海時間	登陸至 出海時間(小 時)	登陸時移 動方向與 速度	登陸時近 中心最大 風速(m/s)	雷達圖分析資 料起點	雷達圖分析 資料終點
2017 尼莎(中)	07-29 /19:10(蘇澳) 07-29 /22:30(竹南)	3	西北西 18km/hr	40	07-29 /12:00	07-30/ 04:30
2016 莫蘭蒂(強)	09-14/14:30 09-15/8:30	6	西北 18km/hr	60	09-14/06:00	09-14/15:00
2016 尼伯特(強)	07-08/05:50(太麻 里) 07-08/14:30	8	西北 11 km/hr	53	07-07/23:00	07-08/12:00
2016 梅姬(中)	09-27/14:00(花蓮) 09-27/21:10(麥寮)	7	西轉西北 16 km/hr	45	12-27/12:00	12-27/20:00
2015 蘇迪勒(強)	08-08/04:40(秀林) 08-08/11:00 (臺西)	7	西北西 轉西北 22km/hr	48	08-08/00:00	08-08/16:00
2014 <u>麥德姆</u> (中)	7-23/0:15 (台東) 7-23/5:30 (彰化)	5	西北西轉 西 19km/hr	48	7-22/15:00	7-23/22:00
2013 <u>蘇力</u> (強)	07-13/03:00(新北 市宜蘭縣交界) 07-13/08:00(新竹)	5	西北西轉 西北 23 km/hr	45	07-12/23:00	07-13/09:22
2010 <u>凡那比</u> (中)	09-19/08:40(豐濱) 09-19/18:00(台南)	10	西 20 km/hr	45	09-19/05:00	09-19/22:00

(二) 統整各颱風的路徑和強回波佔內核區的比例變化折線圖

圖一：淺粉紅色區塊表示颱風中心位於台灣陸地時

 <p>2010凡那比雷達強回波曲線圖</p> <p>Y-axis: 0 to 70. X-axis: 9/19/00 to 23:20. Legend: 外核區%, 內核區% (強回波比例). A light pink shaded area covers the period from approximately 10:00 to 20:00.</p>	 <p>2013蘇力雷達強回波曲線圖</p> <p>Y-axis: 0 to 60. X-axis: 7/17/00 to 10:00. Legend: 外核區%, 內核區% (強回波比例). A light pink shaded area covers the period from approximately 04:00 to 08:00.</p>
<p>登台後外核和內核強回波比例都下降，但在即將出台時，兩者強回波比例都有上升趨勢，外核區比內核區有明顯上升。推估凡那比颱風歸類為有雨帶重建類型。</p>	<p>內核區侵台期間強回波比例下降，出海後約八點時強回波開始回升，外核區於登台期間則無太大變化，出海後與內核相同，比例上升。歸類為有雨帶重建類型。</p>
 <p>2014麥德姆雷達強回波曲線圖</p> <p>Y-axis: 0 to 90. X-axis: 7/27/00 to 08:00. Legend: 外核區%, 內核區% (強回波比例). A light pink shaded area covers the period from approximately 01:00 to 06:00.</p>	 <p>2016梅姬雷達強回波曲線圖</p> <p>Y-axis: 0 to 80. X-axis: 9/07/00 to 23:00. Legend: 外核區%, 內核區% (強回波比例). A light pink shaded area covers the period from approximately 13:00 to 19:00.</p>
<p>在經過台灣時回波強度維持，只有在離開台灣時減弱，推估有雨帶重建。歸類為有雨帶重建類型。</p>	<p>在經過台灣時回波強度維持，但在離開台灣時大幅度下降，且結構破壞，推估沒有雨帶重建</p>



颱風回波比例呈現逐漸下降的趨勢，推估沒有雨帶重建

颱風強回波比例呈現持續緩慢的下降，推估沒有雨帶重建



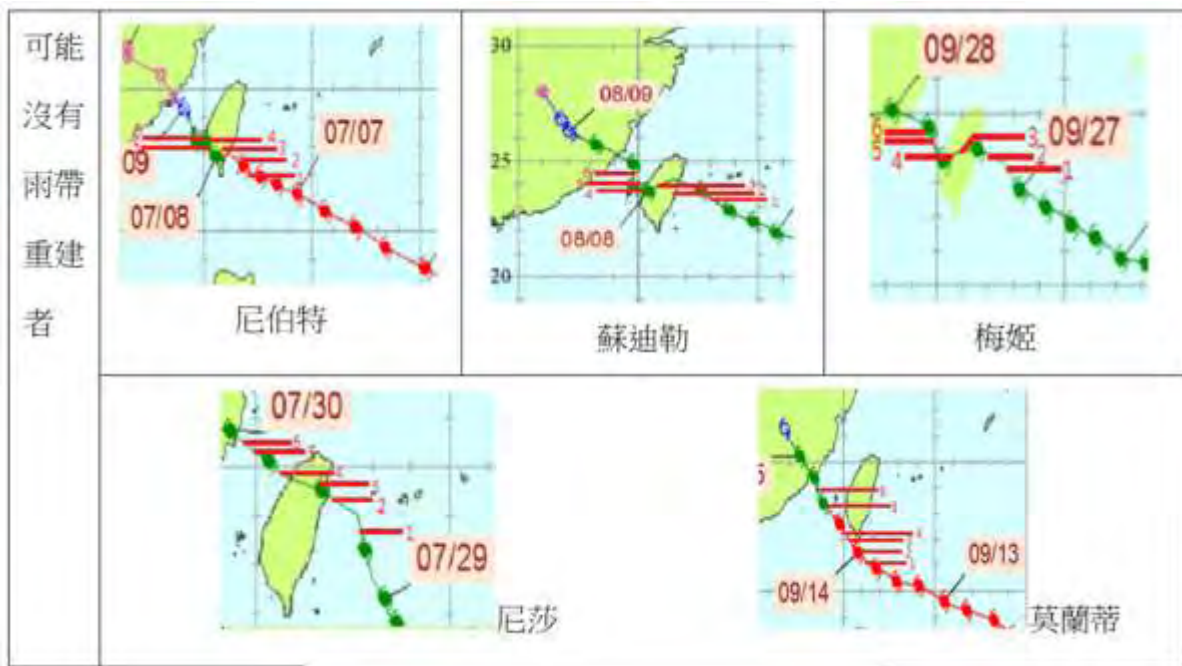
內核區登陸強度明顯下降，只有在出海時有些微上升後呈下降趨勢，外核區則因為雲系大仍有強回波。歸為無雨帶重建類型。

颱風登陸強回波比例明顯下降，且持續低比例的強回波，推估沒有雨帶重建。歸類為無雨帶重建類型。

接著就台灣地形影響進行分析探討：

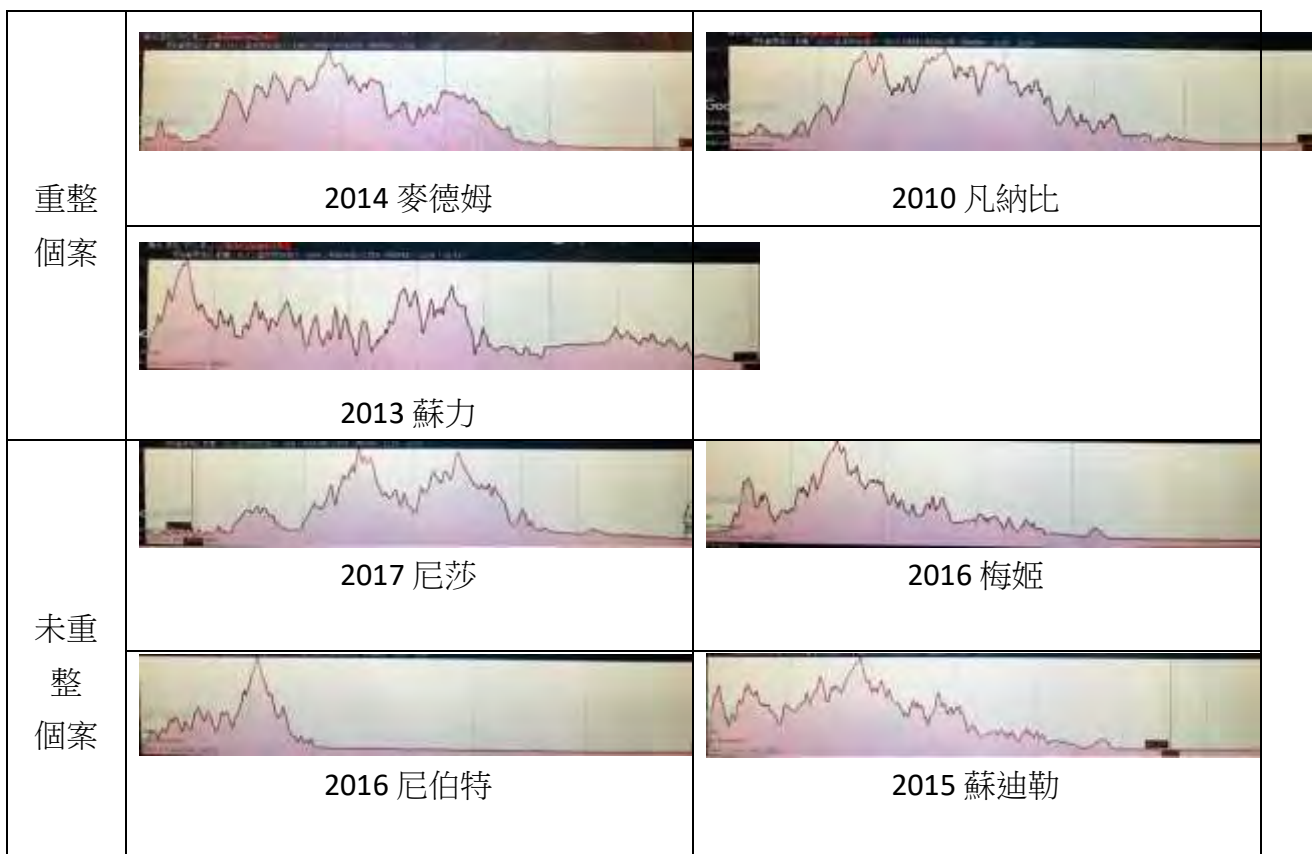
1. 整理颱風路徑比較，分析各颱風路徑資料製成下圖二。





圖二:颱風個案的路徑變化

2. 用 google earth pro 的路線功能，畫出颱風移動的路徑，再轉換成地形剖面圖如下圖三。



圖三：颱風經過台灣陸地沿線之地形剖面圖

發現與討論

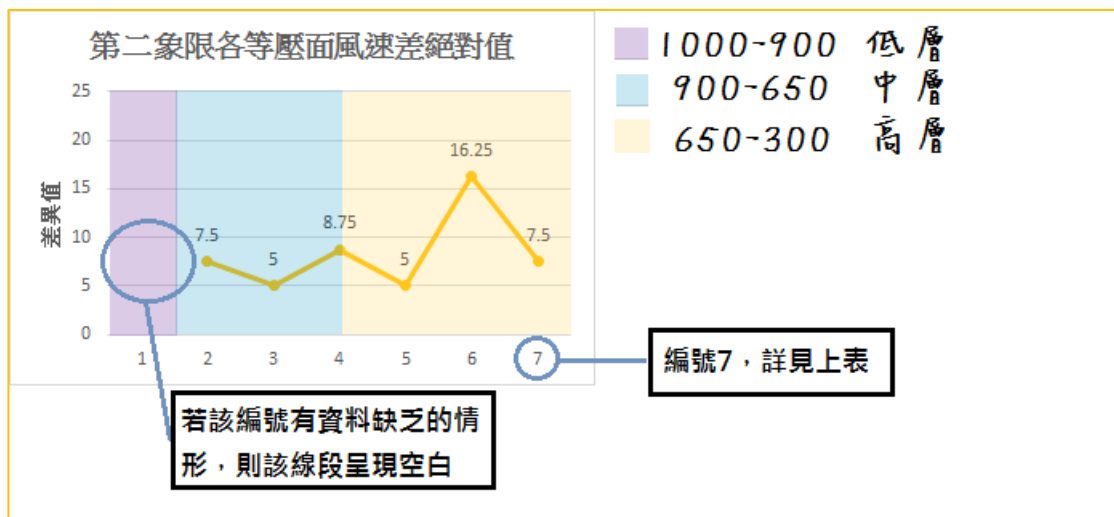
- (1). 結果顯示有些颱風遇到陸地後強回波佔內核區比例降低，較像一般的颱風型態，推估沒有雨帶重建的現象，包含尼伯特、蘇迪勒、梅姬、莫蘭蒂和尼莎。
- (2). 發現有些颱風具有雨帶強回波比例維持的現象（比例一直維持變化不大/有下降但後來上升/ 一直上升），推估有雨帶重建的跡象，包含凡那比、蘇力和麥德姆。
- (3). 從圖二的路徑圖分析，移動路線與雨帶重建與否沒有太大差異。
- (4). 有雨帶重整的個案於陸地上的移動速度較無雨帶重整的個案快。
- (5). 在圖三中以軟體選取高度超過 1500m 以上的地形面積，再去計算所占全部面積的比例，發現有雨帶重建者和沒有雨帶重建者比例相近，無法利用此方法推論地形對颱風重整的影響。

二、藉由投落送資料，探討颱風型態與內核區強回波比例變化關係

- (一) 藉著追風計畫中的投落送資料，探討在颱風登陸前的型態是否會影響颱風的兩帶重建。

表二：投落送分析圖橫座標編號代表意義

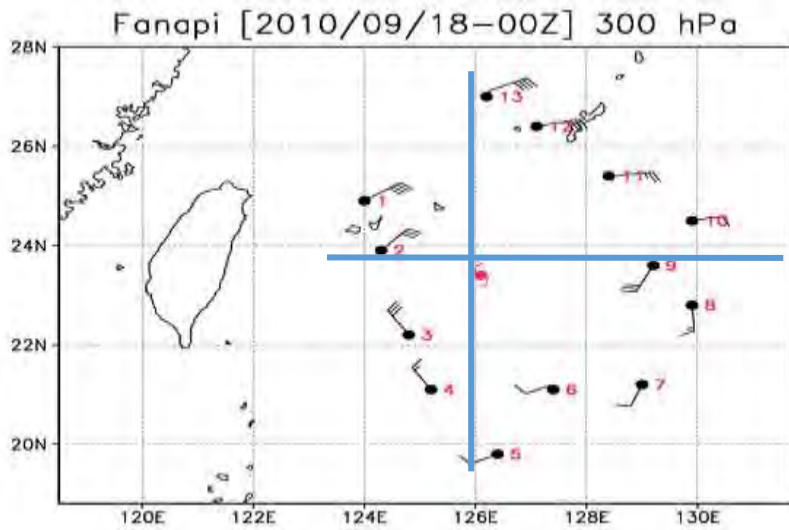
編號 1	1000 百帕到 900 百帕之間風速的差異絕對值
編號 2	900 百帕到 800 百帕之間風速的差異絕對值
編號 3	800 百帕到 700 百帕之間風速的差異絕對值
編號 4	700 百帕到 600 百帕之間風速的差異絕對值
編號 5	600 百帕到 500 百帕之間風速的差異絕對值
編號 6	500 百帕到 400 百帕之間風速的差異絕對值
編號 7	400 百帕到 300 百帕之間風速的差異絕對值



圖四：

(二) 各颱風四個象限不同氣壓下的風速折線圖

1. 凡那比



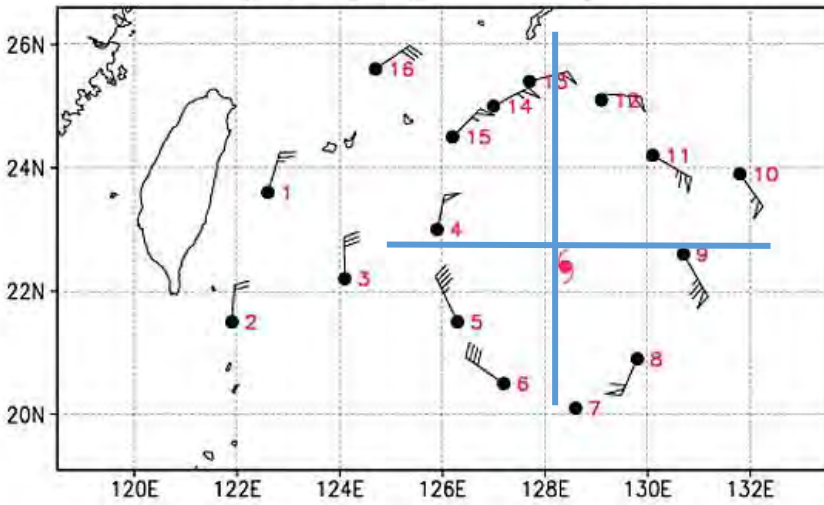
圖五：

<p>第二象限低層有一定程度上的變化，中層呈現變化小甚至沒有變化的情形。高層則變化劇烈</p>	<p>第一象限低層風速變化劇烈，中層變化較小，高層則略有變化</p>
<p>低層風速變化大，中層則變化甚小至無變化，高層有一定程度的變化但不至太劇烈</p>	<p>第四象限中低層風速變化差異穩定而不明顯，高層則略有變化</p>

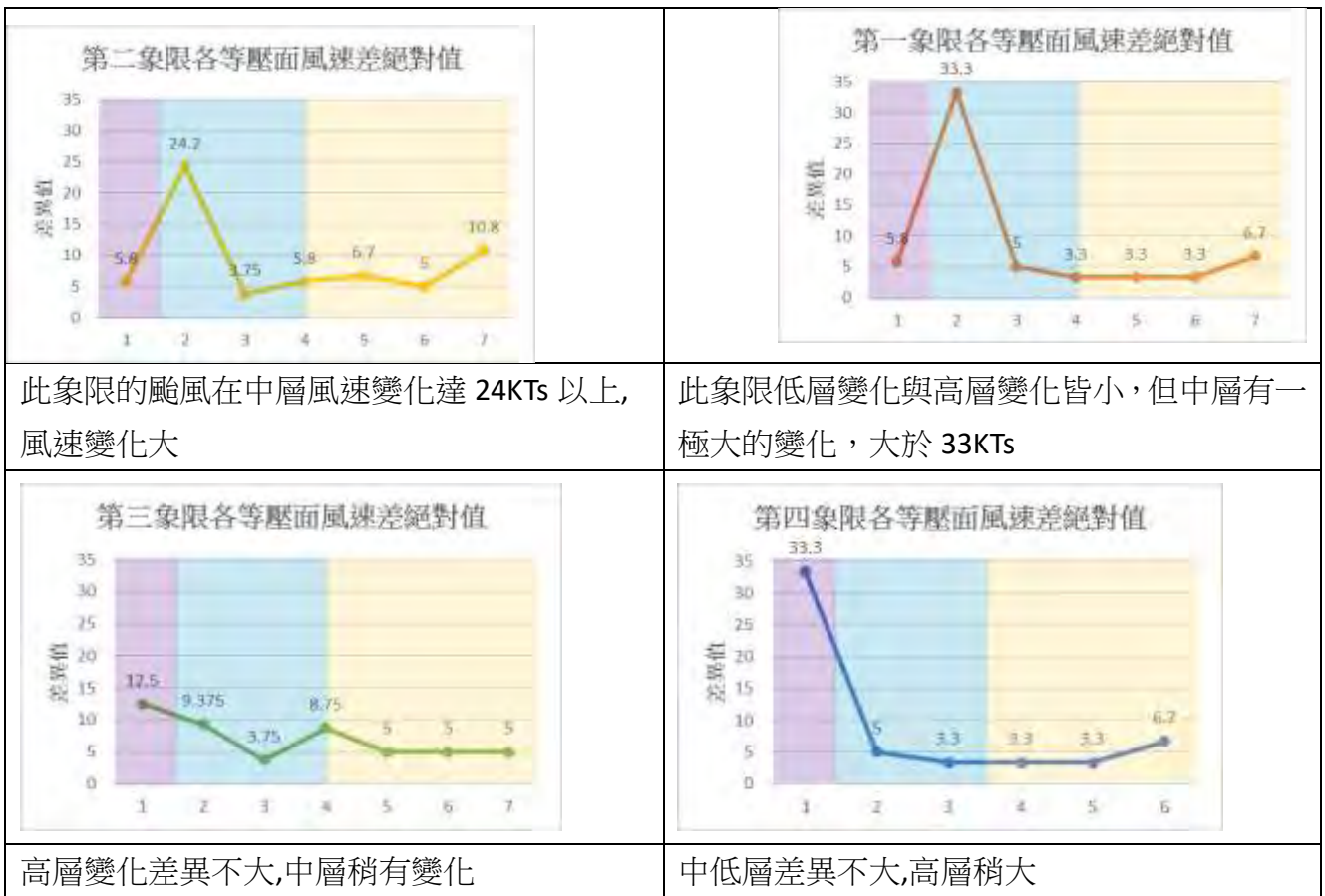
圖六

2.蘇力

Soulik [2013/07/11-12Z] 925 hPa

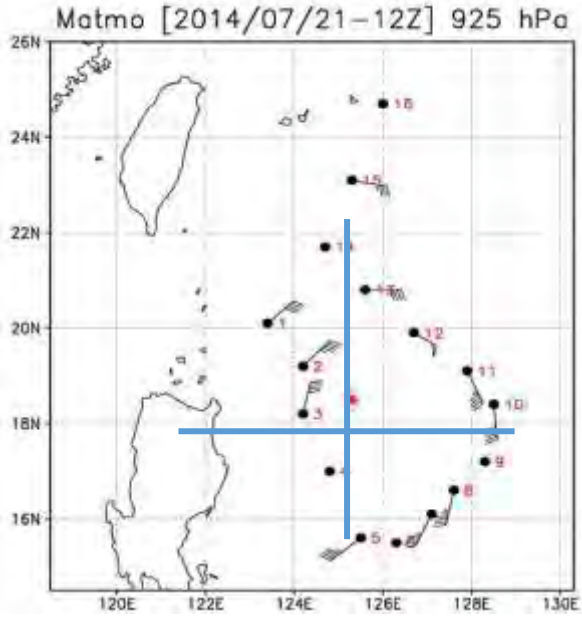


圖七



圖八

3. 麥德姆

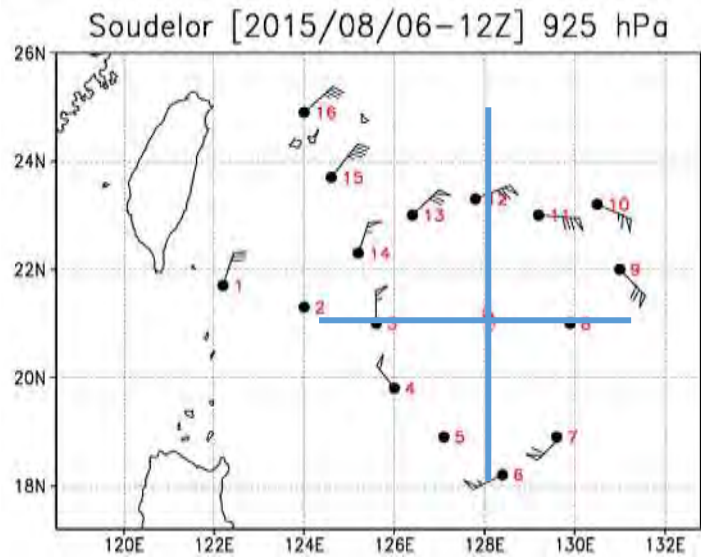


圖九

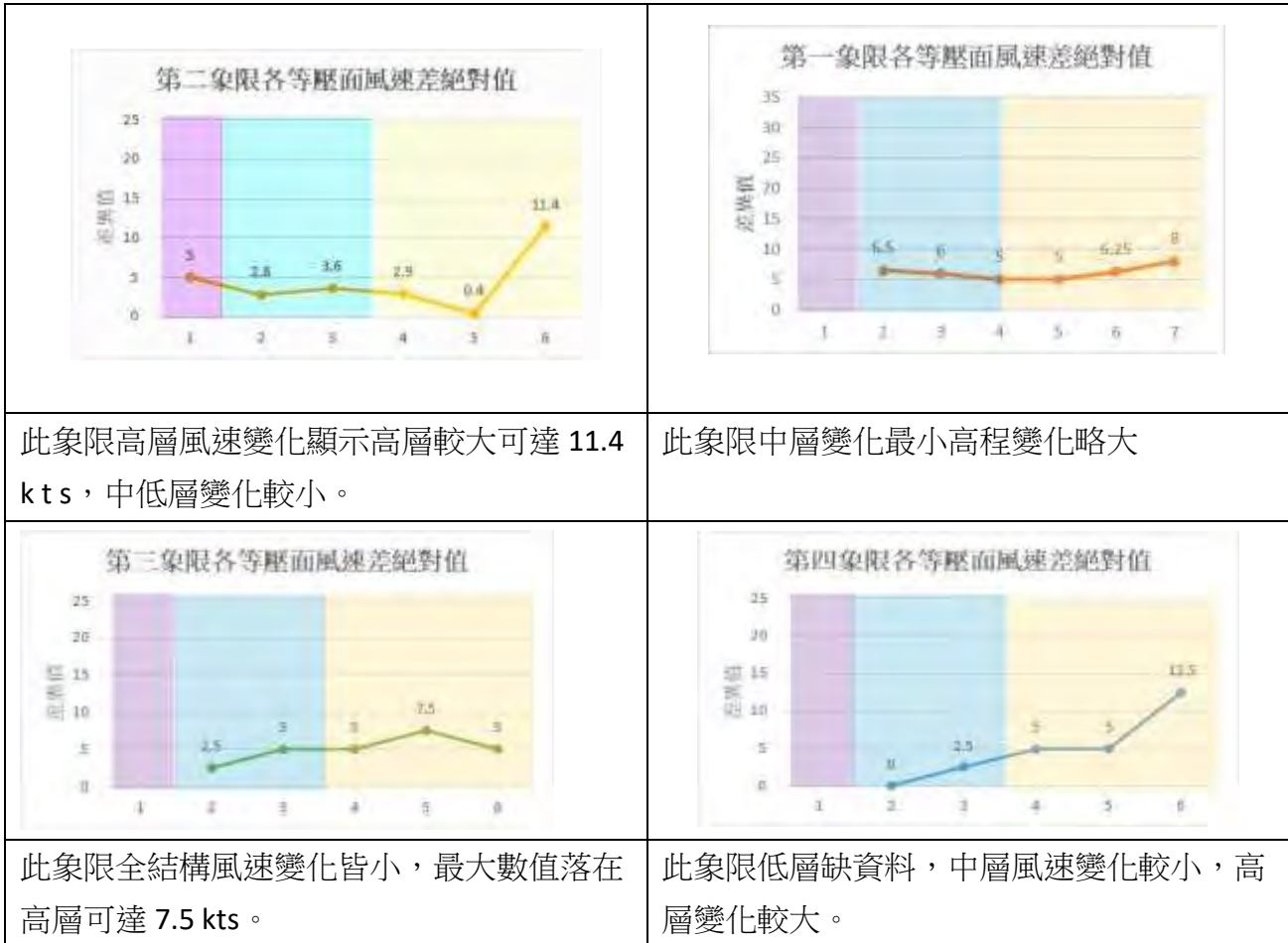
<p>此象限低層風速變化大，中高層風速差先升後降</p>	<p>低層風速變化大，中高層則成緩升狀態，差異隨高度大致增大</p>
<p>資料不足</p>	
	<p>由低層至高層風速先升後降，於高層達到最高峰 12.5KTS</p>

圖十

4. 蘇迪勒

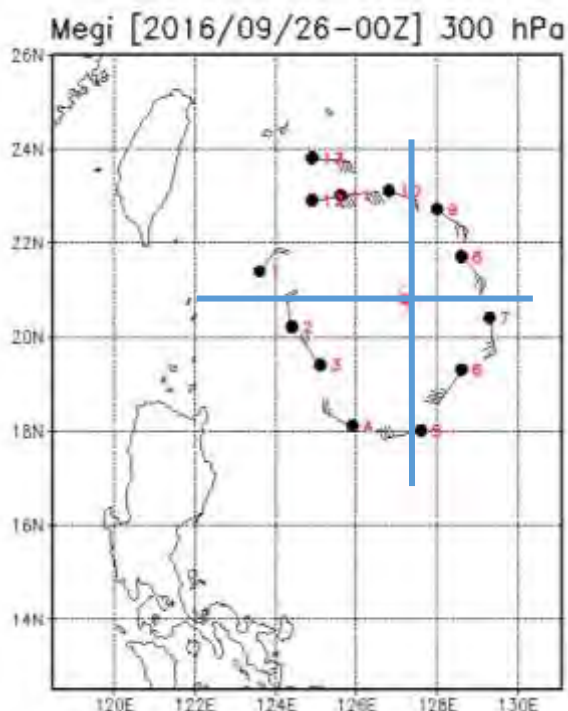


圖十一

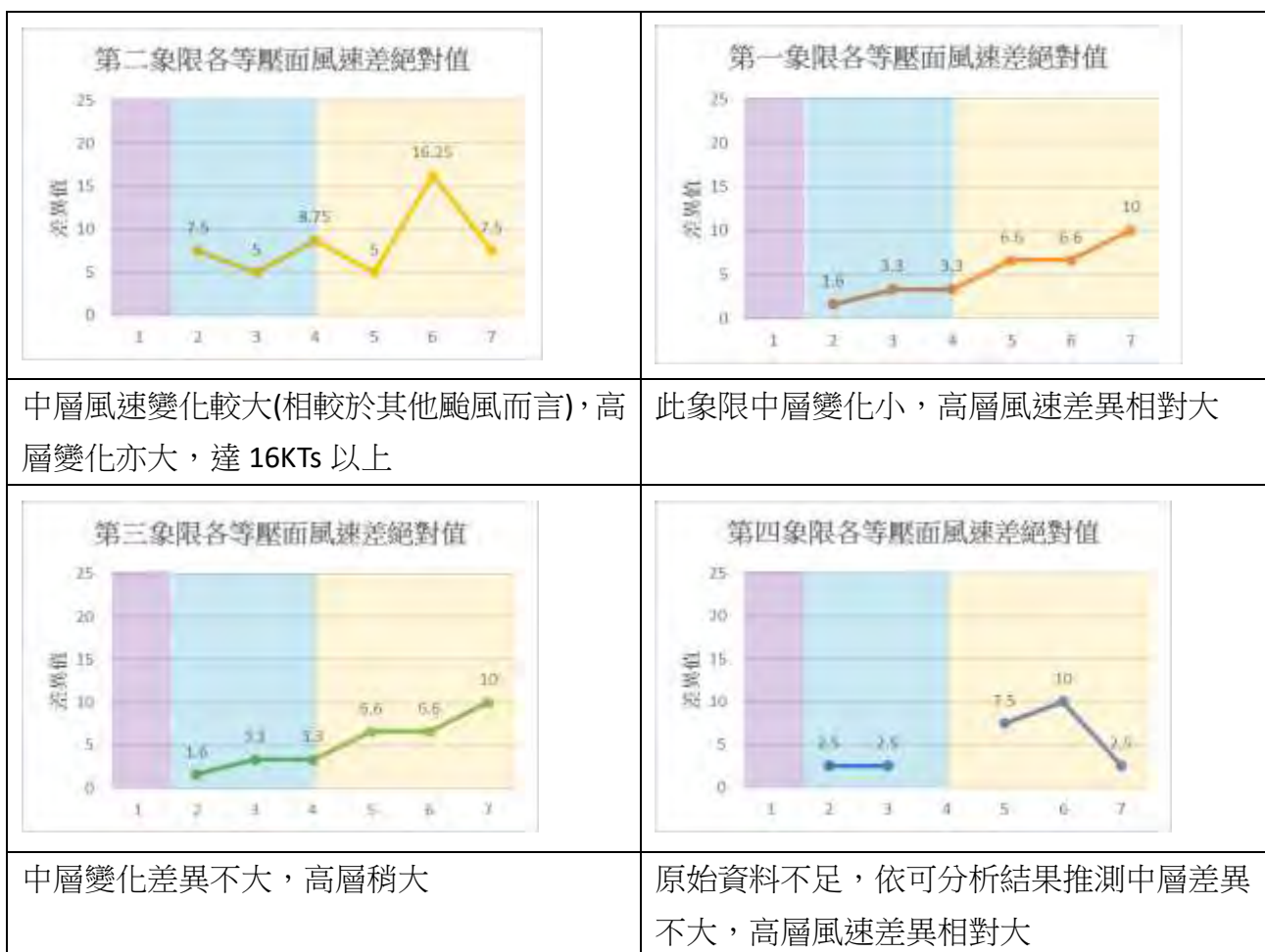


圖十二

5. 梅姬

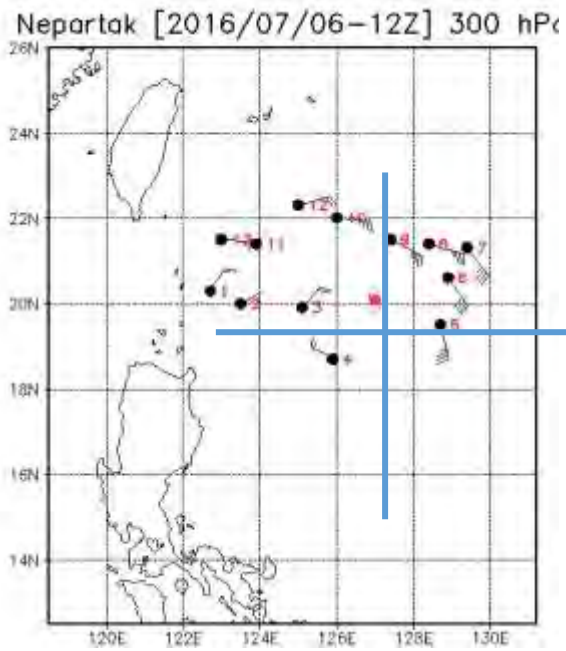


圖十三

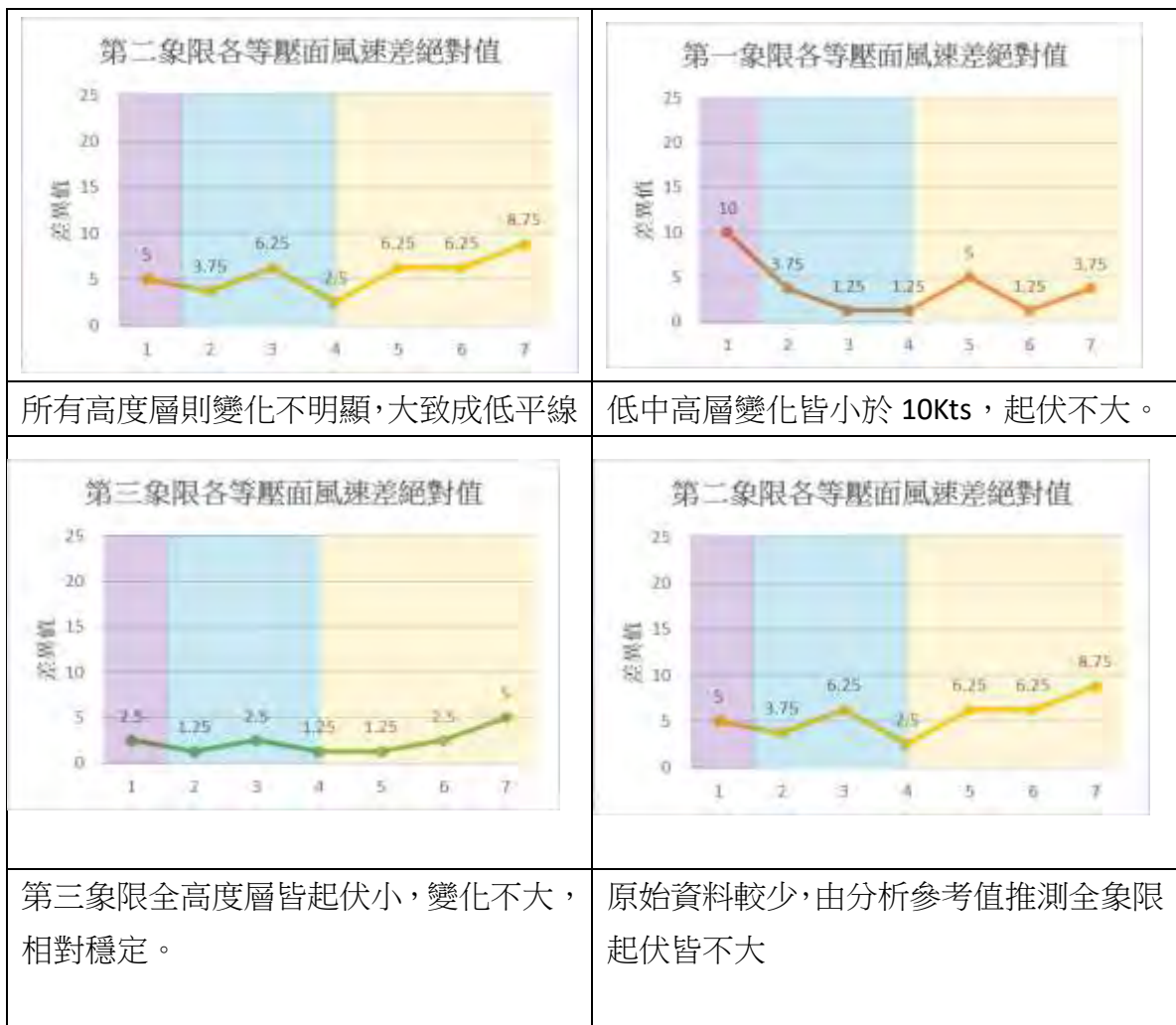


圖十四

6. 尼伯特



圖十五



圖十六

1. 製表分析各颱風結構中的風速變化情形

	第一象限			第二象限			第三象限			第四象限			說明
	低	中	高	低	中	高	低	中	高	低	中	高	
2010 凡那比	12.5	1.3	6.3	10	2.5	20	10	2.5	7.5	3	3	5.5	
2013 蘇力	5.8	33	6.7	5.8	24.2	10.8	12.5	9.4	5	33.3	5	6.7	
2014 麥德姆	13.8	2.5	7.5	27.5	2.5	10	----	----	----	3	5	12.5	
2015 蘇迪勒	6.5	6	8	5	3.6	11.4	----	5	7.5	----	2.5	12.5	
2016 尼伯特	10	3.8	5	2.25	6.25	10.8	2.5	2.5	5	0	5	10	
2016 梅姬	----	3.3	10	----	7.5	16.3	---	3.3	10	----	2.5	10	

說明:

由前述定義 有雨帶重建:凡那比(2010)、蘇力(2013)、麥德姆(2014)

無雨帶重建:蘇迪勒(2015)、尼伯特(2016)、梅姬(2016)

定義風速差異 10Kts 以上為變化大

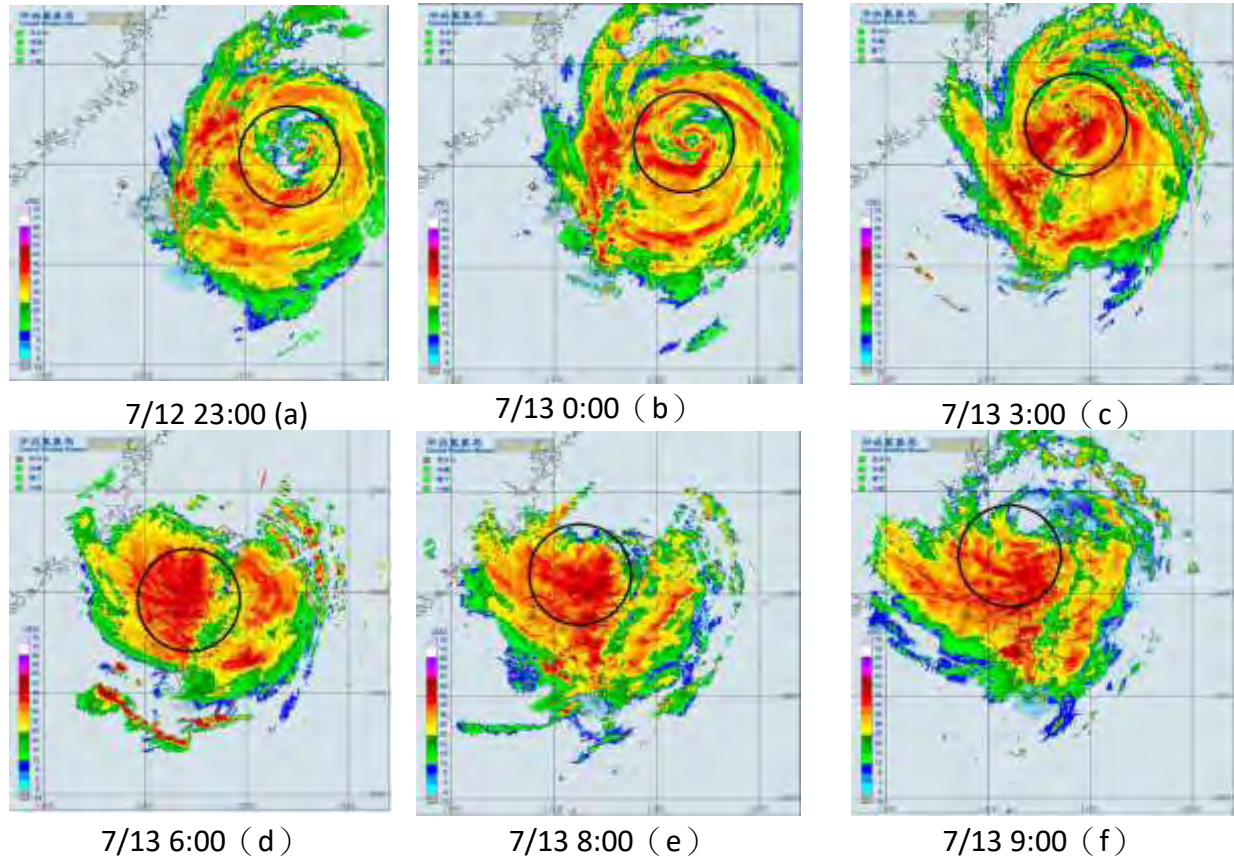
上表以顏色作為區分(有塗色者為風速變化大)

- 觀察上表發現:有雨帶重建的颱風個案第三象限低層與第二象限有風速差異較大(風切強)的現象,無雨帶重建的個案則於第四象限高層風速差異大。但由於第三象限投落送資料較不完整,可能還需要更進一步的探究。
- 分析 2014 麥德姆的登陸前後雷達圖,發現回波消長情形是當颱風中心北側(第 1 和第 2 象限)強回波逐漸消散,但颱風中心南側區域增強或是維持原回波強度。若和投落送資料對照,推論麥德姆北側的強風速差異(強風切)可能使得麥德姆在經過台灣陸地時,北側颱風結構較南側更容易受地形破壞而較鬆散。分析 2013 蘇力颱風也有類似情況。

三、探討有雨帶重建和無雨帶重建的颱風個案，探究個案特徵。

(一) 分析有雨帶重建的三個颱風個案之雷達圖：凡那比、蘇力和麥德姆

1. 2013 蘇力強烈颱風 2013-07-13-03:00 登陸至 2013-07-13-08:00

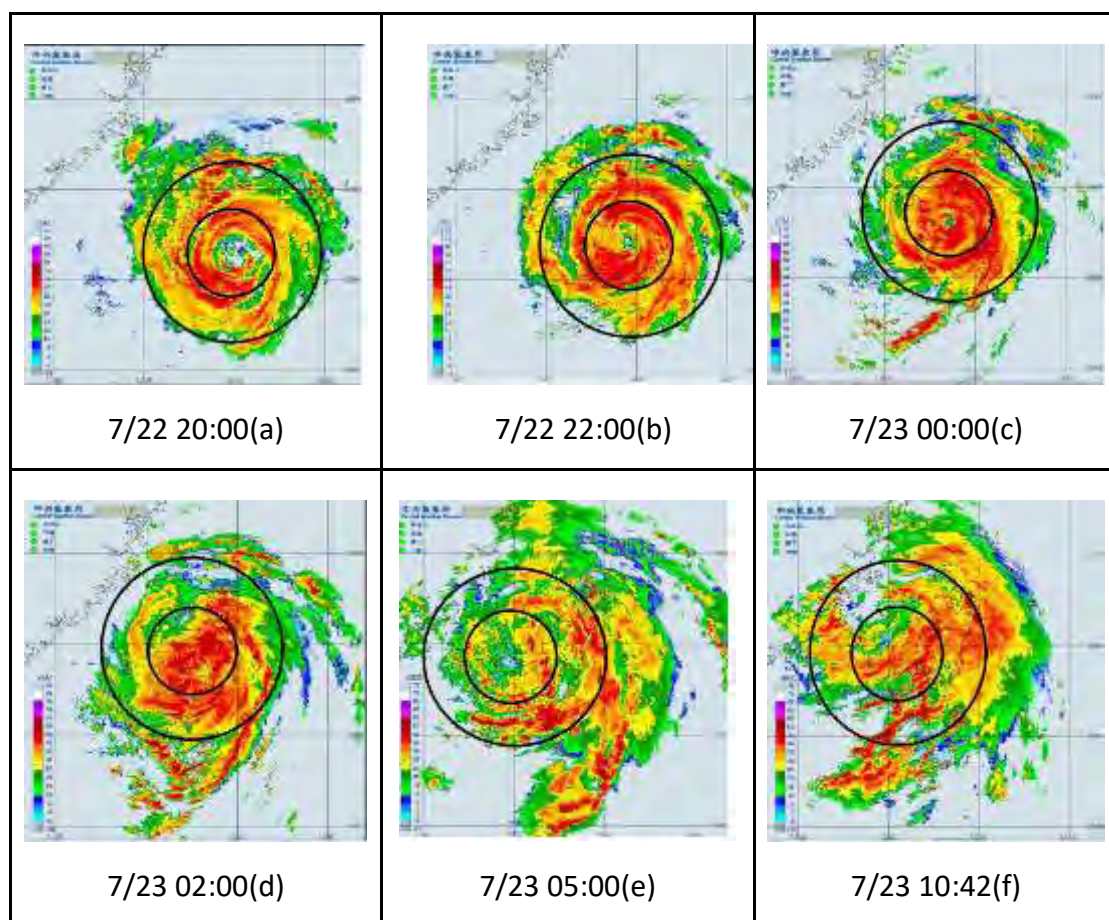


圖十七

發現與討論

- (1). 從圖 a 可見颱風成螺旋結構，至圖 b 繼續匯集入中心眼牆，颱風環流完整，且強回波雨帶有上升趨勢。
- (2). 在 7/13 約 3 點時颱風在新北和宜蘭交界處登陸，由圖 c 至圖 d，可見颱風結構在登陸後受到地形影響結構被破壞，颱風眼不明顯，但雨帶仍持續增強。
- (3). 7/13 約 8 點颱風出海，颱風雨帶西大於東，持續西移，至圖 f 時出現重新建立眼牆的趨勢，有雨帶重整的現象

2. 2014 麥德姆中度颱風 2014-7-23-0:15 登陸至 2014-7-23-5:30

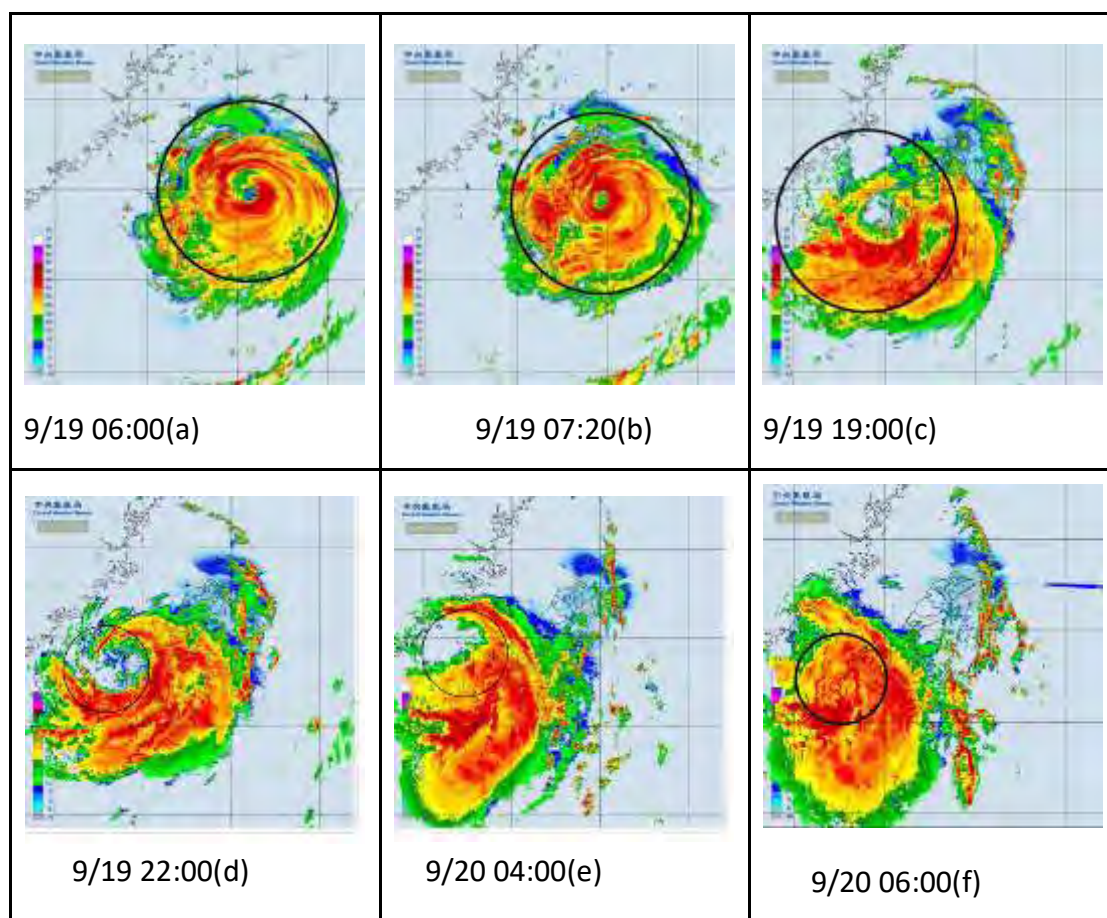


圖十八

發現與討論

- (1). 此颱風行經台灣時速度快，整體雲系結構也相當巨大。
- (2). 7/22 晚上，如圖 a 和圖 b 時開始出現雲卷風眼、環狀結構和對稱性雨帶分佈。
- (3). 7/23 登陸後，颱風型態先被破壞，颱風眼消失，但出海後在台灣海峽重整，結構良好。

3. 2010 凡那比中度颱風 09-19-08:40 登陸至 09-19-18:00

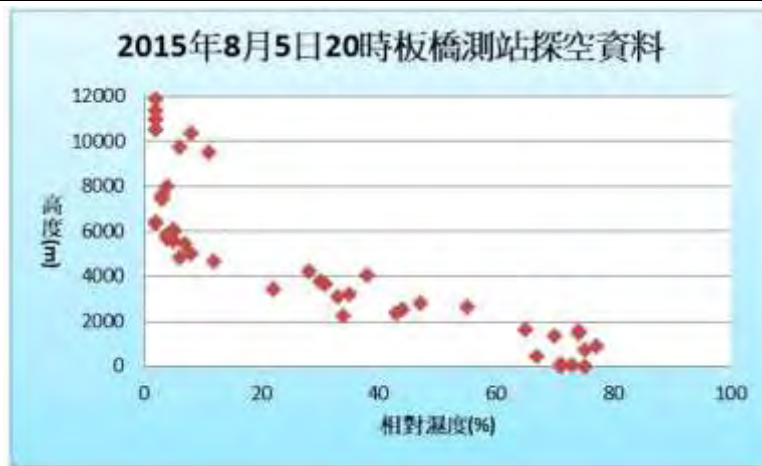


圖十九

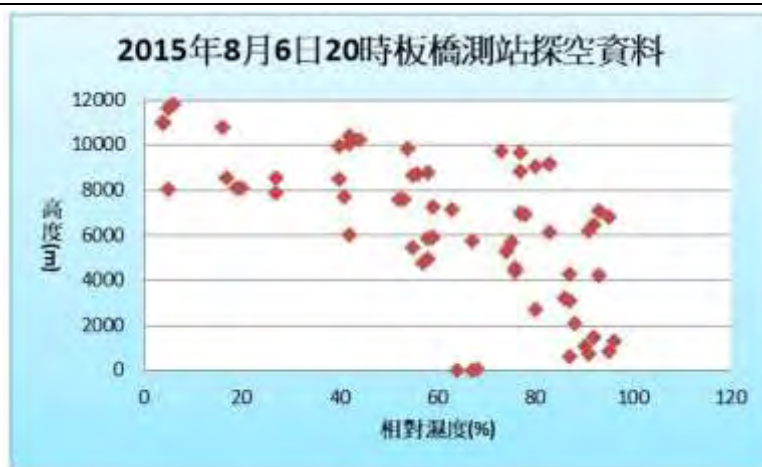
發現與討論

- (1). 颱風原本型態完整完整，有清楚的颱風眼，但在侵台時受地形破壞，西移由南部出海時，西南雨帶增強為帶狀回波，且面積增大，見圖 c。
 - (2). 眼牆開始重新建立，外圍環流持續增強，在結構不對稱的情況下，出現颱風雨帶重建情形。
- (二) 分析無雨帶重建的颱風個案

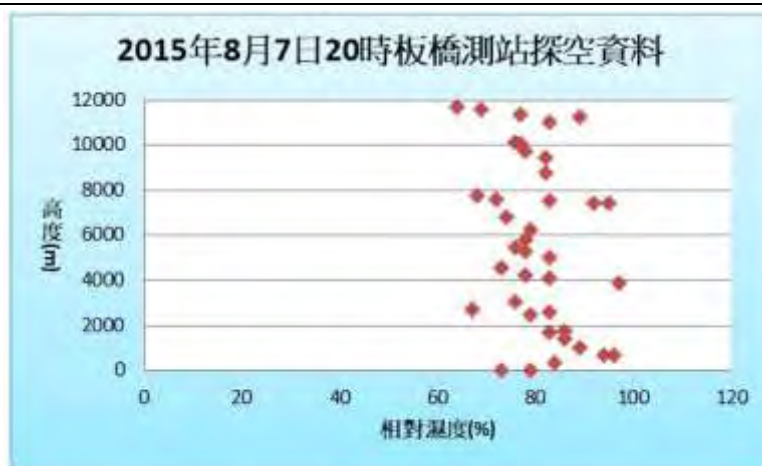
我們分析 2015 年蘇迪勒颱風登陸台灣前後的板橋測站探空資料，以高度為縱軸，相對濕度為橫軸作圖如圖二十至圖二十二所示。



圖二十：2015 年蘇迪勒颱風登陸前 56 小時



圖二十一：2015 年蘇迪勒颱風登陸後 32 小時



圖二十二：2015 年蘇迪勒颱風登陸前 8 小時

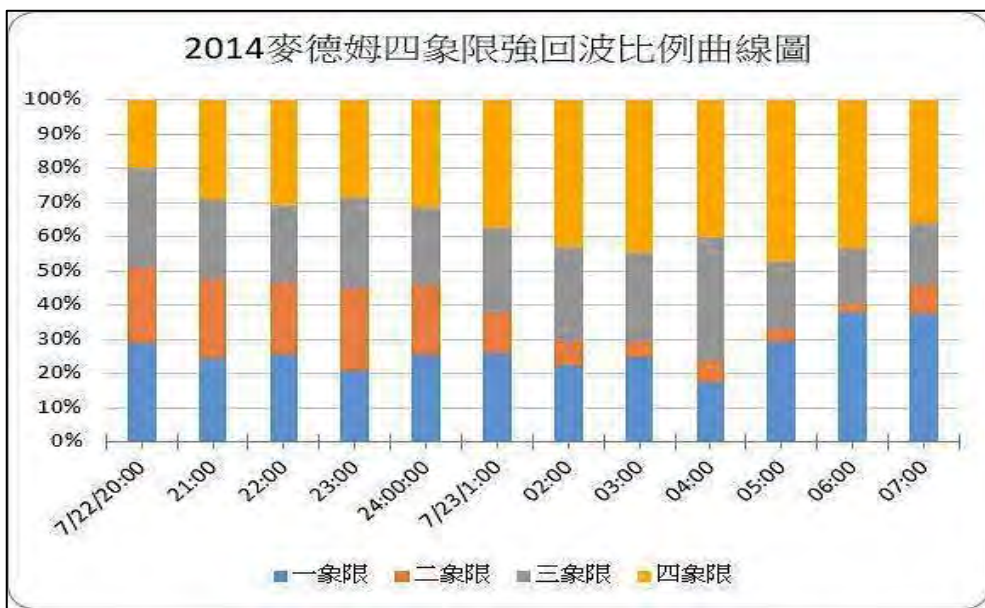
發現與討論

1. 從上圖二十到圖二十二連續時間變化中，可看出板橋測站的探空資料呈現在 2015 蘇迪勒颱風登陸前 2 天的垂直大氣結構中的相對濕度是相當低的，推論隨著蘇迪勒

颱風慢慢接近台灣時，陸地上的乾空氣對蘇迪勒颱風的結構重整有著不利的影響。

(三)分析兩帶重建個案不同象限間的強回波結構

將有兩帶重建的三個颱風一凡納比、蘇力、麥德姆在小畫家軟體中先格畫出四象限，接著用 image-j 軟體先算出整體強回波比例面積，再用 Roi-manager 圈選各象限的強回波區塊，並分別計算佔有全部強回波面積的比例。製成長條圖做為比較分析，如圖二十三至圖二十五。



圖二十三：2014 麥德姆颱風四象限強回波面積比例長條圖



圖二十四：2013 蘇力颱風四象限強回波面積比例長條圖



圖二十五：2010 凡那比颱風四象限強回波面積比例長條圖

發現與討論

1. 2014 麥德姆颱風和 2010 凡那比颱風在第二象限所占強回波比例遠小於其他象限，此與之前述及颱風北側較強的風切使北側結構較南側結構容易受破壞之推論，大致吻合。
2. 凡那比颱風的三、四象限整體強回波比例持續上升，蘇力颱風的三、四象限則是維持變化不大，麥德姆颱風的三、四象限先降後升。可見對於雨帶重建的颱風個案而言，第三和第四象限的回波增強變對於雨帶重建有著極大的貢獻。

柒、結論

- 一、在 8 個選取的颱風個案中，我們發現有兩帶重建的颱風，在登陸台灣陸地前後期間，其強回波比例（大於 35dBZ）多呈現先下降後上升，或是一直維持回波強度。
- 二、沒有兩帶重建的颱風個案在登台後，受到地形破壞等影響，強回波比例常有下降的趨勢。但其中有些未重建的個案，颱風外核區內的兩帶仍有發展的趨勢。
- 三、在有重整的麥德姆颱風中，雖然在強回波折線圖中後來有下降趨勢，但藉由個案探討，其颱風中心移動至台灣海峽後便明顯出現兩帶重建的現象，兩帶分佈增強。
- 四、從路徑圖分析，移動路線與兩帶重建與否沒有太大差異。
- 五、有兩帶重建的颱風個案其整體雲系大多分布於颱風中心南側。
- 六、有兩帶重建的颱風個案第三象限低層與第二象限有風速差異較大（風切強）的現象，無兩帶重建的個案則於第四象限高層風速差異大。但由於第三象限投落送資料較不完整，可能還需要更進一步的探究。
- 七、2014 麥德姆颱風登陸前後的回波消長情形呈現颱風中心北側（第 1 和第 2 象限）強回波逐漸消散，但颱風中心南側區域增強或是維持原回波強度。若和投落送資料對照，推論麥德姆北側的強風速差異（強風切）可能使得麥德姆在經過台灣陸地時，北側颱風結構較南側更容易受地形破壞而較鬆散。分析 2013 蘇力颱風也有類似情況。
- 八、利用探空資料可以推論隨著蘇迪勒颱風慢慢接近台灣時，陸地上的乾空氣對蘇迪勒颱風的結構重整有著不利的影響。
- 九、2014 麥德姆颱風和 2010 凡那比颱風在第二象限所占強回波比例遠小於其他象限，此與颱風北側較強的風切使北側結構較南側結構容易受破壞之推論，大致吻合。
- 十、凡那比颱風的三、四象限整體強回波比例持續上升，蘇力颱風的三、四象限則是維持變化不大，麥德姆颱風的三、四象限先降後升。可見對於兩帶重建的颱風個案而言，第三和第四象限的回波增強變對於兩帶重建有著極大的貢獻。

捌、參考資料和其他

一、中央氣象局颱風資料庫(2005~2010)：

<http://rdc28.cwb.gov.tw/>

二、大氣水文研究資料庫：

<https://dbar.pccu.edu.tw/Default.aspx>

三、追風計畫 - 侵台颱風之飛機偵察及投落送觀測實驗:

<http://typhoon.as.ntu.edu.tw/DOTSTAR/tw/>

四、民國 102 年颱風調查報告，第七號蘇力颱風（中央氣象局預報中心）

五、李清勝、鄭光浩、陳柏孚、謝宜垣、鄧旭峰(2015)「侵台颱風雨帶重建之初步研究」。

大氣科學，第四十三期第一號，69~90 頁

【評語】 051909

該作品針對颱風結構探討台灣地形對其影響，立論清晰 主題切合社會關注，具實用性。雖然數據分析方法不差，但是對於分析結果缺乏更進一步學理探討，殊為可惜。

摘要

本研究採用中央氣象局的颱風歷史資料庫 2010-2017 年間的 8 個侵台颱風進行分析造成雨帶重建的可能特徵和原因，重要結果如下：

- 一、未雨帶重建的颱風個案在登台後，受地形破壞，強回波常有下降的趨勢。但有些未重建的個案，颱風外核區內的雨帶仍有發展的趨勢。
- 二、有雨帶重建的整體雲系大多分布於颱風中心南側。
- 三、有雨帶重建的颱風個案第三象限低層與第二象限有風速差異較大(風切強)的現象。
- 四、2014 麥德姆颱風北側強風速差異可能使麥德姆在經過陸地時，北側結構較南側更易受地形破壞而較鬆散。
- 五、對於雨帶重建的颱風個案而言，颱風結構中的第三和第四象限的回波增強變對於雨帶重建有著極大的貢獻。

研究動機/研究目的

生長於颱風頻繁的台灣，看到許多有關颱風的報導和災害，有感於颱風與生活的息息相關，我們便想探討相關問題。普遍認知裡，颱風經過地形的破壞，結構會受損且雨帶強度減弱，但一些文獻指出颱風過山後可能出現的雨帶重整現象，因此我們想要探討，有雨帶重建的颱風和其他颱風的差異為何？有什麼因素可能使出現雨帶重建的機會增加？颱風在登陸前的本身結構是否會影響雨帶重建的現象？我們研究目的如下：

- 一、探討颱風經過台灣時內核與外核結構的強回波區變化情形。
- 二、藉由投落送資料，探討颱風型態與內核區強回波比例變化關係。
- 三、探討有雨帶重建的颱風個案，探究個案特徵。

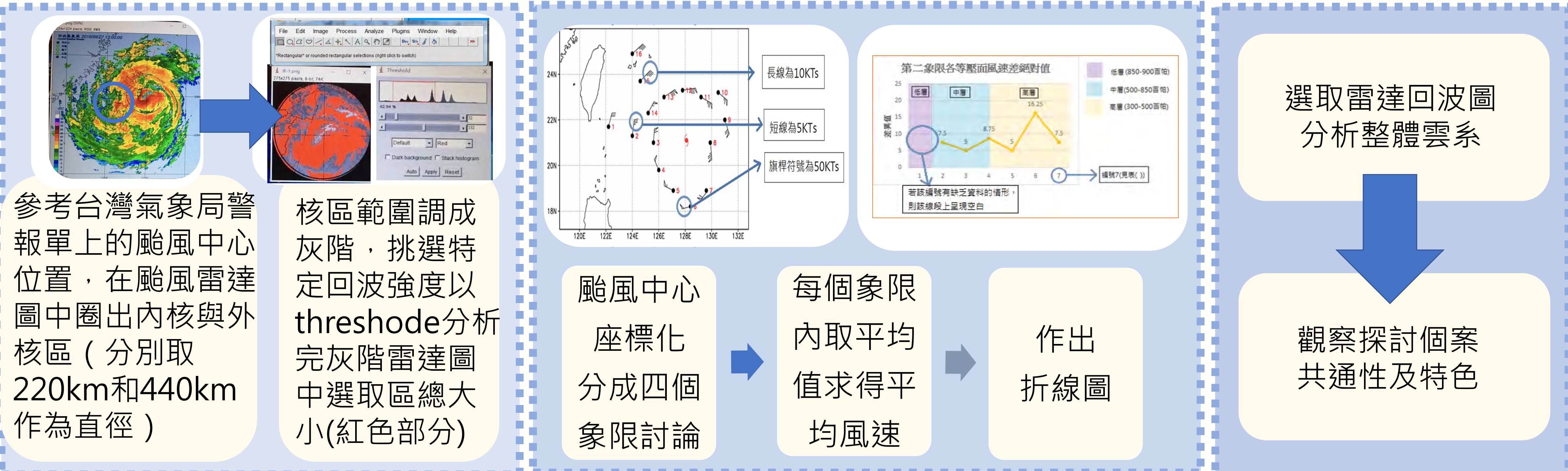
研究設備與器材

本研究透過颱風資料庫，取得從 2010 ~ 2017 年的颱風資料，挑選其中 8 個強度為中度、強烈颱風並分析其雷達圖、路徑圖、颱風警報單、投落送的風場圖上的各項數據，研究工具包括：

- 一. 數據分析：小畫家、電腦分析軟體、ImageJ 和 Google Map 軟體。
- 二. 數據、圖檔使用：中央氣象局歷史颱風資料庫、追風計畫網站、探空資料。

研究過程與方法

我們選用 2010 ~ 2017 年的侵臺颱風資料: 2010 凡那比、2013 蘇力、2014 麥德姆、2015 蘇迪勒、2016 莫蘭蒂、2016 尼伯特、2016 梅姬、2017 尼莎，作為我們的研究樣本。



研究結果與討論

一、探討颱風經過台灣時內核與外核結構的強回波區變化情形。

以下是我們選取個案的雷達回波圖分析結果折線圖：

定義為有雨帶重建: 經過台灣後 颱風雨帶強回波比例維持/先下降後上升/一直上升

紫色區域標示為颱風登陸至出海期間 紅色折線表內核區, 藍色折線表外核區強回波比例變化



登台後外核和內核強回波比例下降，在出海後兩者都有上升趨勢，將凡那比颱風歸類為有雨帶重建類型。



內核區侵台期間強回波比例先下降後回升，外核區出海後比例上升。歸類為有雨帶重建類型。



在經過台灣時回波強度維持，只有在離開台灣時減弱，推估有雨帶重建。歸類為有雨帶重建類型。



內核登陸時強度明顯下降，外核區則因為雲系大仍有強回波。歸為無雨帶重建類型。



登陸時回波強度維持，之後大幅度下降，推估沒有雨帶重建



颱風強回波比例呈現持續緩慢的下降，推估沒有雨帶重建。



回波比例下降，推估無雨帶重建。故未加上色框。

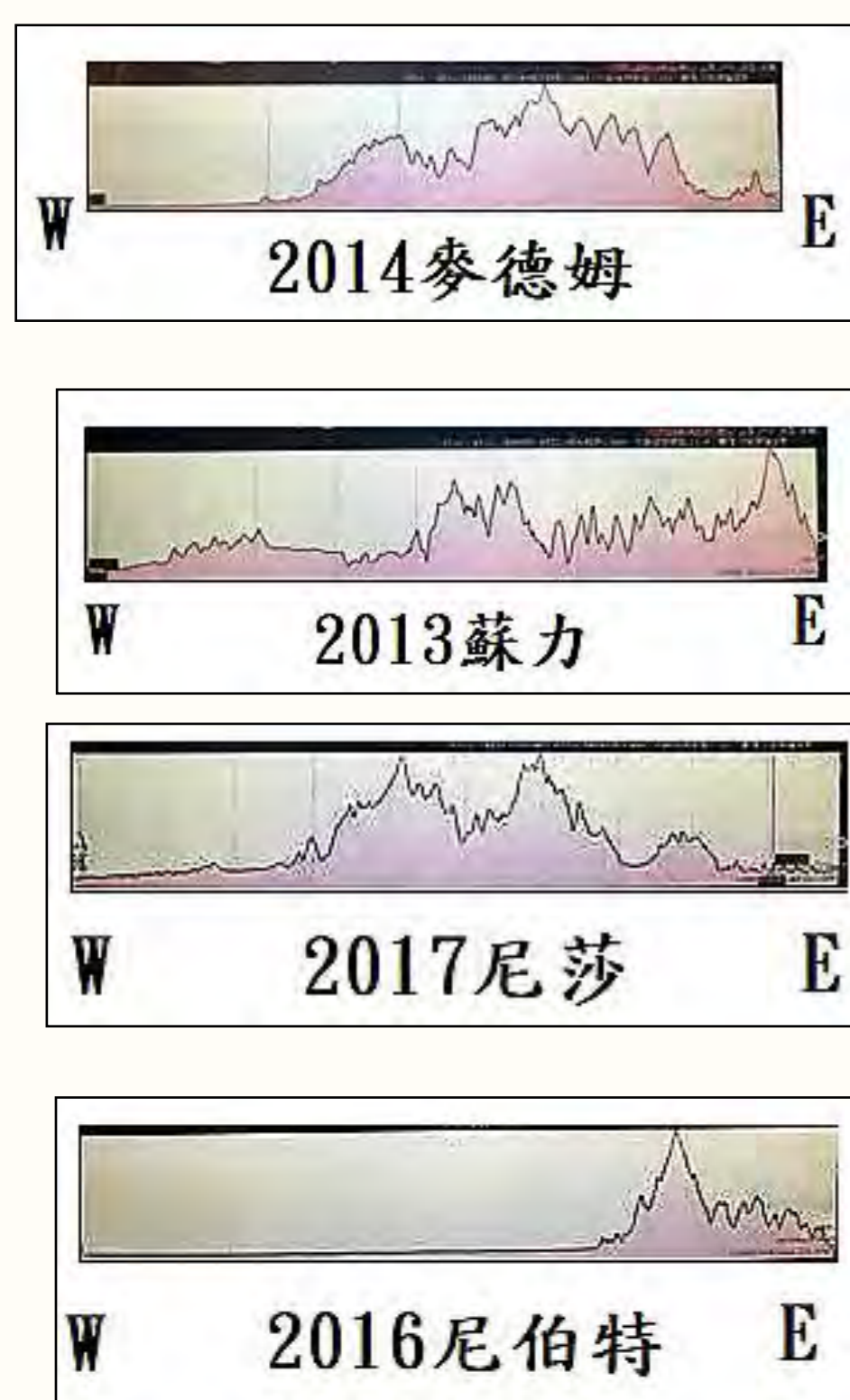


登陸後強回波比例急遽下降，且持續低比例強回波，推估沒有雨帶重建

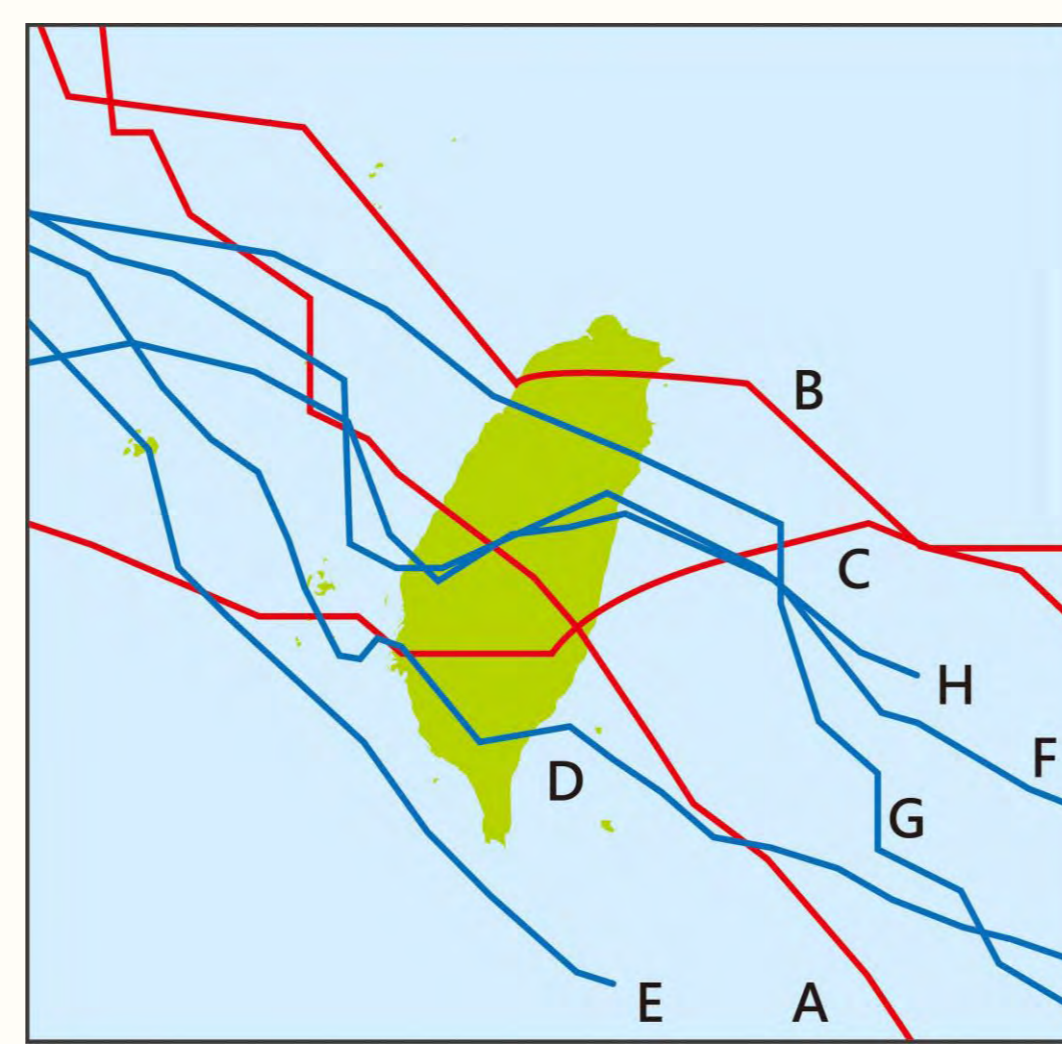
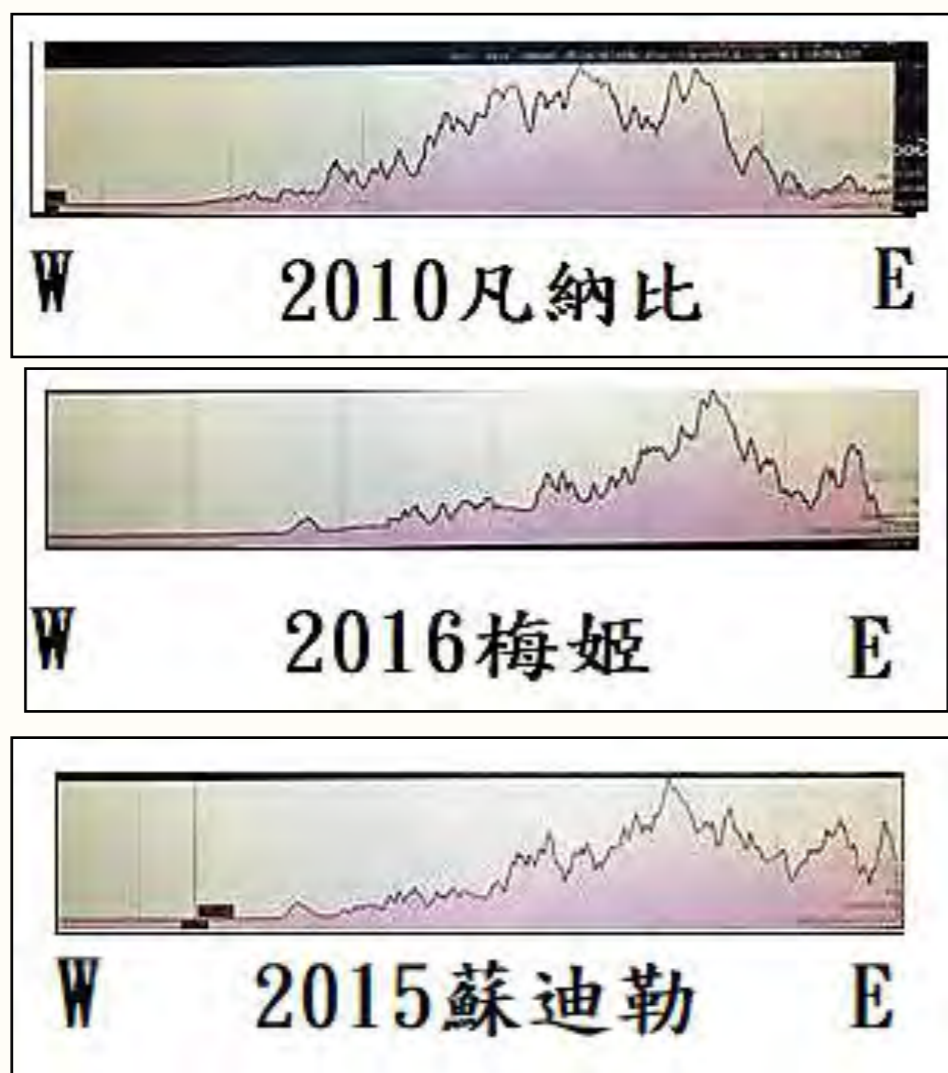
路徑分析--用google earth pro的路線功能，畫出颱風移動的路徑，再轉換成地形剖面圖如下圖。

接著利用軟體計算地形變化平均斜率，整理數據如下表。

發現與討論:



右圖是8個颱風個案路徑圖，紅色線表示有雨帶重建個案，藍色線表無雨帶重建個案：

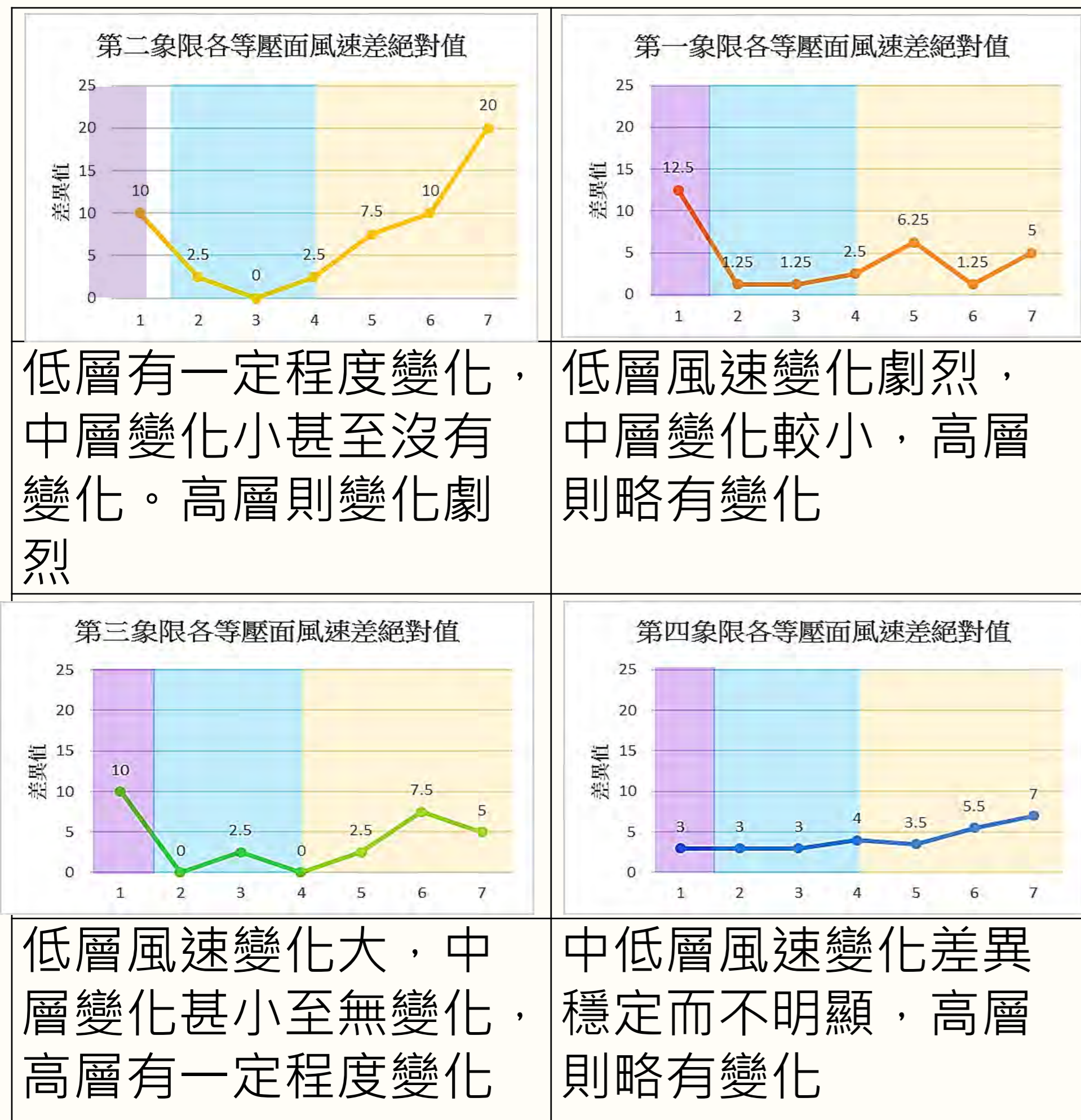


	上升斜率	下降斜率	差值
麥德姆	17	-14.1	31.1
凡那比	15.8	-15.2	31
蘇力	12.2	-11.5	23.7
尼沙	12.9	-13.9	26.8
梅姬	12.5	-11.6	24.1
尼伯特	7.6	-9.1	16.7
蘇迪勒	14.2	-13.7	27.9

1. 有些颱風遇到陸地後強回波佔內核區比例降低，推估無雨帶重建的現象，個案有尼伯特、蘇迪勒、梅姬、莫蘭蒂和尼莎。
2. 發現有些颱風具有雨帶強回波比例維持的現象（比例一直維持變化不大/有下降但後來上升/一直上升），推估有雨帶重建的跡象，包含凡那比、蘇力和麥德姆。
3. 有雨帶重整的個案於陸地上的移動速度較無雨帶重整的個案快。
4. 以軟體選取高度超過1500m以上的地形面積，再去計算所占全部面積的比例，發現有雨帶重建者和沒有雨帶重建者比例相近。
5. 分析颱風路線中地形上升平均斜率和下降平均斜率的差值，發現有雨帶重建的颱風斜率差值大於30，但蘇力有例外，沒有雨帶重建的個案則都小於30。

二、藉由投落送資料，探討颱風型態與內核區強回波比例變化關係

凡那比



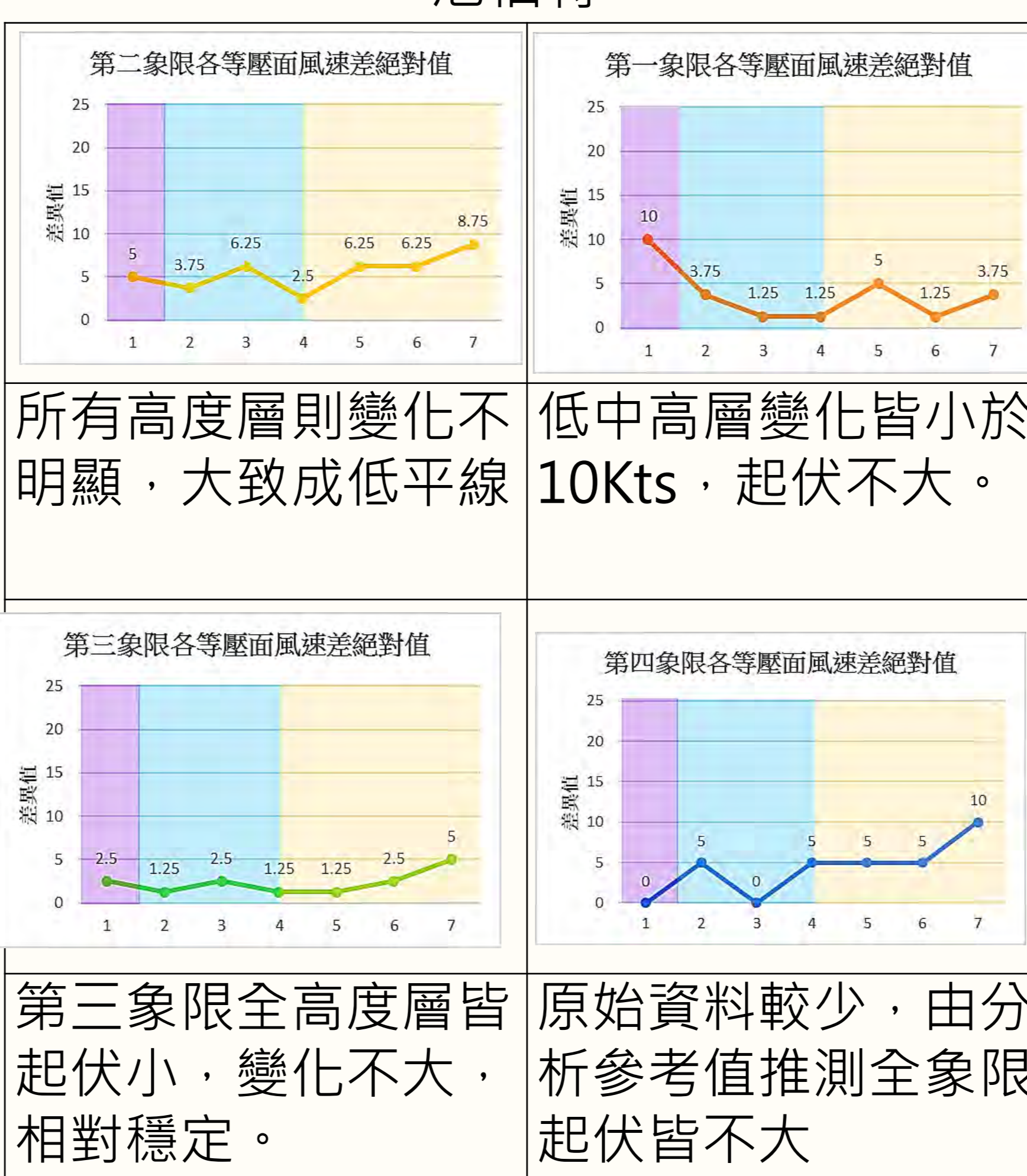
低層有一定程度變化，中層變化小甚至沒有變化。高層則變化劇烈

低層風速變化劇烈，中層變化較小，高層則略有變化

低層風速變化大，中層變化甚小至無變化，高層有一定程度變化

中低層風速變化差異穩定而不明顯，高層則略有變化

尼伯特



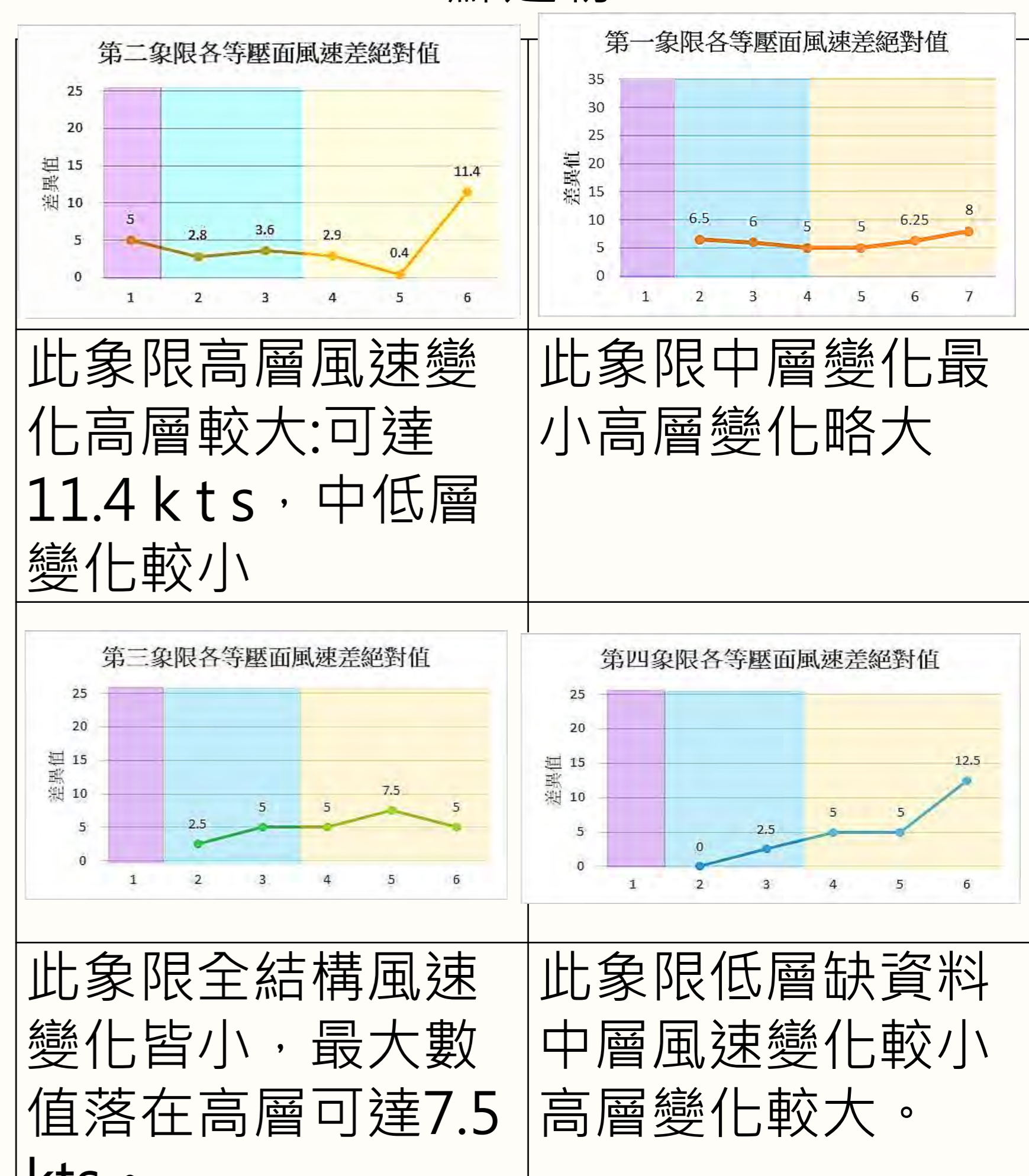
所有高度層則變化不明顯，大致成低平線

低中高層變化皆小於10Kts，起伏不大。

第三象限全高度層皆起伏小，變化不大，相對穩定。

原始資料較少，由分析參考值推測全象限起伏皆不大

蘇迪勒

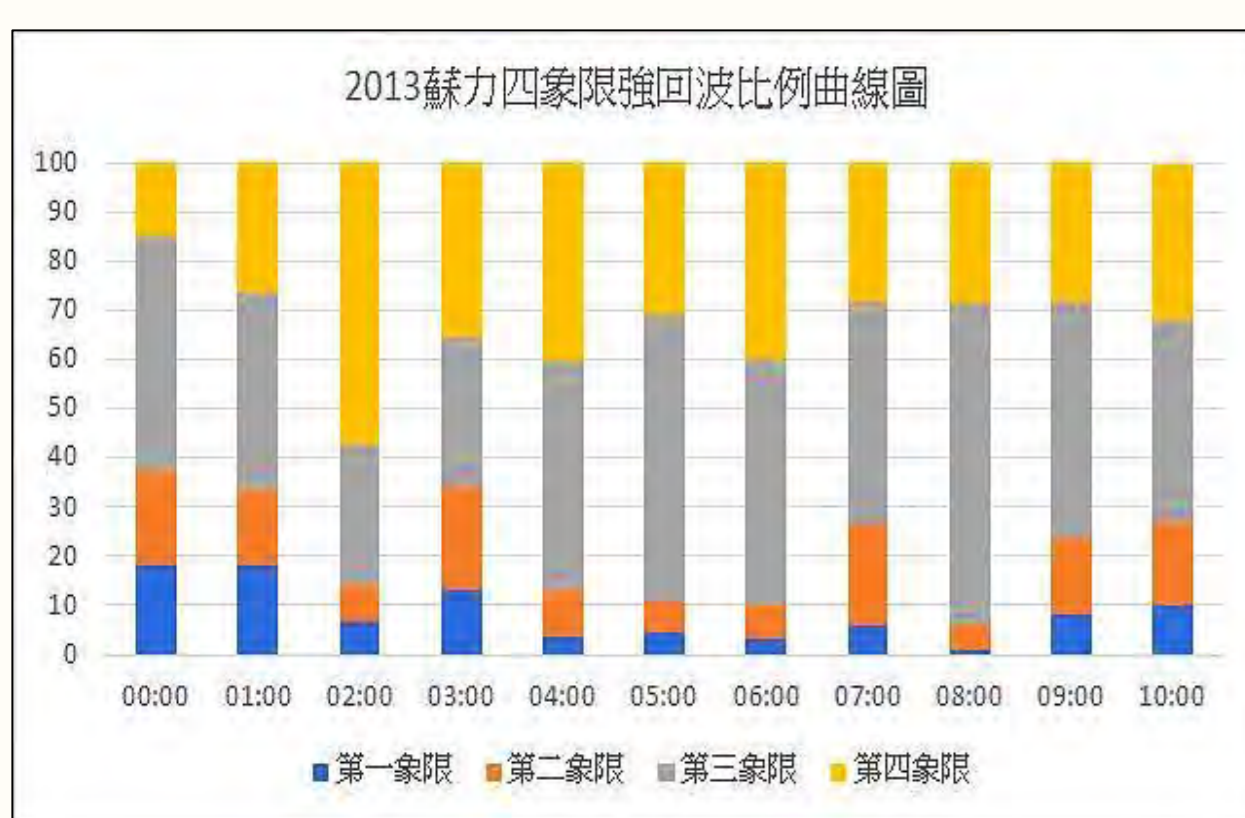
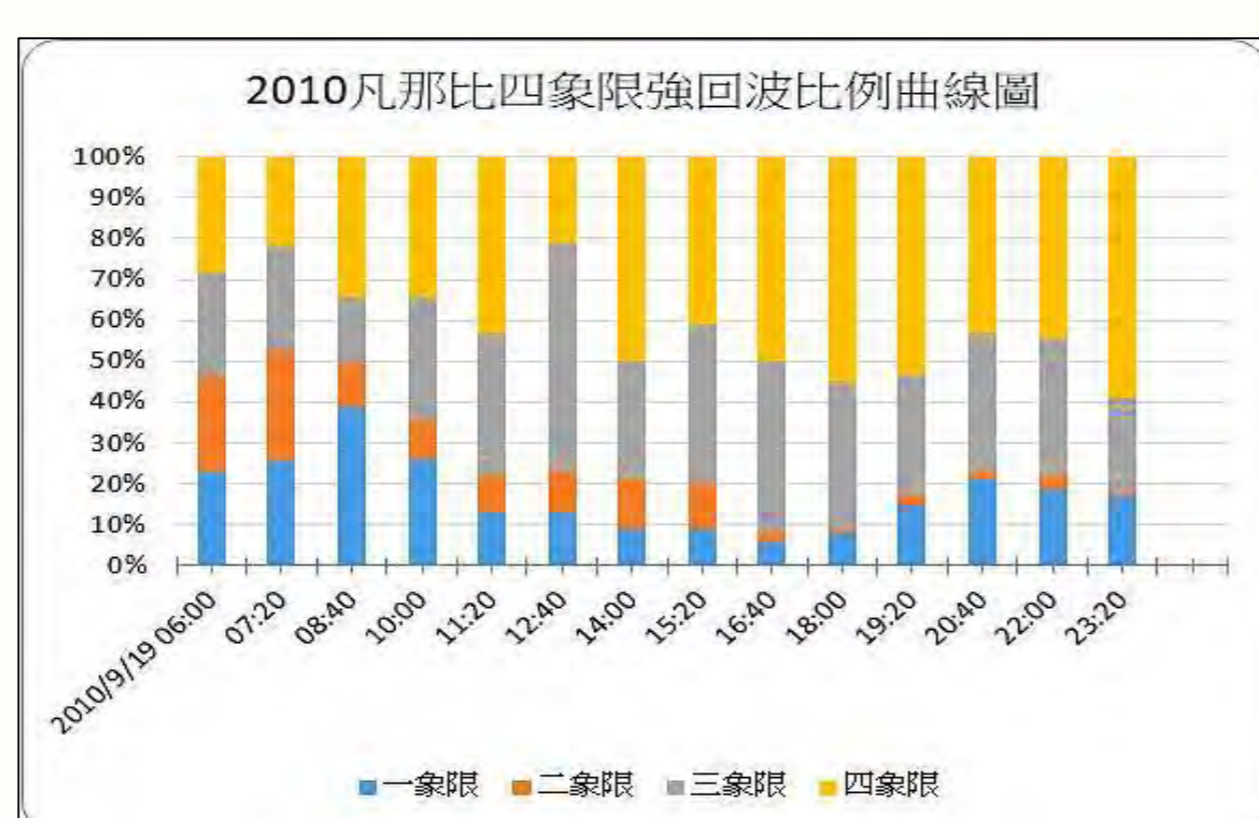


此象限高層風速變化高層較大:可達11.4 kts，中低層變化較小

此象限中層變化最小高層變化略大

此象限全結構風速變化皆小，最大數值落在高層可達7.5 kts。

此象限低層缺資料中層風速變化較小高層變化較大。



分析雨帶重建個案不同象限間的強回波結構:將有雨帶重建的三個颱風—凡納比、蘇力、麥德姆分出四象限，算出整體強回波比例面積，並分別計算佔有全部強回波面積的比例。製成長條圖做為比較分析。

颱風垂直高度間風速差異比較總表

	第一象限			第二象限			第三象限			第四象限		
	低	中	高	低	中	高	低	中	高	低	中	高
2010 凡那比	12.5	1.3	6.3	10	2.5	20	10	2.5	7.5	3	3	5.5
2013 蘇力	5.8	33	6.7	5.8	24.2	10.8	12.5	9.4	5	33.3	5	6.7
2014 麥德姆	13.8	2.5	7.5	27.5	2.5	10	----	----	----	3	5	12.5
2015 蘇迪勒	6.5	6	8	5	3.6	11.4	----	5	7.5	----	2.5	12.5
2016 尼伯特	10	3.8	5	2.3	6.3	10.8	2.5	2.5	5	0	5	10
2016 梅姬	----	3.3	10	----	7.5	16.3	---	3.3	10	----	2.5	10

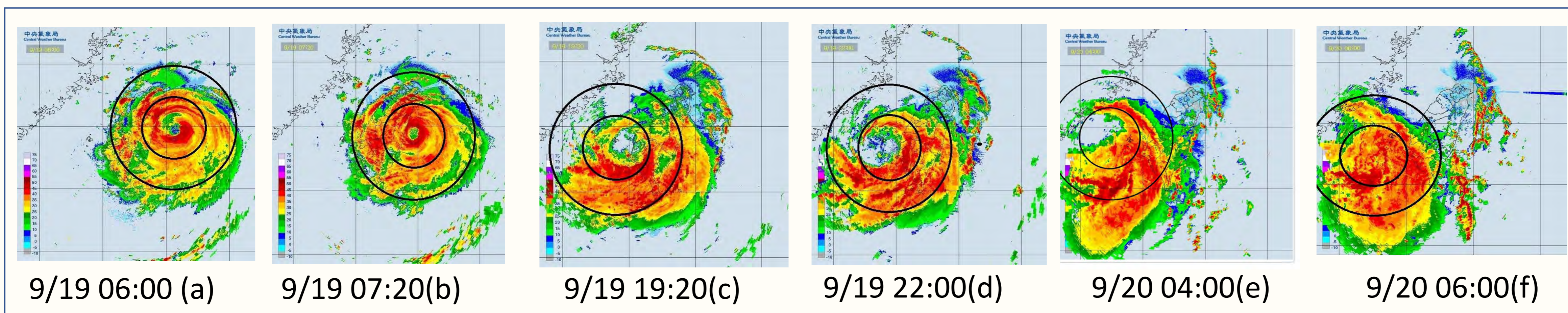
發現與討論:

1. 觀察上表發現:有雨帶重建的颱風個案第三象限低層與第二象限有風速差異較大(風切強)的現象，無雨帶重建的個案則於第四象限高層風速差異大。但由於第三象限投落送資料較不完整,可能還需要更進一步的探究。
2. 分析2014麥德姆的登陸前後雷達圖,發現回波消長情形是當颱風中心北側(第1和第2象限)強回波逐漸消散,但颱風中心南側區域增強或是維持原回波強度。若和投落送資料對照，推論麥德姆北側的強風速差異(強風切)可能使得麥德姆在經過台灣陸地時，北側颱風結構較南側更容易受地形破壞而較鬆散。分析2013蘇力颱風也有類似情況。

三、探討有雨帶重建的颱風個案，探究個案特徵

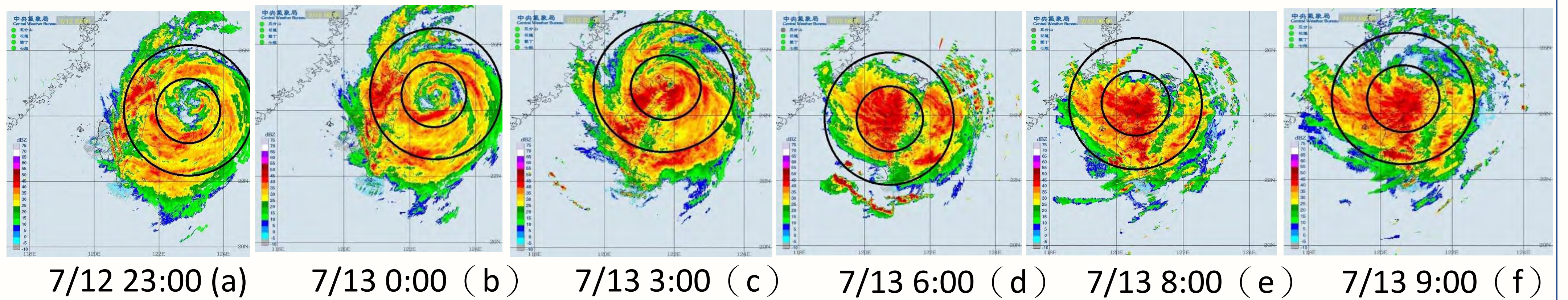
我們選擇了三個有雨帶重建的颱風及無雨帶重建2015蘇迪勒颱風個案進行分析:

2010凡那比



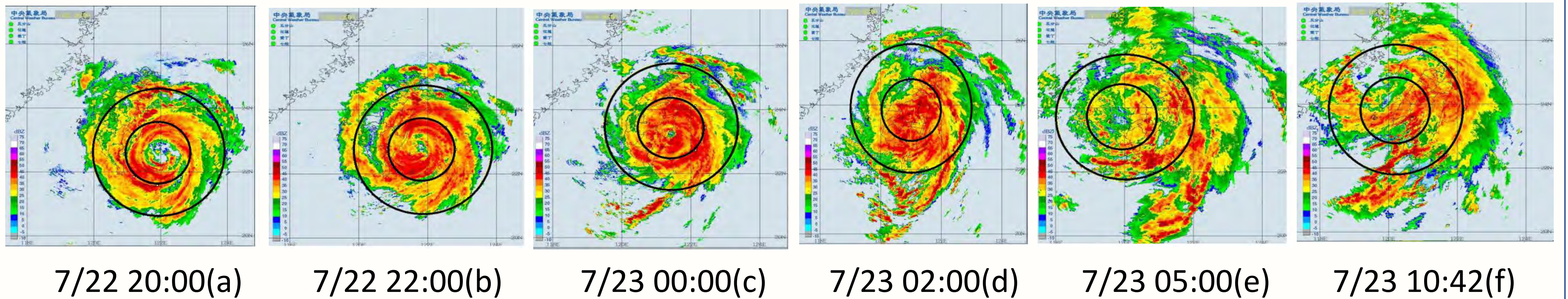
1. 颱風原本型態完整，有清楚的颱風眼，但在侵台時受地形破壞，西移由南部出海時，西南雨帶增強為帶狀回波，且面積增大，見圖c。
2. 眼牆開始重新建立，外圍環流持續增強，在結構不對稱的情況下，出現颱風雨帶重建。

2013 蘇力



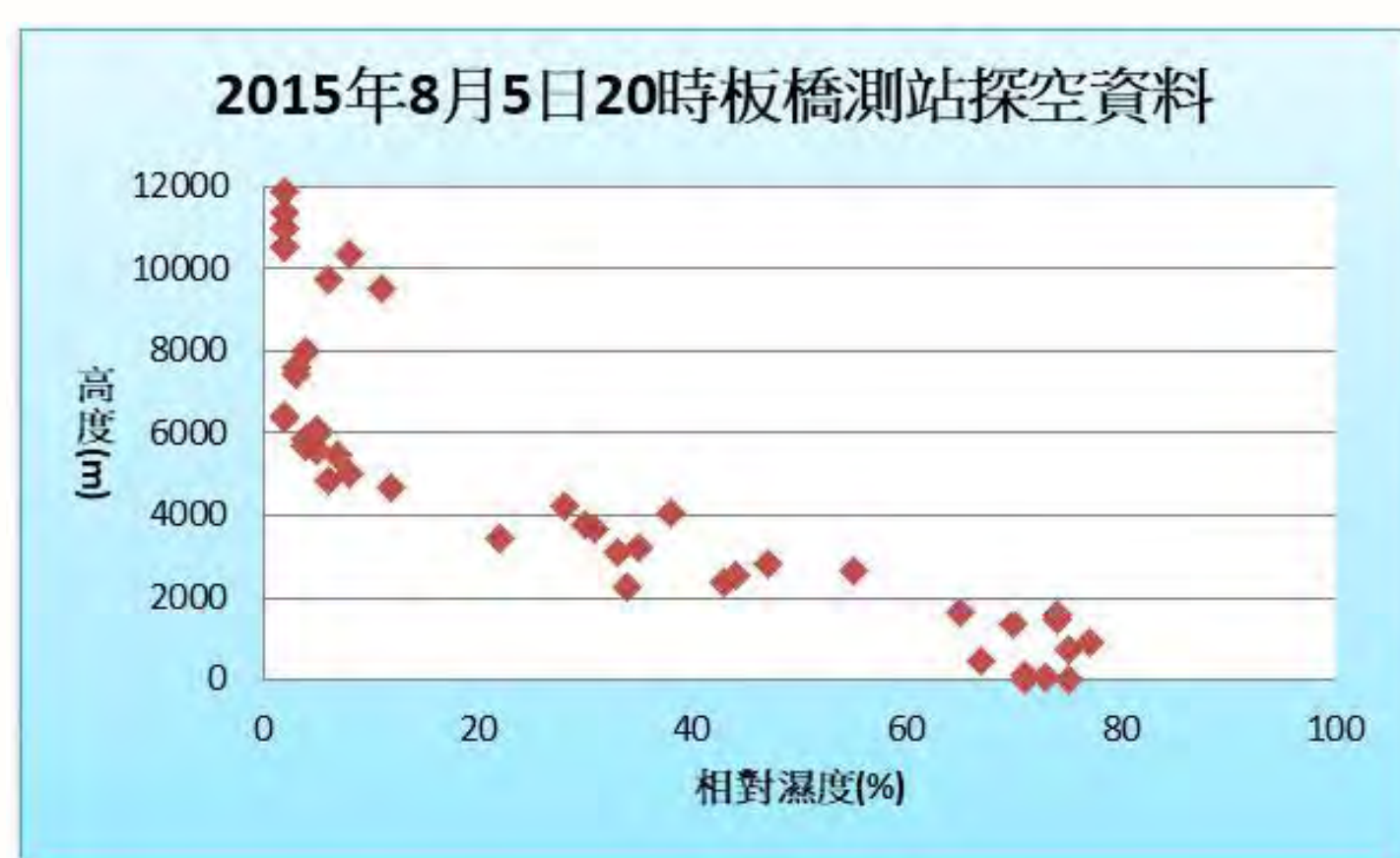
1. 從上圖a可見颱風成完整螺旋結構，至圖b繼續匯集入中心眼牆，颱風環流完整，且強回波雨帶有上升趨勢。
2. 在7/13約3點時颱風在新北和宜蘭交界處登陸，由圖c至圖d，可見颱風結構在登陸後受到地形影響結構被破壞，颱風眼不明顯，但雨帶仍持續增強。
3. 7/13約8點颱風出海，持續西移，颱風雨帶西大於東，至圖f時出現重新建立眼牆的趨勢，有雨帶重整的現象。

2014 麥德姆

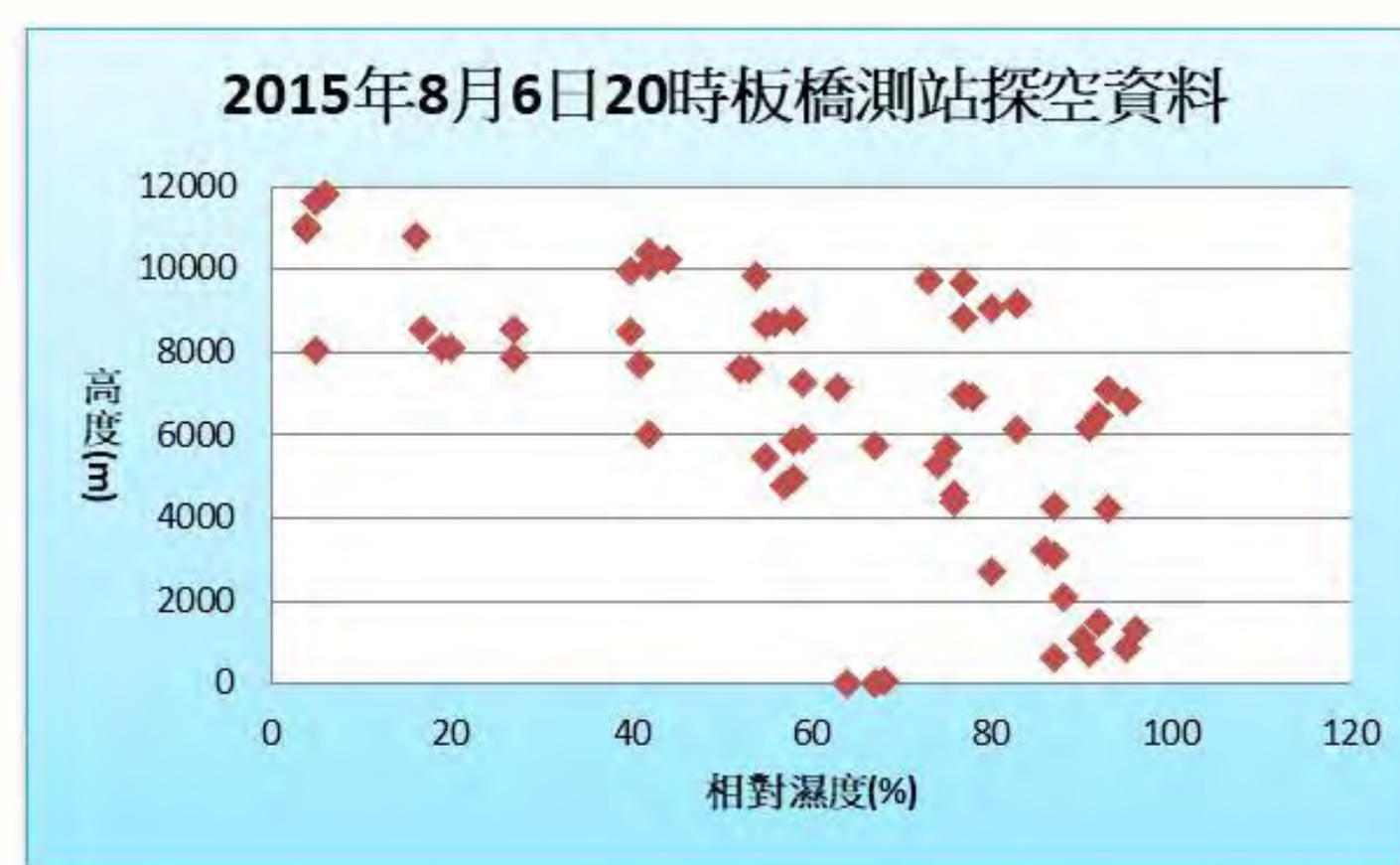


1. 此颱風行經台灣時速度快，整體雲系結構也相當巨大。
2. 7/22晚上，如圖d和圖e時開始出現風眼、環狀結構和對稱性雨帶分佈。
3. 7/23登陸後，颱風型態先被破壞，颱風眼消失，但出海後在台灣海峽重整，結構良好。

●另外我們選擇分析無雨帶重建個案--2015年蘇迪勒颱風，利用其登陸台灣前後的板橋測站探空資料，以高度為縱軸，相對濕度為橫軸作圖如下圖一至圖三所示。



圖(一) 颱風登陸前56小時



圖(二) 颱風登陸前32小時

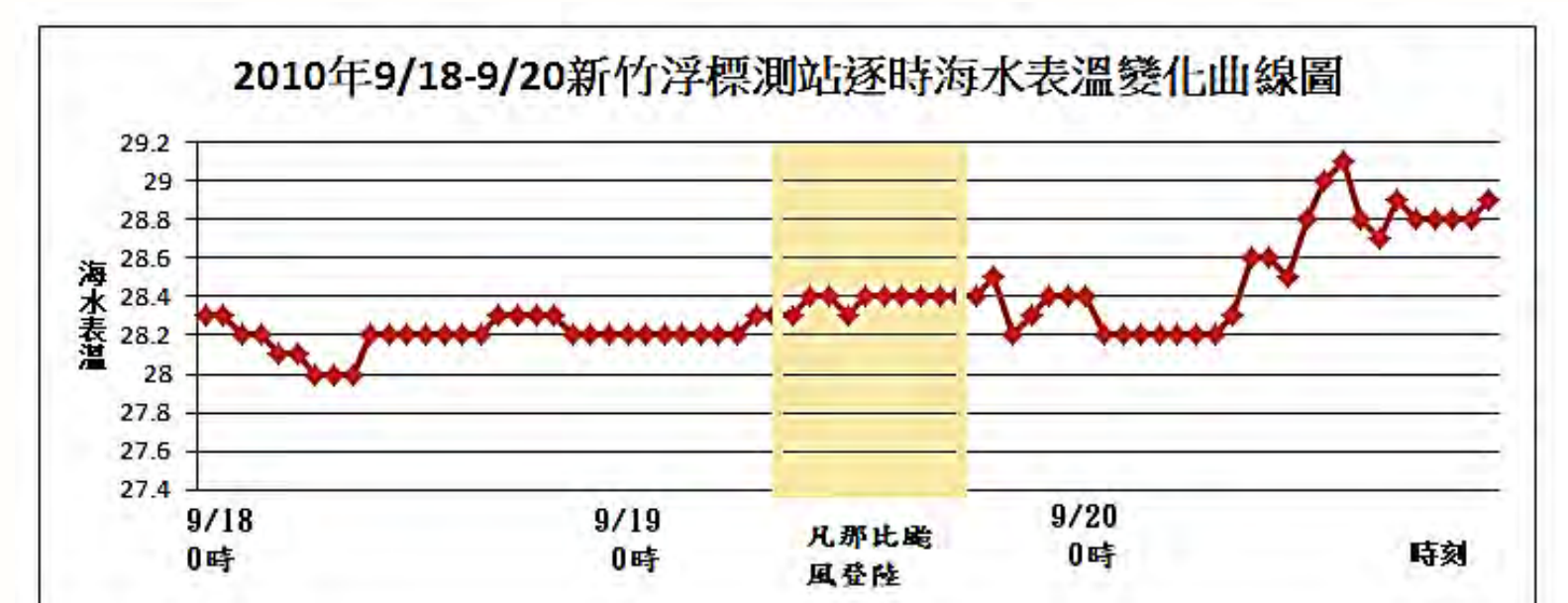


圖(三) 颱風登陸前8小時

討論與發現：

1. 從上圖一到圖三連續時間變化中，可以看出板橋測站的探空資料呈現出在2015蘇迪勒颱風登陸前2天的垂直大氣結構中的相對濕度是相當低的，推論隨著蘇迪勒颱風慢慢接近台灣陸地時，這些陸地上的乾空氣對蘇迪勒颱風的結構重整有著不利的影響。

●右圖是分析2010凡那比颱風(有雨帶重建個案)登陸前後共三天新竹浮標海溫，從海溫資料來看凡那比颱風期間海溫緩慢呈現上升趨勢。



結論

1. 有雨帶重整的颱風，整體雲系大多分布於颱風中心南側。
2. 有雨帶重整的颱風個案於第三象限低層風速差異大，無雨帶重整的個案則於第四象限高層風速差異大。但由於第三象限投落送資料較不完整,可能還需要更進一步的探究。
3. 在8個選取的颱風個案中，我們發現有雨帶重建的颱風，在登陸台灣陸地前後期間，其強回波比例 (大於35dBZ)多呈現先下降後上升，或是一直維持回波強度。
4. 沒有雨帶重建的颱風個案在登台後，受到地形破壞等影響，強回波比例常有下降的趨勢。
5. 在有重整的麥德姆颱風中，雖然在強回波折線圖中後來有下降趨勢，但藉由個案探討，其颱風中心移動至台灣海峽後便明顯出現雨帶重建的現象，雨帶分佈增強。
6. 2014麥德姆颱風登陸前後的回波消長情形呈現颱風中心北側(第1和第2象限)強回波逐漸消散，但颱風中心南側區域增強或是維持原回波強度。若和投落送資料對照，推論麥德姆北側的強風速差異(強風切)可能使得麥德姆在經過台灣陸地時，北側颱風結構較南側更容易受地形破壞而較鬆散。分析2013蘇力颱風也有類似情況。
7. 原本一移動速度蘇迪勒應會有與帶重建的現象，但跟根據探空資料分析，推論在陸地乾空氣對蘇迪勒颱風結構造成不利的影響，所以才沒有出現雨帶重建的現象。
8. 2014麥德姆颱風和2010凡那比颱風在第二象限所占強回波比例遠小於其他象限，此與颱風北側較強的風切使北側結構較南側結構容易受破壞之推論，大致吻合。
9. 凡那比颱風的三、四象限整體強回波比例持續上升，蘇力颱風的三、四象限則是維持變化不大，麥德姆颱風的三、四象限先降後升。可見對於雨帶重建的颱風個案而言，第三和第四象限的回波增強變對於雨帶重建有著極大的貢獻。
10. 從颱風路徑圖分析，颱風移動路徑與雨帶重建與否相關性不明顯。但是有雨帶重建的颱風，其在台灣陸地期間經過的地形高度變化率較大。

參考資料及其他

1. 中央氣象局颱風資料庫(2005~2010)：<http://rdc28.cwb.gov.tw/>
2. 大氣水文研究資料庫：<https://dbar.pccu.edu.tw/Default.aspx>
3. 追風計畫 - 侵台颱風之飛機偵察及投落送觀測實驗: <http://typhoon.as.ntu.edu.tw/DOTSTAR/tw/>
4. 民國102年颱風調查報告，第七號蘇力颱風 (中央氣象局預報中心)
4. 李清勝、鄭光浩、陳柏孚、謝宜垣、鄧旭峰(2015)「侵台颱風雨帶重建之初步研究」。大氣科學，第四十三期第一號，69~90頁