

中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 地球科學科

團隊合作獎

030506

風水輪流轉-探討颱風和季風共伴效應對台灣降雨的影響

學校名稱： 南投縣立大成國民中學

作者：	指導老師：
國一 莊哲瑋	鄭定祐
國一 余妍蓁	徐敏益
國一 陳韶恩	

關鍵詞： 颱風、季風、降雨

摘要

本研究探討颱風與東北季風共伴效應對台灣降雨及災害的影響。透過歷年颱風案例發現，共伴效應可能會導致多地嚴重淹水、道路斷裂、人員傷亡等災害。本研究自製雨量模擬實驗平台。模擬結果顯示：颱風從不同方向接近，降雨分布不同：當颱風從東北方接近台灣時，東部、北部雨量較多；颱風從台灣東方接近時，東部的雨量較多；颱風從台灣的東南方接近時，南部的雨量較多。單獨模擬東北季風時，台灣北部雨量最多，其次是東部，把東北季風的降雨量和颱風的降雨量相比，東北季風帶來的雨量較多。在共伴效應模擬時，實驗結果有兩種可能：颱風和東北季風產生共伴效應，使東部和北部的降雨量增加；東北季風風速增加，可能會破壞颱風結構，使雨量減少。

壹、前言

一、研究動機

2024 年的暑假，台灣經歷了許多颱風，其中「凱米颱風」對台灣的影響尤其深遠。由於颱風的襲擊，台灣多地甚至放了好幾天的颱風假。這使我們對不同颱風對台灣降雨量的影響產生了濃厚的興趣。我們注意到，儘管每年颱風的數量和強度相似，但為何它們對台灣的降水影響卻差異如此之大呢？有些颱風只是輕輕擦過台灣，降水量卻寥寥無幾；而有些颱風卻直接穿越台灣，帶來大量降水，甚至造成災情。這樣的差異究竟是由什麼原因造成的？

我們開始探討颱風和東北季風之間是否存在某種合作關係，並推測它們是否會互相影響降水的分佈和強度。我們的猜測是，當颱風和東北季風同時影響台灣時，它們可能會互相作用，從而改變降水的模式。颱風的強度、行進路徑和降水帶的結構，以及東北季風的強度，都可能在不同情況下產生不同的降水效果。於是，我們決定設計一個實驗來進一步探討這個問題。我們計劃收集不同颱風的資料，並結合當時東北季風的強度和風向，分析它們與降水量之間的關聯。我們希望通過這樣的實驗，能夠了解颱風與東北季風之間的相互作用如何影響台灣的降水模式，並為未來的颱風預測提供更多的線索。

二、研究目的

- (一)探查歷年來颱風和東北季風對台灣的影響之案例
- (二)自製雨量與共伴效應模擬實驗平台
- (三)探討颱風在不同位置對台灣各地區降雨的影響
- (四)探討東北季風對台灣降雨的影響
- (五)探討颱風與東北季風產生共伴效應對台灣各地區降雨的影響

三、文獻探討

歷年來全國科展有關颱風的研究，跟我們研究比較相關的有：

科別	作品名稱	相關概念與研究發現
全國科展第 64 屆 國中組地球科學科	雙「風」對決，勢 「伴」功倍—探討 季風對颱風風場之 影響與模擬	<p>1.透過視覺化數值氣候資料進行分析，發現當東北季風與其他氣候因素共同作用時，風場呈現「6」字型的等角螺線結構；而在西南季風共伴的情況下，則較常見「9」字型等角螺線。當東北季風與西南季風同時作用時，風場形態較為複雜，可能會產生多樣的風場結構；而當無共伴效應時，風場則主要呈現橢圓形。</p> <p>2.提出利用等角螺線形狀來定義颱風的暴風圈範圍，這有助於進一步加深對颱風結構的理解。</p> <p>3.設計水流場實驗，模擬單側及雙側季風與颱風共伴作用下所形成的輻合帶現象。</p> <p>4.為了模擬颱風受季風影響時的風速與風向不對稱性，改良了氣流場實驗裝置，使其能夠調整入風角度，從而更準確地重現實際的風場情形。</p>

全國科展第 61 屆 國小組地球科學科	旋風登台，引領流 「型」—探討台灣 島嶼地勢對颱風流 型變化之影響與模 擬	1.位置接近且條件相似的颱風，通常 會呈現相似的風場流型 2.氣流進入角度與是否形成背風渦旋 密切相關。 3.障礙物的寬度、高度、坡度和擺放 角度會對尾流區的範圍及背風渦旋的 形成產生影響。
------------------------	---	---

貳、研究材料

一、實驗材料: 風扇、霧化器、風速計、化妝棉、水盆、自製台灣模型、電子天平、計時器。(器材照片由作者自行拍攝)

二、紀錄工具：紀錄本、照相機、電腦

			
風扇	霧化器	風速計	卸妝棉
			
水盆	自製台灣模型	電子天平	計時器

參、研究方法

一、探查歷年來颱風和東北季風對台灣的影響之案例

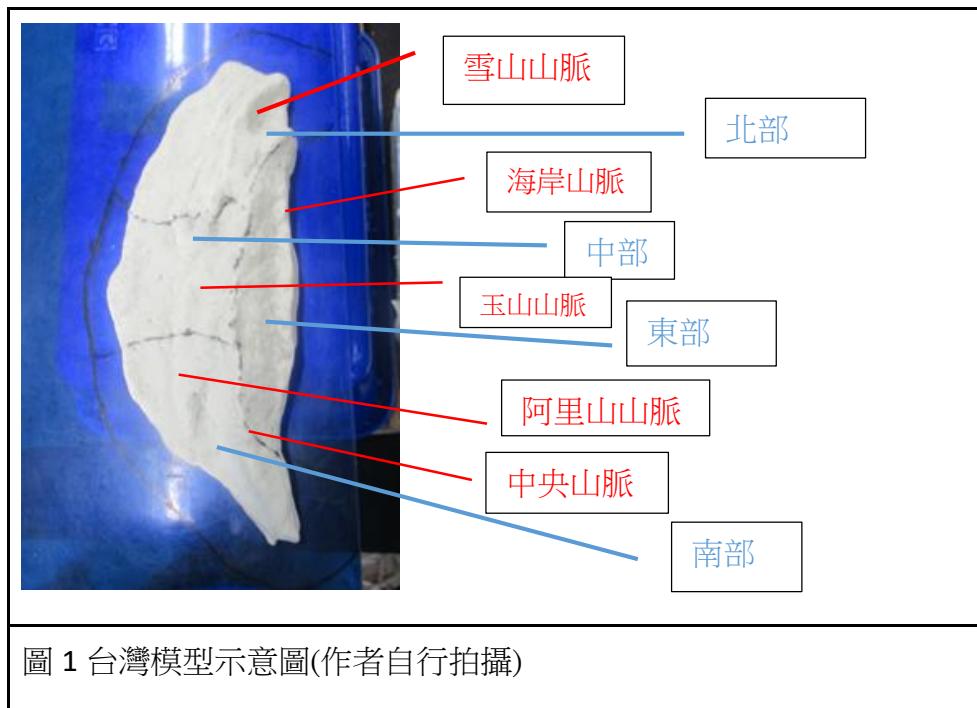
利用網路查詢 2015-2024 年來颱風與東北季風共伴效應對台灣影響的資料，資料來源包含維基百科、中央氣象署、全球災害事件簿、中時新聞網、好房網、中央通訊社，並整理出這些颱風對台灣造成的影響，包含人員傷亡、降雨趨勢（實際雨量）、交通阻礙、財物損失。

二、自製雨量與共伴效應模擬實驗平台

(一) 實驗進行的環境：我們在冷氣房進行實驗，並將房間溫度控制在 25 度，濕

度控制在 40% 左右，減少環境的干擾。

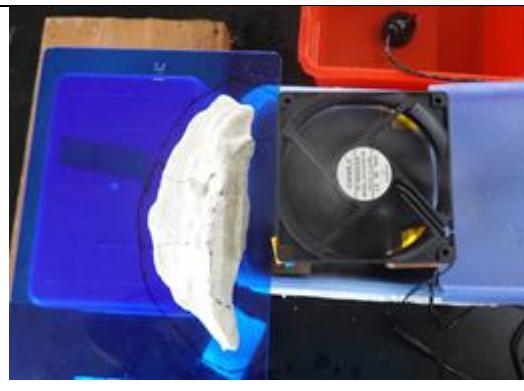
(二)製作台灣模型：我們用油性黏土捏塑出台灣模型(約 25cm)，模擬台灣五座山脈，分別為中央山脈、雪山山脈、玉山山脈、阿里山山脈和海岸山脈，再劃分出北部、中部、東部、南部(圖 1)。



(三)模擬颱風：我們先用霧化器和風扇模擬颱風，用風速計(圖 9)測量風速大小(約在 7.6mph)，颱風位置分別在台灣的東北方、東方，東南方。測量距離 2 公分、4 公分、6 公分。

三、探討颱風在不同位置對台灣各地區降雨的影響

(一)雨量紀錄：我們先分別將颱風位置定於台灣模型的東北、東方及東南方三個位置，距離台灣模型分別為 2cm、4cm、6cm，每次實驗計時 10 分鐘，並用化妝棉測量台灣模型上四個區域的雨量(圖 2~圖 7)，實驗重複 3 次。

	
圖 2：颱風從東北方來(作者自行拍攝)	圖 3：颱風從東方來(作者自行拍攝)
	
圖 4：颱風從東南方來(作者自行拍攝)	圖 5：颱風距離台灣模型 2cm(作者自行拍攝)
	
圖 6：颱風距離台灣模型 4cm(作者自行拍攝)	圖 7：颱風距離台灣模型 6cm(作者自行拍攝)

(二) 雨量的紀錄方式，我們先將吸水前的化妝棉放置在培養皿中測量重量，接著用鑷子夾住化妝棉擦拭台灣模型上北部、中部、東部、南部的水分，分別用電子秤秤重(取到小數點後三位)，再減去棉片吸水前的重量，並記錄該區域的雨量，每組實驗重複三次。

四、探討東北季風對台灣降雨的影響

(一)模擬東北季風：我們先用一個霧化器模擬水氣，再用直流的風扇(圖 8)，風速約在 4.2mph，擺設角度 30 度，往台灣模型的東北方吹，製造出東北季風(圖 9)。

(二)紀錄雨量：計時 10 分鐘，以化妝棉吸取台灣模型上北部、中部、東部、南部地區的水分，用電子天平秤量雨量(g)，每組實驗重複三次。

	
圖 8：直流風扇(作者自行拍攝)	圖 9：模擬東北季風(作者自行拍攝)

五、探討颱風與東北季風產生共伴效應對台灣各地區降雨的影響

(一)模擬共伴效應：我們用三個水霧模擬颱風(颱風風速約 7.6mph)(圖 10)，然後用直流的風扇模擬東北季風(風速約 4.2mph)，擺設角度為 30 度，測量颱風從東北方、東方、和東南方接近台灣時，颱風距離台灣模型 4 公分各地區的雨量(圖 11)。

(二)紀錄雨量：計時 10 分鐘，以化妝棉吸取台灣模型上北部、中部、東部、南部地區的水分，用電子天平秤量雨量(g)，每組實驗重複三次。

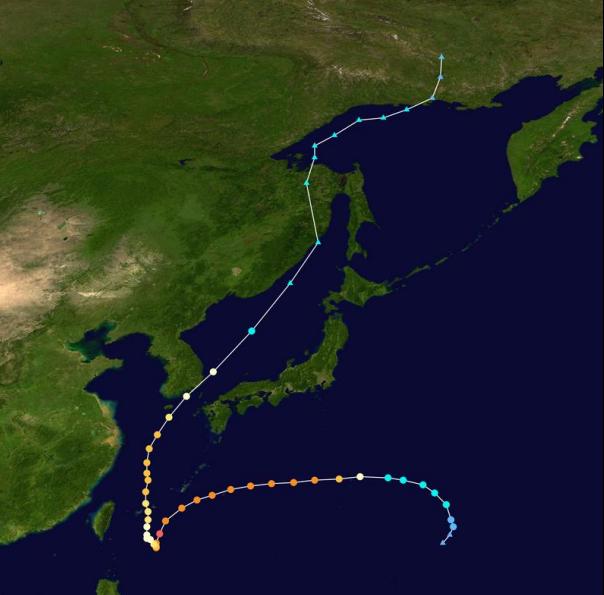
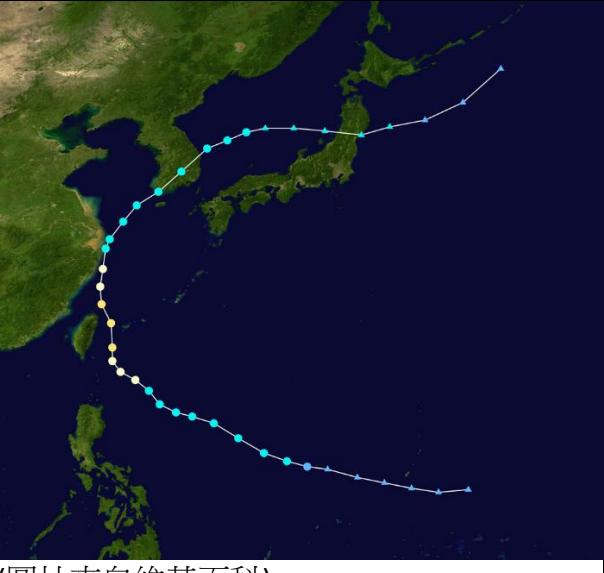
	
圖 10：測量風速(作者自行拍攝)	圖 11：模擬共伴效應(作者自行拍攝)

肆、研究結果

一、探討颱風與東北季風產生共伴效應對台灣各地區降雨的影響

時間	名稱	圖片	影響
2001 年 9 月 5 日 - 2001 年 9 月 21 日	納莉颱風	 (圖片來維基百科)	由於颱風停留時間過久及其貫穿的特殊路徑所致，臺灣地區降下豐沛雨量，造成北臺灣嚴重水患，多處地方單日降雨量皆刷新歷史紀錄。臺北市捷運及臺鐵臺北車站淹水，部分山線、海線及花東線中斷，多處地區引發土石流。
2010 年 10 月 12 日 - 2010 年 10 月 24 日	梅姬颱風	 (圖片來自維基百科)	梅姬颱風影響台灣期間，降雨主要集中在宜蘭、新北等縣市，期間最大累積雨量 1,167mm 發生在宜蘭縣蘇澳雨量測站，其觀測到連續 4 小時雨量超過 100mm/h，最大更高達 181.5mm/h。
2022 年 10 月 13 日 - 2022 年 10 月 20 日	尼莎颱風	 (圖片來自維基百科)	尼莎颱風是 2022 年災情最為嚴重的事件，伴隨東北季風，降雨集中在北部和東部地區，宜蘭縣內台 7 線及台 7 甲線省道受損嚴重，明池山莊一度成為孤島，所幸無人傷亡。

形成日期 2024 年 10 月 20 日 - 2024 年 10 月 30 日	潭美颱風	 <p>(圖片來自維基百科)</p>	<p>潭美颱風影響台灣期間，由於颱風從臺灣北部經過，主要降雨區集中在北部地區。20日至22日颱風影響期間，於新竹縣、苗栗縣及臺中市等地區降下超大豪雨，西半部其他縣市及宜蘭縣亦降下大豪雨。颱風造成西半部地區淹水，北部及中部山區多處道路坍方，山區鐵路及航空交通中斷。</p>
2024 年 9 月 26 日 - 2024 年 10 月 4 日	山陀兒颱風	 <p>(圖片來自維基百科)</p>	<p>隨著颱風暴風圈在 30 日中午碰觸<u>恆春半島</u>，結構對<u>花東地區</u>構成致災降雨。公路運輸方面，蘇花公路、南迴公路及南橫公路預警性封閉，間接影響花東蔬果輸入和輸出。而受到風暴潮及<u>天文大潮</u>的影響，屏東縣<u>東港鎮</u>、高雄市<u>旗津區</u>皆發生大面積積水。</p>
2021 年 10 月 7 日 - 2021 年 10 月 14 日	圓規颱風	 <p>(圖片來自維基百科)</p>	<p>北部有短暫雨出現，沿海及各離島風浪漸強。到了下週一（11 日）、週二（12 日）圓規颱風最接近台灣，各地天氣轉不穩定，東半部、北部可能出現豪雨，局部地區不排除有豪雨等級以上的強降雨，沿海地區及各離島有強陣風，風浪</p>

			大、海況變差。週三（13日）颱風遠離，但附近水氣仍多，各地還是有短暫陣雨。
2022年9月2日-2022年9月4日	軒嵐諾颱風		氣象局在9月2日發布了軒嵐諾海上颱風警報，並於同日下午發布了陸上颱風警報。軒嵐諾颱風影響期間的最高累積雨量，發生在新竹縣尖石鄉玉峰測站541毫米。颱風期間造成33筆淹水災害與17筆坡地災害。另外，截至9月8日17時，軒嵐諾颱風共造成全臺農業產物和民間設施約634萬元。
2019年9月25日-2019年10月3日	米塔颱風		隨著米塔逐漸遠離，氣象局表示其暴風圈已脫離臺灣本島陸地，並在上午5時30分解除陸上颱風警報。稍後在上午11時30分解除海上颱風警報。米塔在台灣共造成12人受傷，全台累計6萬6773戶停電。3,662人需疏散撤離，合共687件災情。

2023 年 9 月 29 日	小犬颱風		小犬颱風整場最大累積雨量是屏東縣泰武鄉西大武山(C1R610)測站的 722 毫米，其次為臺東縣金鋒測站 498.5 毫米、臺北市擎天測站 462 毫米、屏東縣墾雷測站 454.5 毫米。由日累積雨量可知小犬颱風 10 月 3 日在北部及東北部有較明顯降雨。10 月 4 日受颱風影響，除北部及東北部降雨持續外，花東及恆春半島的風雨從開始將逐漸增大。10 月 5 日花東與恆春半島雨量則快速累積當，當日最大累積雨量是屏東縣泰武鄉西大武山(C1R610)測站 611.5 毫米。10 月 6 日颱風遠離，受外圍環流影響，臺灣東部、東南部及南部地區有短暫陣雨，東南部地區及恆春半島有局部短延時豪雨發生。
-----------------------	------	--	---

圖片來源：維基百科

文字參照：維基百科、中央氣象署、全球災害事件簿、中時新聞網、中央通訊社、好房網

我們整理了 2001 年到 2024 年，9 月到 11 月經過台灣的颱風，其中納莉、梅姬與尼莎颱風與東北季風有明顯的共伴效應，造成北部、東部嚴重的的災害，許多地區淹水、土石流，道路中斷，人員傷亡，及各種財務損失。潭美、山陀兒、圓規、軒嵐諾、米塔颱風，也可能受到東北季風影響。

二、探討颱風在不同位置對台灣各地區降雨的影響

(一) 颱風位於台灣模型的東北方

- 距離台灣模型 6cm：當颱風距離台灣模型 6 公分時，東部雨量最多，北部、南部、中部的雨量差不多，其中東部>北部>南部>中部(圖 12)。

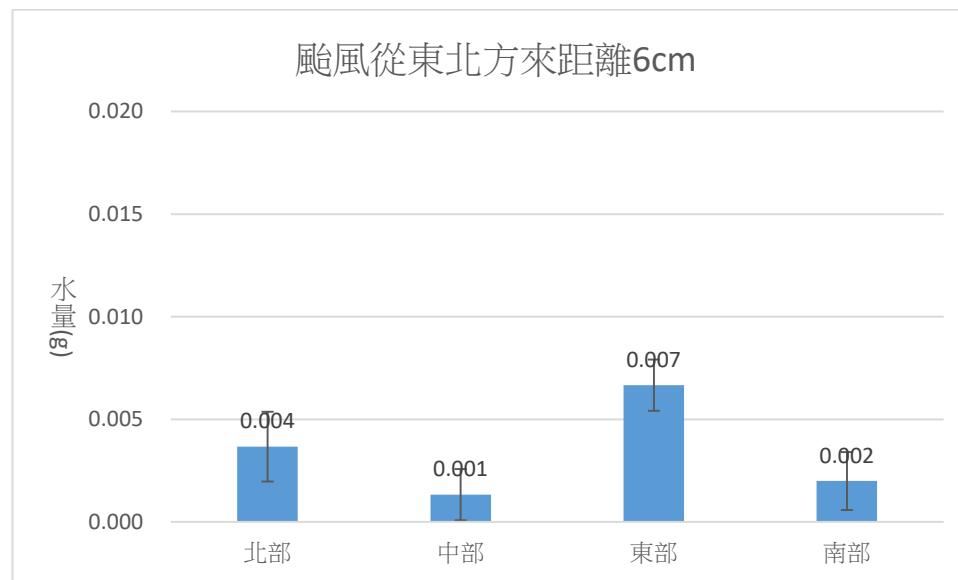


圖 12：模擬颱風從東北方來距離 6 公分，各地降雨量比較圖(作者自製)

- 距離台灣模型 4cm：當颱風距離台灣模型 4 公分時，北部和東部的雨量一樣多，中部和南部的雨量較少，我們發現距離台灣模型 4 公分比距離台灣模型 2 公分的雨量來的多(圖 13)。

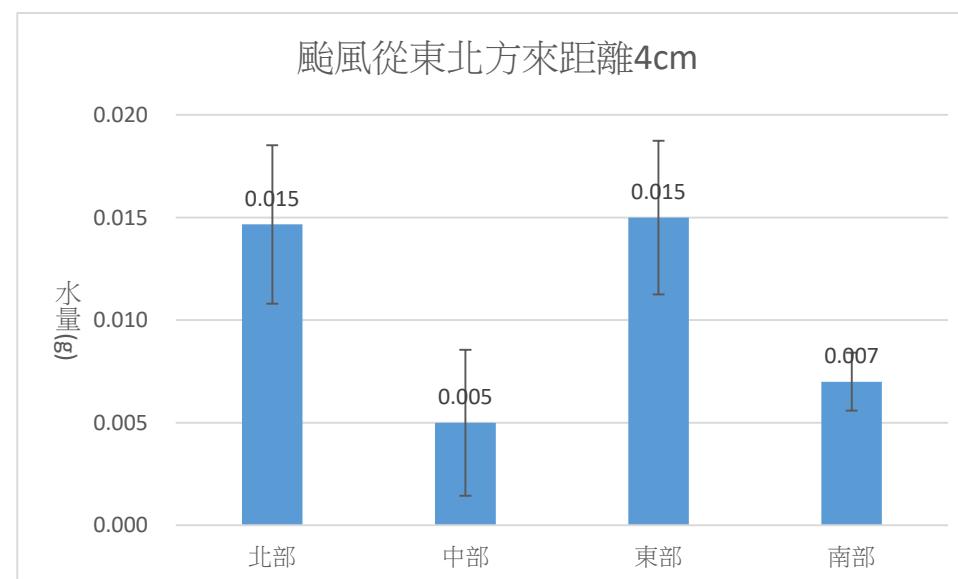


圖 13：模擬颱風從東北方來距離 4 公分，各地降雨量比較圖(作者自製)

3. 距離台灣模型 2 公分：我們發現當模擬颱風從東北方來且距離 2cm 時，雨量集中在東部和北部，其中東部的雨量最多(約 0.017 公克)，北部其次(約 0.014g)，而中部和南部的雨量相對較少，南部約 0.004g，中部約 0.001g(圖 14)。

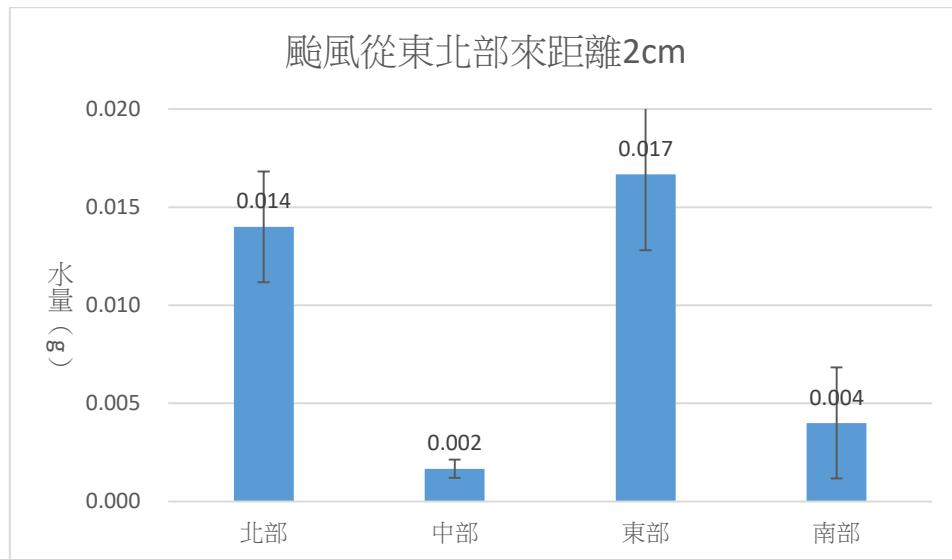


圖 14：模擬颱風從東北方來距離 2 公分，各地降雨量比較圖(作者自製)

總結：我們發現當颱風從台灣模型的東北方來的時候，東部和北部的雨量較多，並且大部分地區由距離 4 公分的降雨量明顯較多，這可能是因為距離 2 公分時，颱風可能會被地形壞掉，而距離 6 公分時可能因為距離太遠所以降水量沒有很顯著的增加(圖 15a、圖 15b)

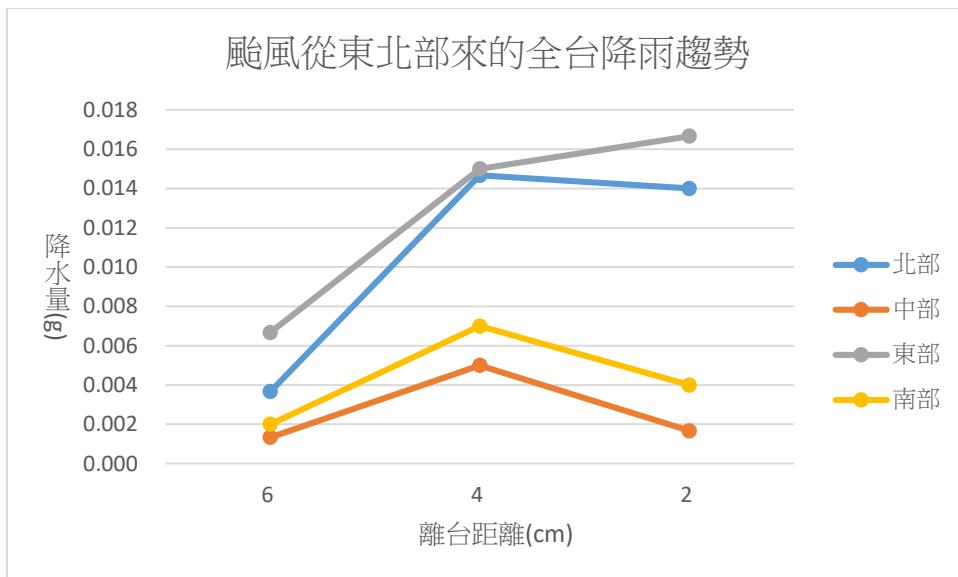


圖 15a：颱風從東北部來的全台降雨趨勢(作者自製)

颱風從北方接近台灣累積雨量

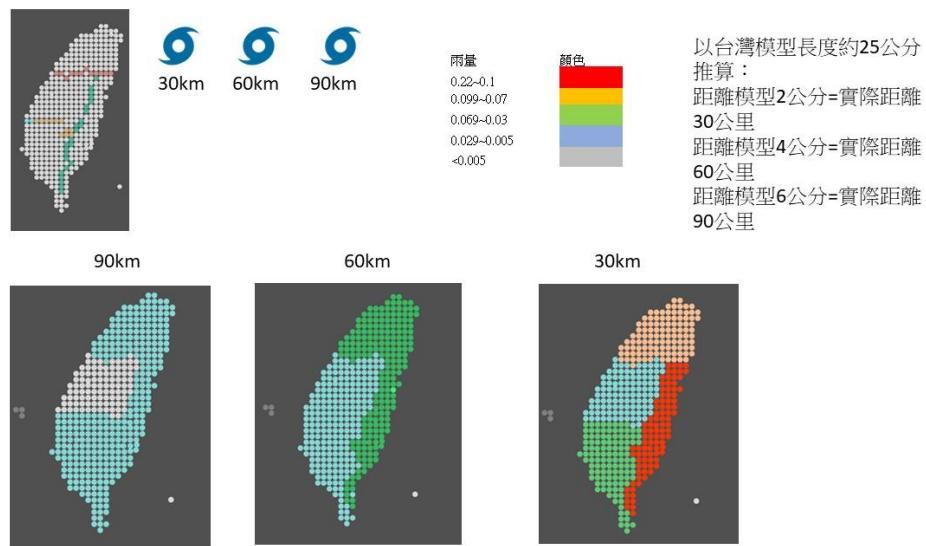


圖 15b：颱風從北方接近台灣時，各地區累積雨量(作者自製)

(二) 颱風位於台灣模型的東方

- 距離台灣模型 6cm：當颱風距離台灣 6 公分時，東部 > 中部 > 南部 > 北部，雨量比距離 2cm 和距離 4cm 時均勻(圖 16)。

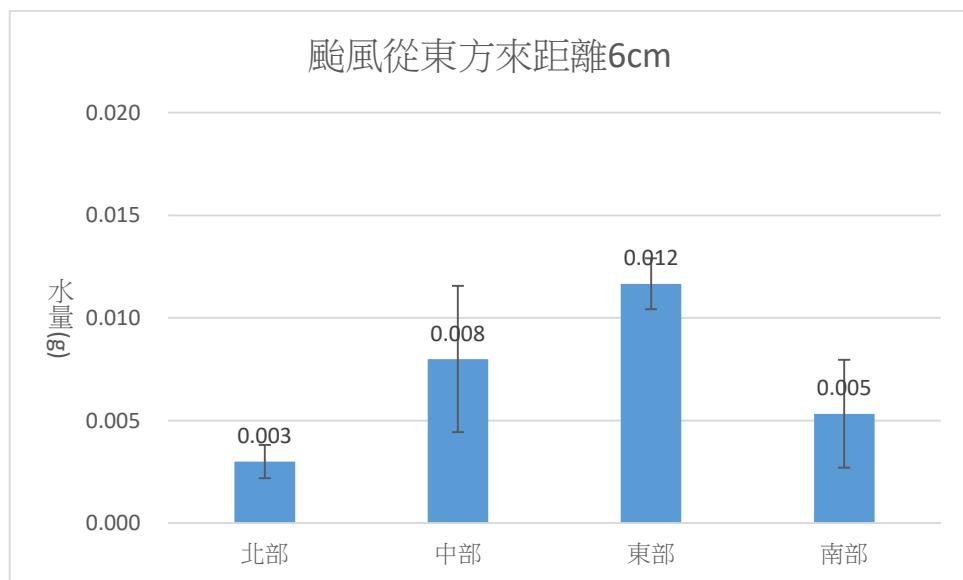


圖 16：模擬颱風從東方來距離 6 公分，各地降雨量比較圖(作者自製)

- 距離台灣模型 4cm：當颱風距離台灣模型 4 公分時，東部的雨量最多，約 0.019g，北部約 0.011g，中部和南部的雨量差不多，約 0.005g(圖 16)。

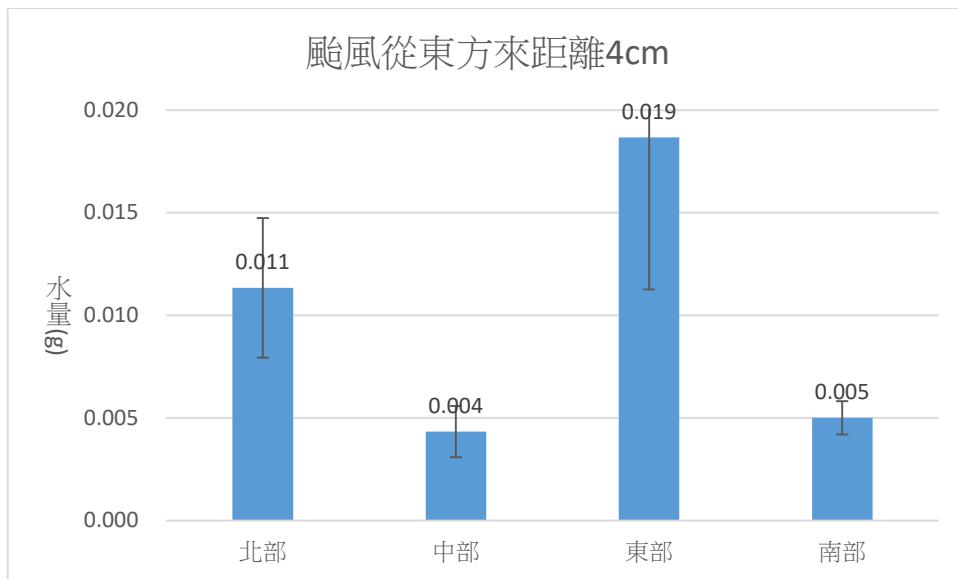


圖 17：模擬颱風從東方來距離 4 公分，各地降雨量比較圖(作者自製)

3. 距離台灣模型 2cm：當颱風距離台灣模型 2 公分時，東部的雨量最多（約 0.043g），北部第二(約 0.006g)，南部和中部的雨量差不多，都約 0.005g (圖 18)。

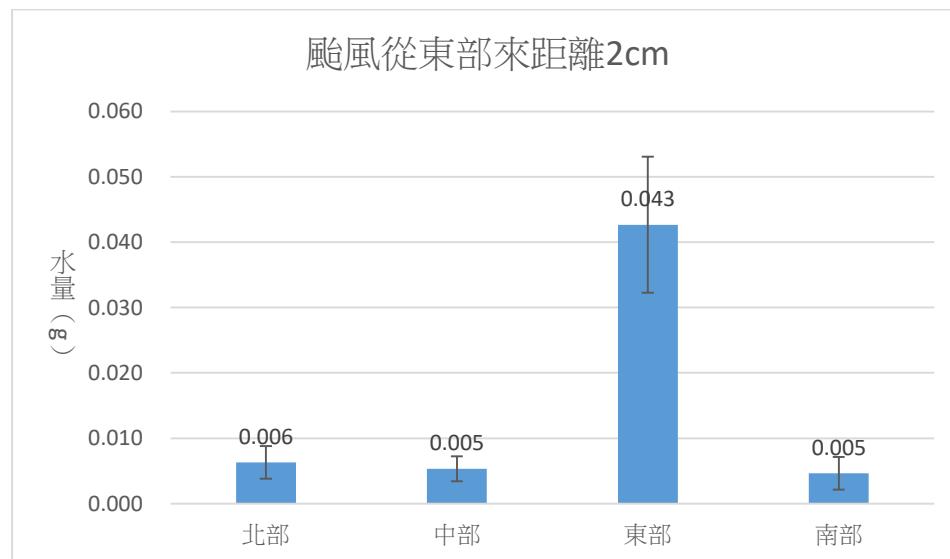


圖 18：模擬颱風從東方來距離 2 公分，各地降雨量比較圖(作者自製)

總結：我們發現當颱風從台灣模型的東方來的時候，東部的雨量最多，其北部、中部、南部的水量都約落在 10 公克以下，東部的雨量由距離 6 公分到到距離 2 公分有明顯地往上趨勢，這可能是因為受到中央山脈的阻擋，使得降雨多分布在中央山脈的東側(圖 19a、圖 19b)

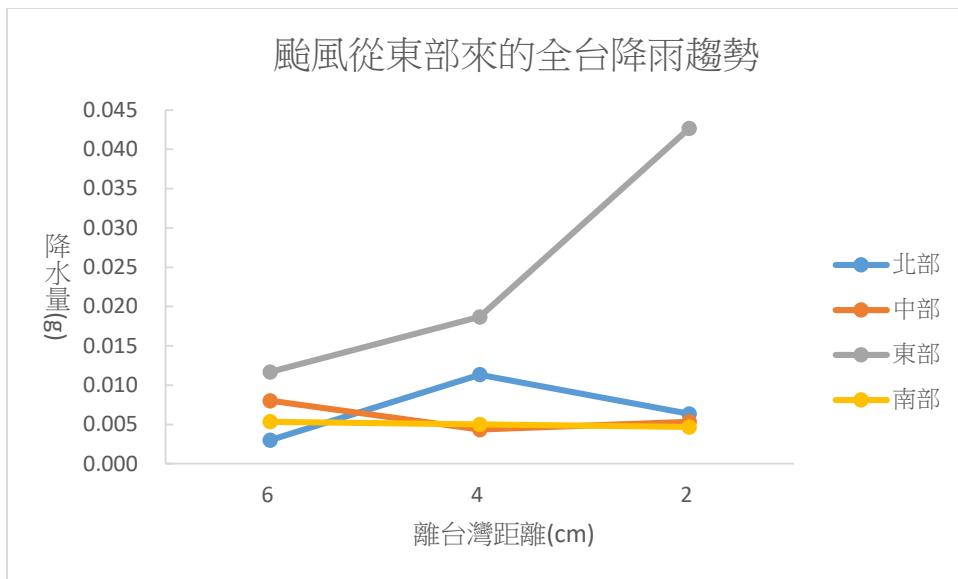


圖 19a：颱風從東部來的全台降雨趨勢(作者自製)

颱風從東方接近台灣累積雨量

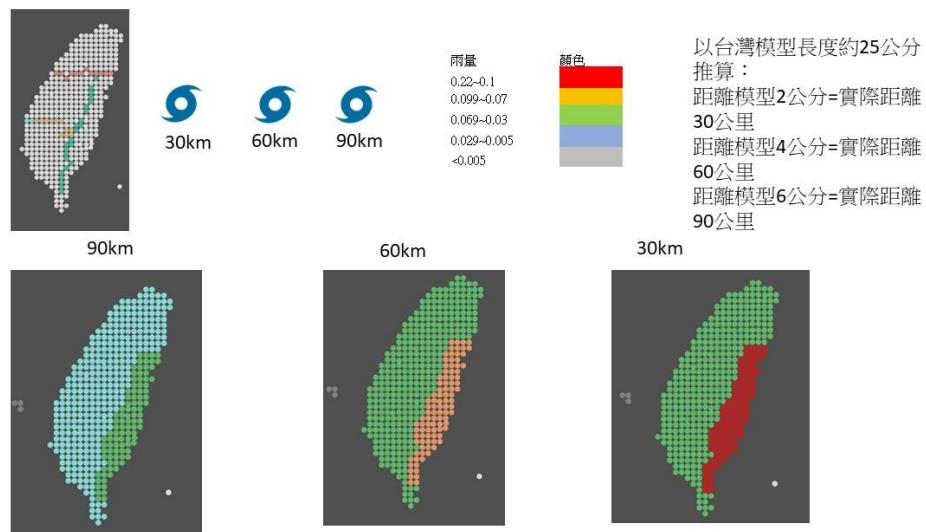


圖 19b：颱風從東方接近台灣，各地區的累積雨量(作者自製)

(三) 颱風位於台灣模型的東南方

- 距離台灣模型 6cm : 當颱風距離台灣模型 6 公分時，南部的雨量最多（約 0.015g），東部第二（約 0.011g）、中部第三（約 0.008g）、北部最少（約 0.004g）(圖 20)。

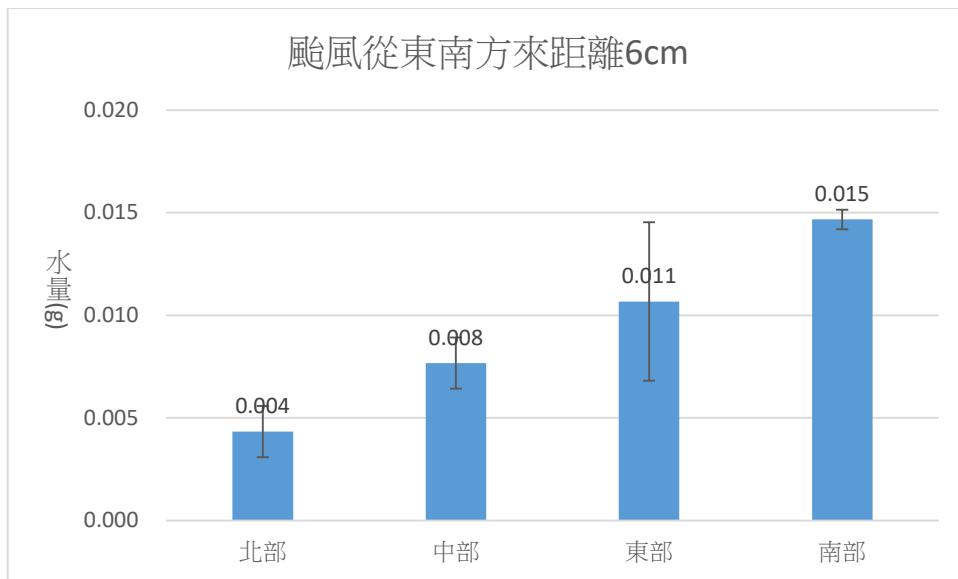


圖 20：模擬颱風從東南方來距離 6 公分，各地降雨量比較圖(作者自製)

2. 距離台灣模型 4cm：當颱風距離台灣模型 4 公分時，南部和東部的雨量差不多（約 0.015g），中部和北部的雨量明顯減少，中部的雨量約 0.005g、北部最少（約 0.003g）(圖 21)。

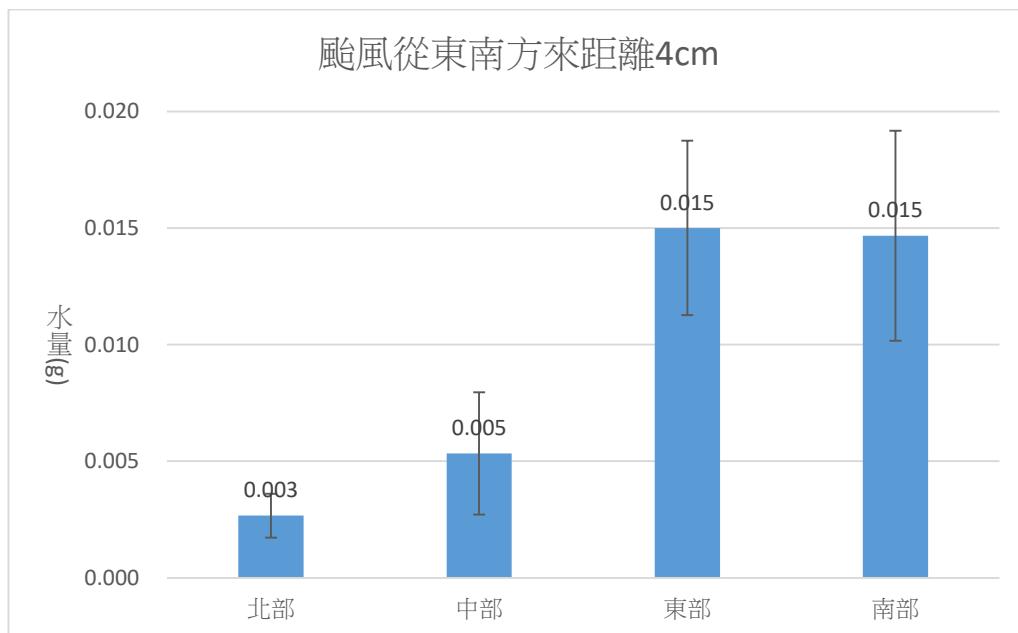


圖 21：模擬颱風從東南方來距離 4 公分，各地降雨量比較圖(作者自製)

3. 距離台灣模型 2cm：當颱風距離台灣模型 2 公分時，南部的雨量最多（約 0.009g），東部第二（約 0.006g）、中部第三（約 0.004g）、北部最少（約 0.003g）(圖 22)。

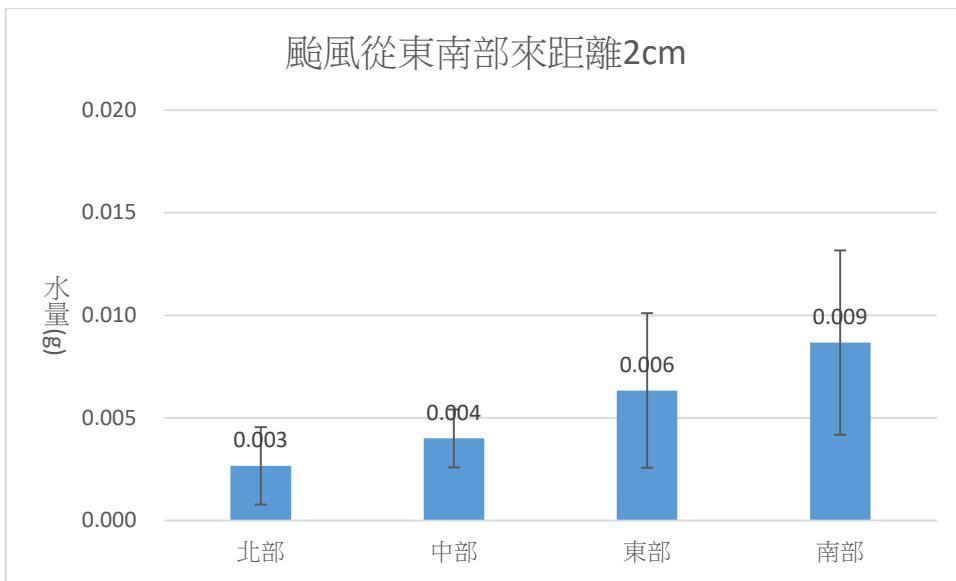


圖 22：模擬颱風從東南方來距離 2 公分，各地降雨量比較圖(作者自製)

結論：我們發現當颱風從台灣模型的東南方來的時候，東部和南部的雨量都比中部和北部的雨量多，照距離來看，北部、中部和南部都以 6 公分為降雨最多的距離，這是因為距離 6 公分時，全台有雨，到距離 4 公分時東部的雨有明顯增加，但到 2 公分時又呈下降趨勢(圖 23a、圖 23b)。

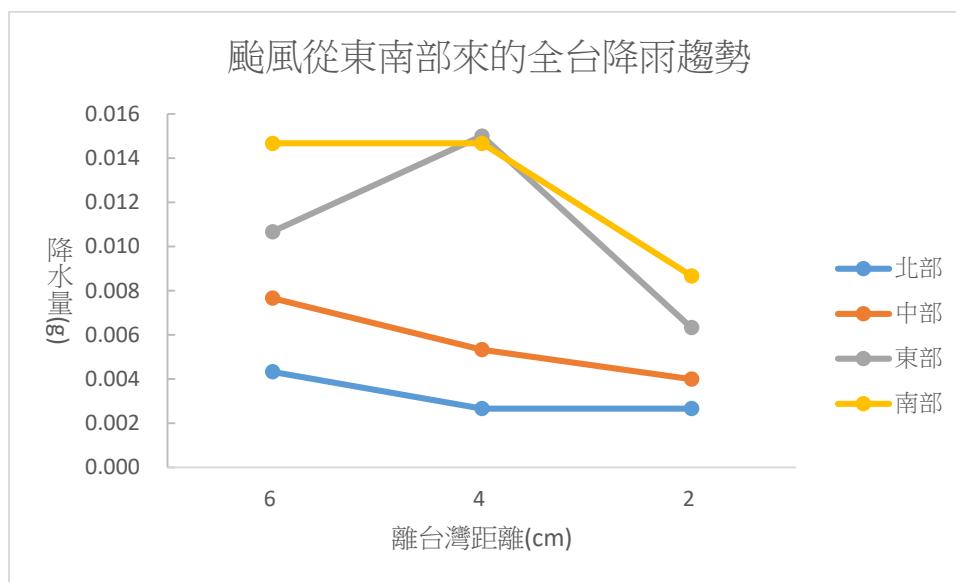


圖 23a：颱風從東南部來的全台降雨趨勢(作者自製)

颱風從南方接近台灣累積雨量

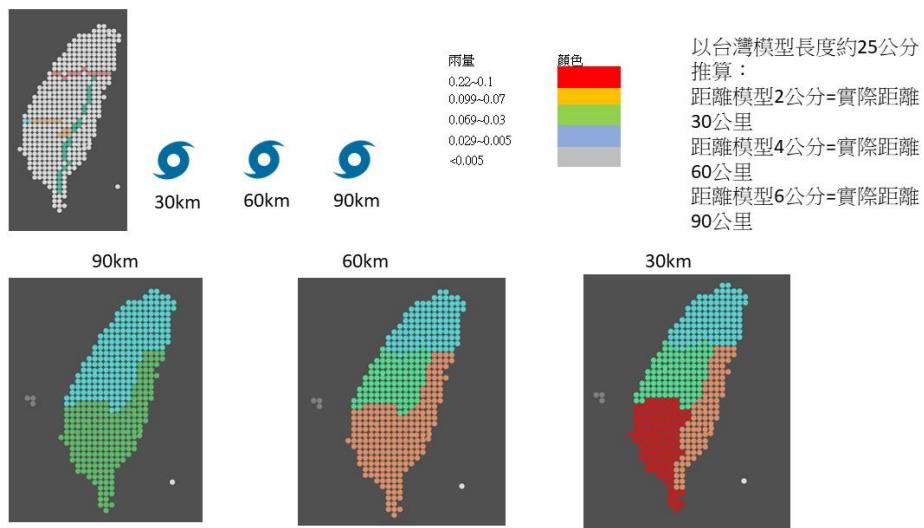


圖 23b：颱風從南方接近時，各地區累積雨量(作者自製)

三、探討東北季風對台灣降雨的影響

模擬東北季風：當東北季風距離台灣模型 35 公分，角度 30 度時，北部的雨量最多（約 0.054g），東部第二(約 0.019g)，南部第三(約 0.005g)，中部最少(約 0.003g) (圖 24)。

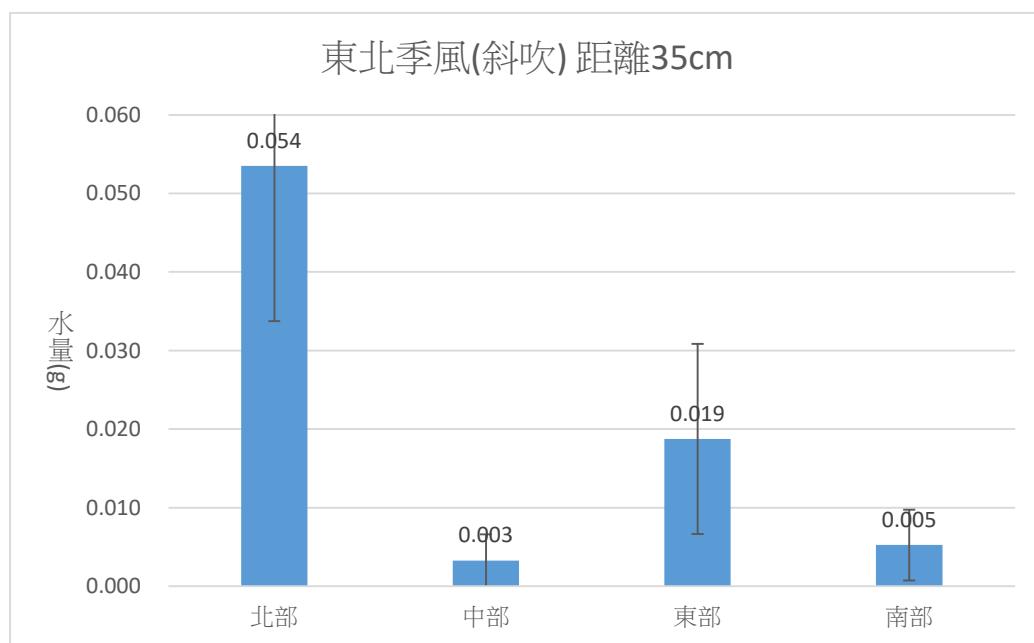


圖 24：模擬東北季風距離台灣 35 公分，各地降雨量比較圖(作者自製)

四、探討颱風與東北季風產生共伴效應對台灣各地區降雨的影響

1. 颱風在東北部且有加東北季風(距離台灣模型 4cm)

當模擬颱風和東北季風共伴效應距離 4 公分時，東部的雨量最多，約 0.22 克，北部其次，約 0.055 克，中部和南部明顯減少許多，雨量約在 0.006 克左右 (圖 25)。

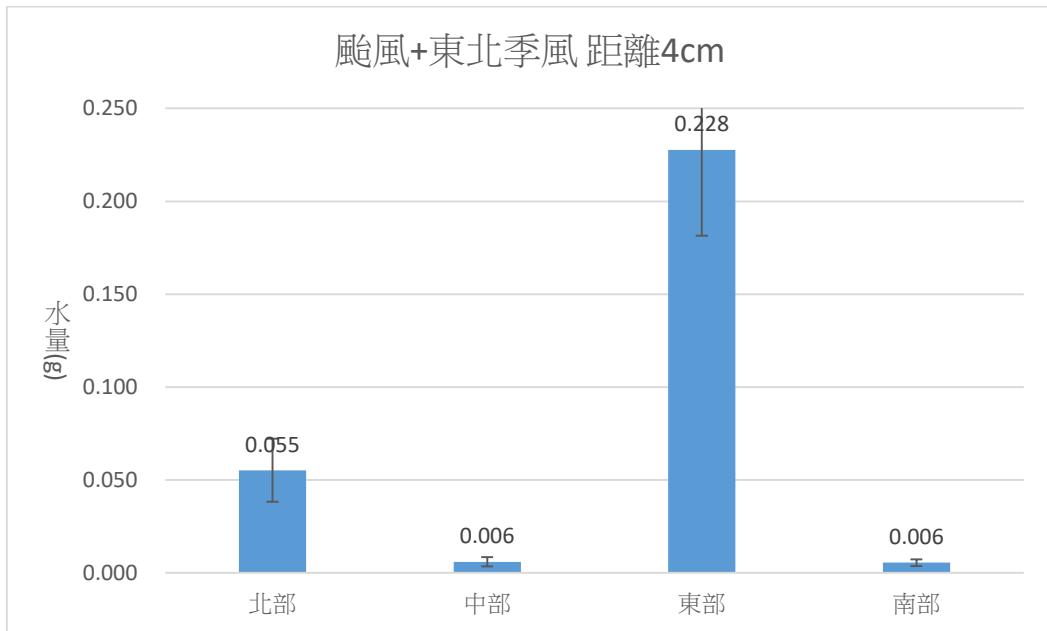


圖 25: 模擬颱風從北方來距離台灣 4 公分且有加東北季風，各地降雨量比較圖
(作者自製)

結論：當我們模擬共伴效應時，東部和北部的雨量較多，尤其是東部，雨量達到了 0.22 克，整體的降雨量明顯比颱風和東北季風多。

伍、討論

一、模擬颱風在台灣的東北、東方、東南方時，對各區降雨的影響

我們以霧化器和風扇模擬颱風，形成逆時針的風向，分別對台灣的北部、中部、東部、南部進行降雨的模擬。

(一) 當颱風在東北方時：當颱風位於台灣東北方並逐漸靠近時，北部地區通常是降雨量最多的區域，尤其是東北角。東部地區的降雨量則視颱風路徑而定，北部較易受影響。南部地區則是受影響較小的區域，中部地區由於地形屏障，降雨量最少。模擬中台灣東部與北部雨量最多，顯示迎風面（東北季風與颱風風向一致）與山脈抬升作用會造成更多降雨。

(二) 當颱風在東方時；當颱風位於台灣東方並逐漸靠近時，東部地區通常是降雨量最多的區域，其次是受颱風路徑影響的北部地區。中部地區由於中央山脈的屏障，初期降雨量相對較少。南部地區雖然初期降雨可能不明顯，但需特別留意颱風過後西南氣流可能帶來的持續性降雨。

實驗中降雨最集中在東部地區，顯示來自正東方的濕氣容易被中央山脈阻擋，形成大量降水。

(三) 當颱風在東南方時：模擬颱風從東南方接近台灣模型時，我們觀察到南部地區的降雨量明顯最多，這點從三個不同距離（2cm、4cm、6cm）的實驗中都可看出一致性。以颱風距離台灣4公分時，南部雨量明顯高於其他區域；而東部的雨量次之，中部與北部則相對較少，這個結果與實際上某些颱風從巴士海峽北上或偏向台灣東南海域時的降雨分布吻合，如山陀兒颱風或小犬颱風。

二、模擬東北季風，對各區降雨的影響

模擬東北季風影響台灣時，北部地區的降雨量最高，顯示在面對東北風的直接迎風面，水氣容易被地形抬升，形成降雨；東部地區的降雨次之，因為位於東北風的側迎風面，仍然能接收到部分濕氣；南部與中部的降雨量則非常有限，顯示在背風側的地區，受到風影響較小，水氣不易累積成降雨。這個分布與台灣實際在秋冬季節東北季風盛行時的降雨狀況相符。特別是北部地區（如新北、基隆、宜蘭）常在東北季風期間出現連日降雨或強降雨，這與實驗中觀察到的雨量最多位置一致。

三、模擬颱風與東北季風共伴時，對各區降雨的影響

模擬颱風與東北季風共伴時，實驗中風場干擾導致降雨反而減少，特別是北部，與真實案例如梅姬、納莉等颱風所造成的豪雨不符。分析顯示，颱風與季風的交互作用極為複雜，須考量風速、水氣含量、風切與路徑變化等因素。東北季風影響颱風的實際案例，包含颱風減弱、路徑改變、共伴效應引發豪雨等不同情況，機率大約是9%（表1）。經過探究颱風被東北季風破壞的原因可能是乾冷空氣入侵（切斷水氣與對流），東北季風為乾燥冷空氣，當它與颱風外圍或中心結構接觸時，會削弱颱風的對流雲系（颱風需要暖濕空氣維持），使

核心水氣供應不足，導致颱風「中空化」或對流崩解，結果為颱風「眼牆崩解」或變成不對稱結構。或是垂直風切增強（破壞結構對稱性），東北季風來襲時，高空與低層風向風速差距增大，形成「強垂直風切」，導致颱風中心對流被「吹離」、颱風結構變得傾斜、不穩定，無法維持強度，使颱風變成副熱帶風暴或減弱為熱帶性低氣壓。或是改變海氣交互條件（冷卻海面），東北季風常伴隨強勁北東風，導致上層暖水被吹離、冷水湧升（稱為「上升流」）、海水表面溫度下降，使颱風能量來源減弱，導致颱風進入南海後快速減弱（例如尼莎、鴻雁）(圖 25)。

表 1：2015 年到 2024 年，颱風被東北季風減弱的實際案例(作者整理)

年份	颱風名稱	減弱原因與描述	說明
2017	鴻雁 (Kirogi)	進入南海時遭遇東北季風冷空氣，結構破碎，快速減弱為低壓	明顯因東北季風削弱強度
2020	燦都 (Chan-hom)	北移途中與東北季風對流切斷，中心對流減弱，結構鬆散	遭東北季風削弱、偏北轉弱
2021	璨樹 (Chanthu)	原為超強颱風，在台灣東方長時間停滯時受東北季風乾冷空氣與切變影響逐漸減弱	東北季風影響造成強度減弱
2022	尼莎 (Nesat)	進入南海後受東北季風乾冷空氣影響，核心對流萎縮快速減弱為低氣壓系統	冷空氣入侵與乾空氣切斷對流

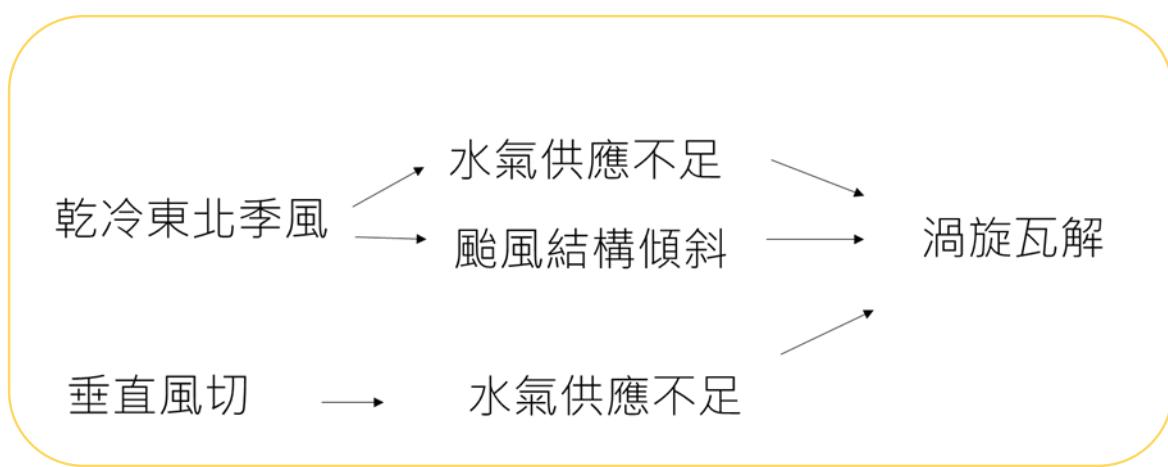


圖 26；東北季風破壞颱風示意圖(作者自製)

我們將實驗中的東北季風前面放置冰塊模擬乾冷的東北季風，並測量颱風從東北方接近台灣時(距離 4 公分)，各地區的降雨量，我們發現各地區的雨量都減少許多(圖 27)(圖 28)。



圖 27：模擬颱風和乾冷的東北季風共伴效應(作者自行拍攝)

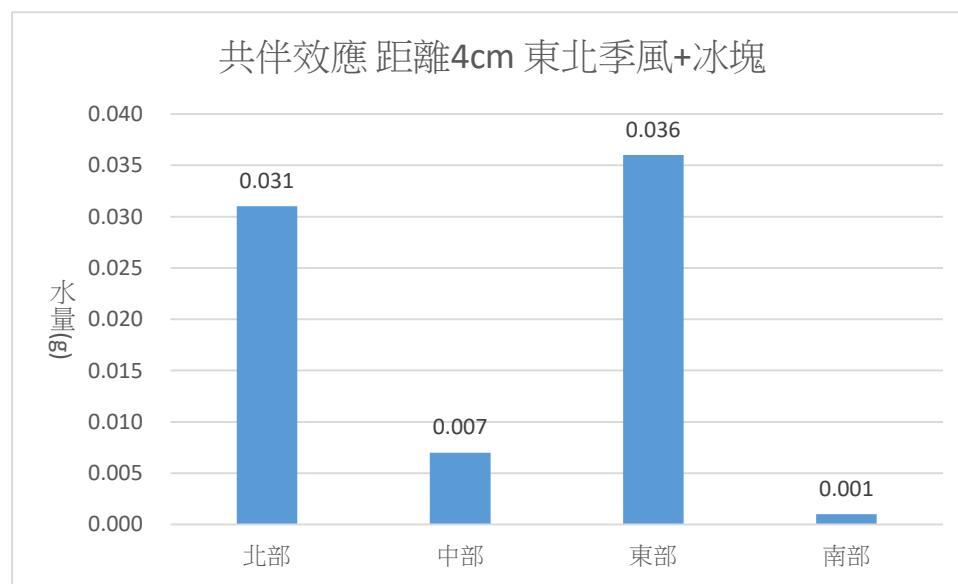


圖 28：模擬颱風從東北方來距離 4 公分，和乾冷的東北季風共伴效應，各地降雨量比較圖(作者自製)

我們將實驗中的東北季風風速增加到 17.6mph 模擬垂直風切，並測量颱風從東北方接近台灣時(距離 4 公分)，各地區的降雨量，我們發現各地區的雨量都減少許多(圖 29)(圖 30)。



圖 29：模擬颱風和風速增強的東北季風共伴效應(作者自行拍攝)

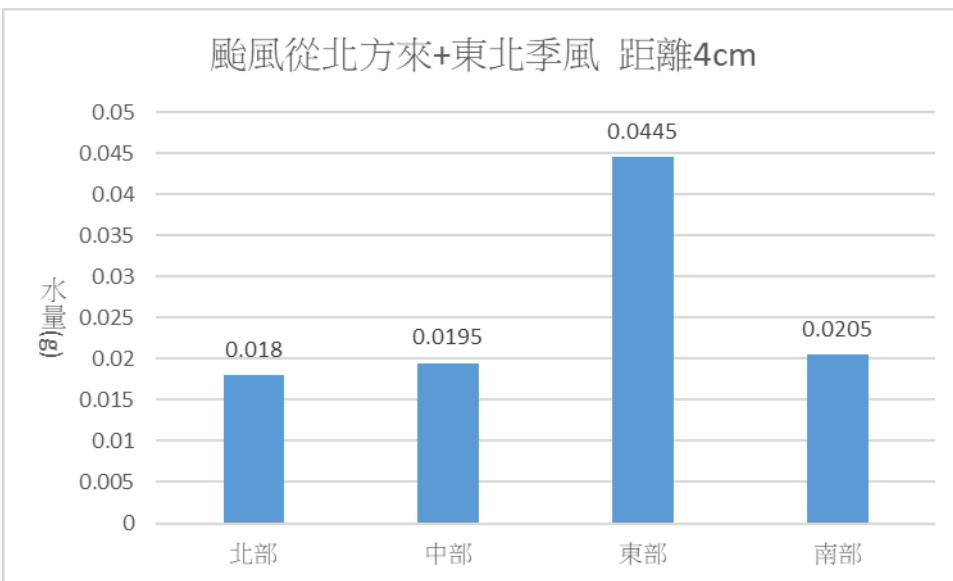


圖30：模擬颱風和風速增強的東北季風共伴效應 (作者自製)

另外東北季風也可能使颱風路徑異常(表 2)，可能原因是增強東北風氣流(推動颱風偏南或偏西)，東北季風是自大陸往海洋吹送的冷空氣，風向通常為東北~北風。當季風強烈時，它會主導區域氣流，使颱風受到強烈北或東北氣

流推擠，導致原本預測往北移的颱風被推向西或西南（如 2022 年尼莎）或是接近台灣的颱風轉往南海。或是破壞副熱帶高壓結構（改變颱風北上的通道），東北季風南下會與副熱帶高壓（太平洋高壓）邊緣互動，可能導致高壓勢力東退、南壓、颱風「北上的路被堵住」改走較弱氣壓區，也就是轉向西南或偏東，或者是與颱風外圍環流交互（拉動颱風轉向）：東北季風與颱風的外圍反氣旋流場碰撞時，會產生引導性「槽線」或「氣流夾角」，使颱風偏離原本副高導引的軌跡（圖 31）。

表 2：2015 年到 2024 年，東北季風使颱風路徑異常的實際案例(作者整理)

年份	颱風名稱	轉向描述	說明
2017	鴻雁 (Kirogi)	進入南海後受東北季風阻擋轉向偏西南走向越南	季風造成其西行偏折，未如預期西北移動
2020	燦都 (Chanthom)	原朝台灣方向前進，後受東北季風與高壓導引東北轉向遠離	由偏西北轉向東北，遠離台灣
2021	璨樹 (Chanthu)	原預測可能登陸東部，後因東北季風與副高導引改偏北，轉向東北方遠離台灣	停滯後未登陸，反向北移
2022	尼莎 (Nesat)	進入南海後原預測偏北，實際轉偏西向越南，東北季風引導其向赤道側推移	季風影響使其難以北上接近台灣

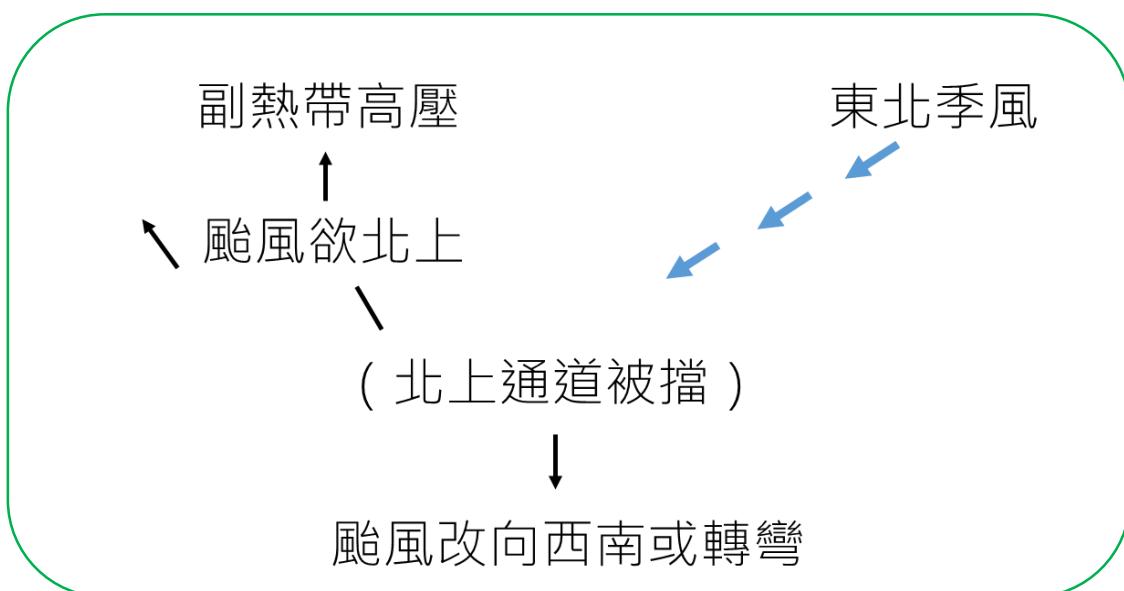


圖 31：東北季風使颱風路徑異常示意圖(作者自製)

共伴效應引發極端降雨(表 3)，可能原因是水氣匯聚疊加（降雨劇烈增強），東北季風自大陸吹向台灣為乾冷氣流，但當它與颱風外圍暖濕氣流（來自太平洋或南海）相遇時，兩種氣流在迎風面（如北部、東北部）對撞、抬升產生劇烈對流、滯留鋒面或雨帶，這使得降雨集中、強度加倍，可能連日不斷下雨。常見在台灣東北部如宜蘭、基隆、新北等地出現長時間豪雨，例如 2021 年璨樹颱風 + 東北季風導致宜蘭出現連續降雨超過 400mm。或是風場結合（沿海強風加劇），東北季風本身風速強（冬天可達 6~8 級以上），若與颱風外圍順向吹送，會使風力疊加，造成沿海與山口風力爆強、颱風遠離時仍出現類似颱風等級風速，尤其在北部與東部沿海（如蘇澳、貢寮）特別明顯。或者是使雨帶「卡住」（長時間影響某地區），颱風本身若移動緩慢或與東北季風導引方向「對抗」，可能導致對流雲系在一地區「滯留不散」，像是「颱風+梅雨」雙重雨勢，出現連續 3~5 天不間斷降雨、土石流風險大增(圖 31)。

表 3：2015 年到 2024 年，共伴效應引發極端降雨的實際案例(作者整理)

年份	颱風名稱	共伴效應描述	主要影響地區
2016	梅姬 (Megi)	登陸後外圍水氣與東北季風共伴，東部與南部豪雨不斷	花蓮、台東、高雄等
2021	璨樹 (Chanthu)	東側滯留時與東北季風長時間共伴，北部與宜蘭暴雨成災	宜蘭、基隆北海岸
2022	尼莎 (Nesat)	移入南海後與東北季風結合，台灣東南部降雨增強	恆春、台東
2023	小犬 (Koinu)	外圍與東北風順向重疊，北部與東北部出現強風與強降雨	台北、新北、宜蘭

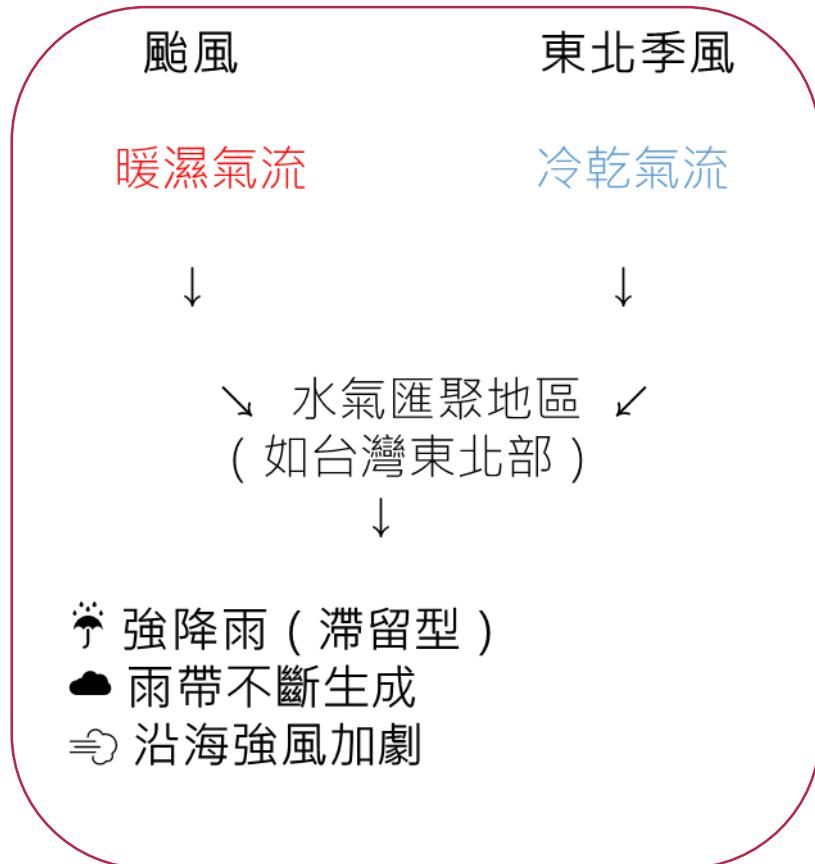


圖 32：颱風和東北季風共伴效應示意圖(作者自製)

我們將實驗中的颱風速增加到 17.6mph 模擬颱風強度增大時，測量颱風從東北方接近台灣時(距離 4 公分)，各地區的降雨量，我們發現各地區的雨量都減少(圖 33)(圖 34)，顯示當颱風強度增強時，不一定會造成共伴效應。

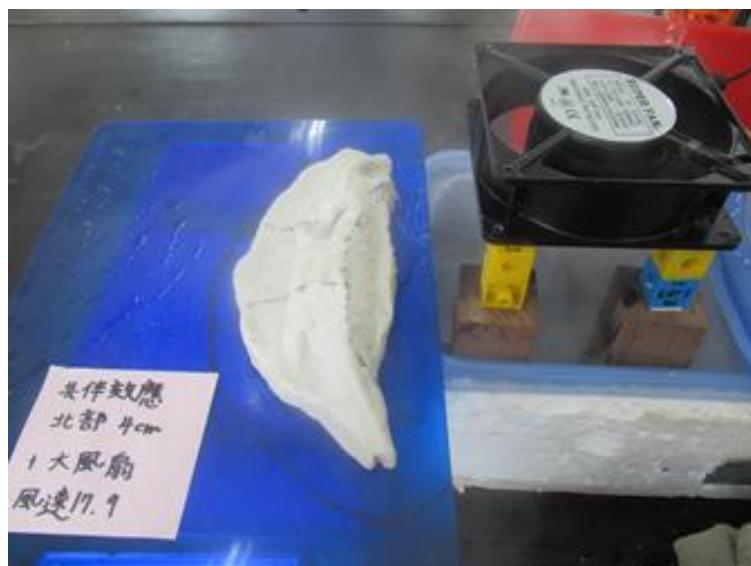


圖33：模擬風速增強的颱風和東北季風共伴效應(作者自行拍攝)

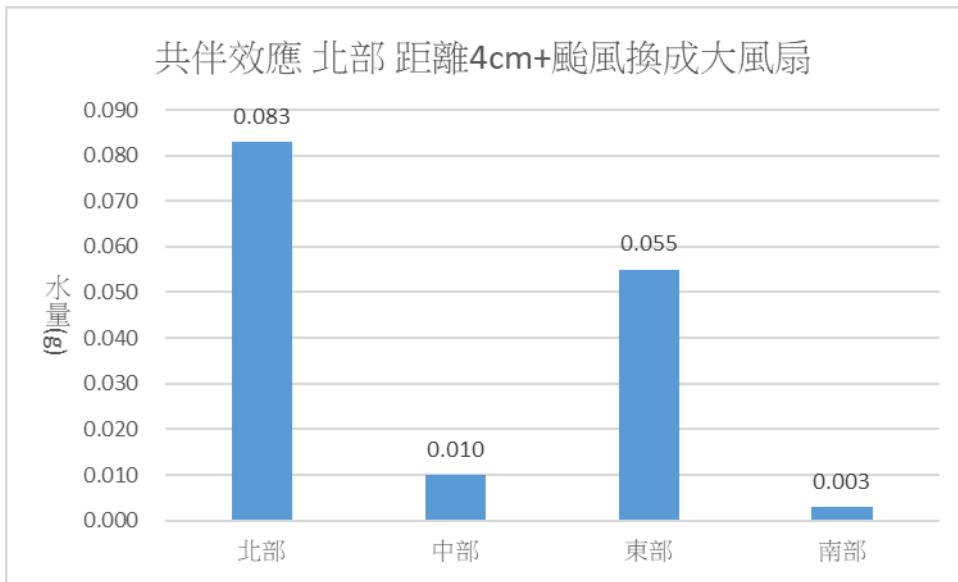


圖34：模擬風速增強的颱風和東北季風共伴效應，各地區的降雨量 (作者自製)

陸、結論

- 一、研究回顧了 2001 年至 2024 年間影響台灣的颱風，發現部分颱風（如納莉、梅姬、尼莎）與東北季風有明顯的共伴效應，在台灣北部和東部地區造成嚴重災害，包括淹水、土石流、交通中斷、人員傷亡及財物損失。
- 二、根據模擬實驗，颱風從不同方向接近台灣時，各地區的降雨量分布有所不同：當颱風從台灣從東北方來時，東部和北部的雨量較多，距離台灣模型 4 公分時的總降雨量比 2 公分或 6 公分時多，推測距離太近可能受地形破壞，距離太遠則降雨不明顯。這與迎風面及山脈抬升作用會造成更多降雨的實際情況相符。從東方來時，東部的雨量最多，東部雨量隨著颱風距離拉近（從 6 公分到 2 公分）有明顯增加趨勢。這可能是因為中央山脈的阻擋作用，使降雨多分布在山脈東側。颱風在東南方時，南部的雨量最多，其次是東部。這與實際部分從巴士海峽北上或偏向台灣東南海域的颱風降雨分布吻合。
- 三、單獨模擬東北季風時，北部的雨量最多，其次是東部，而南部和中部的雨量非常有限。這顯示北部作為直接迎風面，水氣易被地形抬升形成降雨。此分布與台灣秋冬季節東北季風盛行時北部和東北部多雨的狀況一致。

四、模擬共伴效應（颱風從東北方來距離 4 公分 + 東北季風）時，實驗結果顯示東部和北部的降雨量明顯增加，尤其是東部，總體降雨量比單獨模擬時多。然而，模擬中風場干擾導致部分區域（特別是北部）降雨減少的現象，與真實案例造成的豪雨不符，顯示颱風與季風的交互作用極為複雜。進一步的模擬探討發現，當模擬乾冷東北季風（加入冰塊）增加東北季風風速時，各地區的降雨量都明顯減少。這支持了東北季風的乾冷空氣或強風切可能破壞颱風結構、減少降雨的推測。故研究強調颱風與季風的交互作用複雜，需要考量多種因素才能更準確預測降雨影響。

柒、參考文獻

- 一、林伯羽、郭泳承、楊可安。2024。雙「風」對決，勢「伴」功倍—探討季風對颱風風場之影響與模擬。中華民國第 64 屆中小學科學展覽會作品
- 二、黃玉涵、江妍慈。2024。旋風登台，引領流型—探討西行侵台颱風之流型變化與實驗模擬。2024 臺灣國際科展地球與環境科學科
- 三、蕭柏智、范傑翔、蔡帛原。2018。Co-movement！秋颱共伴效應之深入探討。第 58 屆全國中小學科展作品地球與行星科學科
- 四、莊詠軫、吳孟璟、余慧安。2018。風度「偏偏」分析颱風風場的不對稱性及實驗模擬。第 58 屆全國中小學科展作品地球與行星科學科。
- 五、納莉颱風路徑圖 [https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E7%B4%8D%E8%8E%89_\(2001%E5%B9%B4\)](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E7%B4%8D%E8%8E%89_(2001%E5%B9%B4))
- 六、梅姬颱風路徑圖 [https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E9%AE%8E%E9%AD%9A_\(2010%E5%B9%B4\)](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E9%AE%8E%E9%AD%9A_(2010%E5%B9%B4))
- 七、尼莎颱風路徑圖 [https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E7%B4%8D%E6%B2%99_\(2022%E5%B9%B4\)#/media/File:Nesat_2022_track.png](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E7%B4%8D%E6%B2%99_(2022%E5%B9%B4)#/media/File:Nesat_2022_track.png)
- 八、潭美颱風路徑圖 [https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%BC%B7%E7%83%88%E7%86%B1%E5%B8%B6%E9%A2%A8%E6%9A%B4%E6%BD%AD%E7%BE%8E_\(2024%E5%B9%B4\)#/media/File:Trami_2024_path.png](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%BC%B7%E7%83%88%E7%86%B1%E5%B8%B6%E9%A2%A8%E6%9A%B4%E6%BD%AD%E7%BE%8E_(2024%E5%B9%B4)#/media/File:Trami_2024_path.png)

- 九、山陀兒颱風路徑圖 https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E5%B1%B1%E9%99%80%E5%85%92#/media/File:Krathon_2024_path.png
- 十、圓規颱風路徑圖 [https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%BC%B7%E7%83%88%E7%86%B1%E5%B8%B6%E9%A2%A8%E6%9A%B4%E5%9C%93%E8%A6%8F_\(2021%E5%B9%B4\)#/media/File:Kompasu_2021_track.png](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%BC%B7%E7%83%88%E7%86%B1%E5%B8%B6%E9%A2%A8%E6%9A%B4%E5%9C%93%E8%A6%8F_(2021%E5%B9%B4)#/media/File:Kompasu_2021_track.png)
- 十一、軒蘭諾颱風路徑圖 https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E8%BB%92%E5%B5%90%E8%AB%BE#/media/File:Hinnamnor_2022_track.png
- 十二、米塔颱風路徑圖 [https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E7%B1%B3%E5%A8%9C_\(2019%E5%B9%B4\)#/media/File:Mitag_2019_track.png](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E7%B1%B3%E5%A8%9C_(2019%E5%B9%B4)#/media/File:Mitag_2019_track.png)
- 十三、小犬颱風路徑圖 https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A2%B1%E9%A2%A8%E5%B0%8F%E7%8A%AC#/media/File:Koinu_2023_path.png

【評語】030506

本研究藉由自製雨量模擬實驗平台，探討颱風與東北季風共伴效應對降雨的影響。本研究主題清楚，研究方法適切，團隊也能解釋模擬中水霧流場與物理降雨差異，說明該團隊瞭解作品相關的基本原理，以及相關解釋的限制。另外，該團隊在海報報告時，展現出團隊合作的精神，讓評審團印象深刻。

作品海報

風水輪流 轉

一探討颱風和東北季風共伴效應對台灣降雨的影響

摘要

本研究探討颱風與東北季風共伴效應對台灣降雨及災害的影響。透過歷年颱風案例發現，共伴效應可能會導致多地嚴重淹水、道路斷裂、人員傷亡等災害。本研究自製雨量模擬實驗平台。模擬結果顯示：颱風從不同方向接近，降雨分布不同：當颱風從東北方接近台灣時，東部、北部雨量較多；颱風從台灣東方接近時，東部的雨量較多；颱風從台灣的東南方接近時，南部的雨量較多。單獨模擬東北季風時，台灣北部雨量最多，其次是東部，把東北季風的降雨量和颱風的降雨量相比，東北季風帶來的雨量較多。在共伴效應模擬時，實驗結果有兩種可能：颱風和東北季風產生共伴效應，使東部和北部的降雨量增加；東北季風風速增加，可能會破壞颱風結構，使雨量減少。

壹、前言

一、研究動機

2024年的暑假，由於颱風的襲擊，台灣多地區放了好幾天颱風假，這使我們對不同颱風對台灣降雨量的影響產生了濃厚的興趣。我們開始探討颱風和東北季風之間是否存在某種合作關係，並推測它們是否會互相影響降水的分佈和強度。我們希望通過這樣的實驗，能夠了解颱風與東北季風之間的相互作用如何影響台灣的降水模式，並為未來的颱風預測提供更多的線索。

二、研究目的

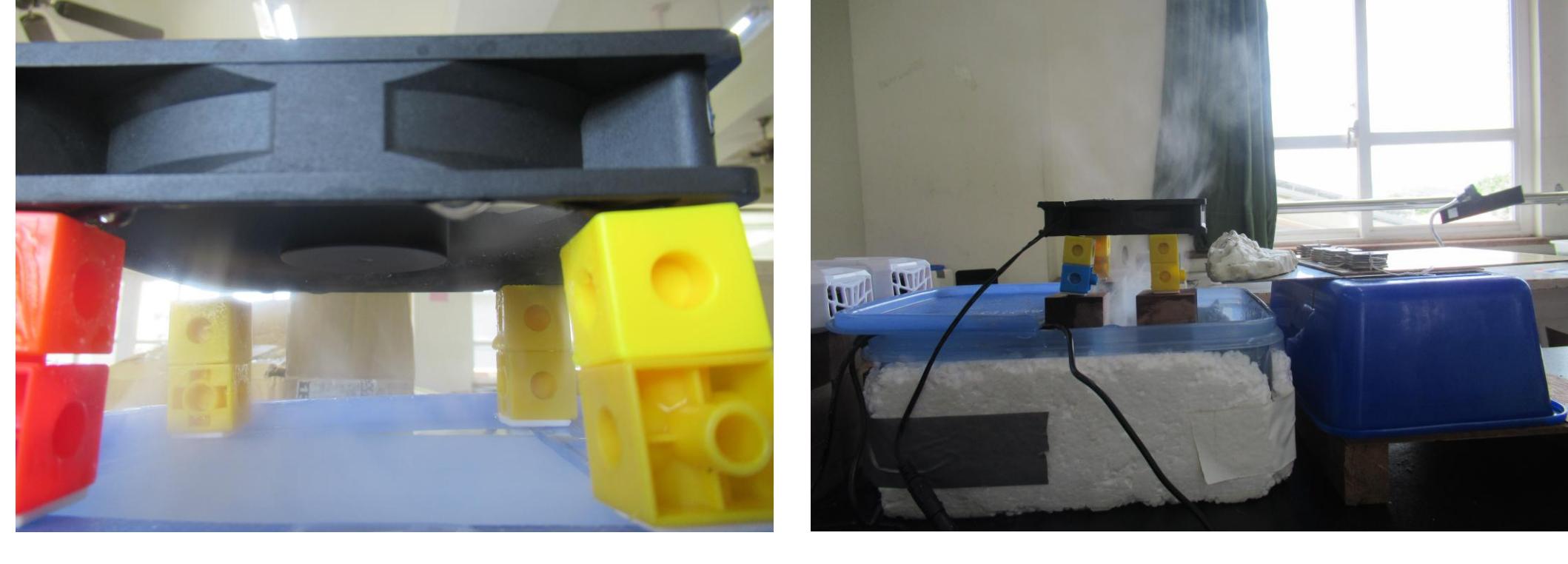
- (一) 探查歷年來颱風和東北季風對台灣的影響之案例
- (二) 自製雨量與共伴效應模擬實驗平台
- (三) 探討颱風在不同位置對台灣各地區降雨的影響
- (四) 探討東北季風對台灣各地區降雨的影響
- (五) 探討颱風與東北季風共伴效應對台灣降雨的影響

貳、研究材料

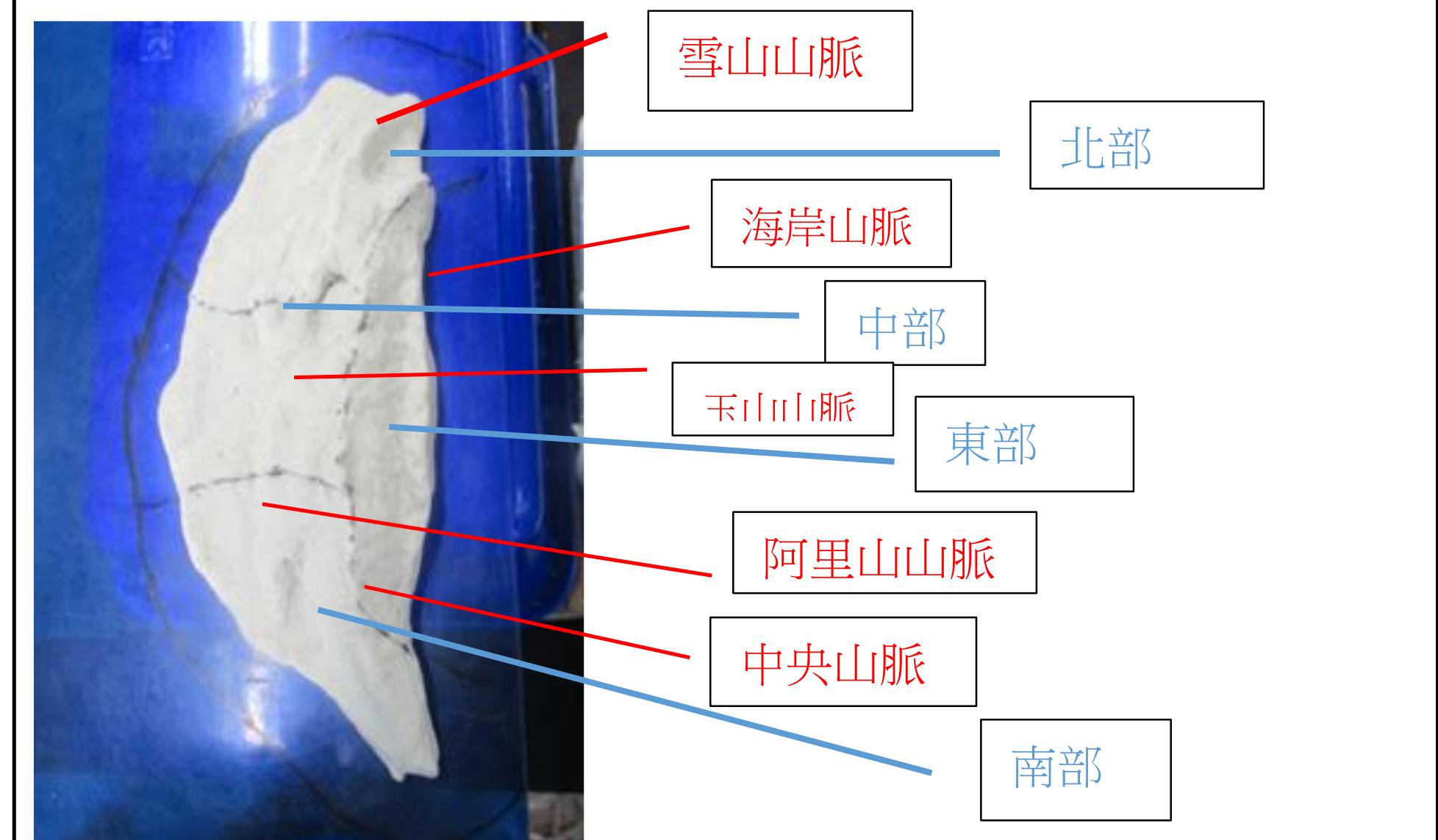
風扇	霧化器	風速計	卸妝棉
水盆	自製台灣模型	電子天平	計時器

參、研究方法

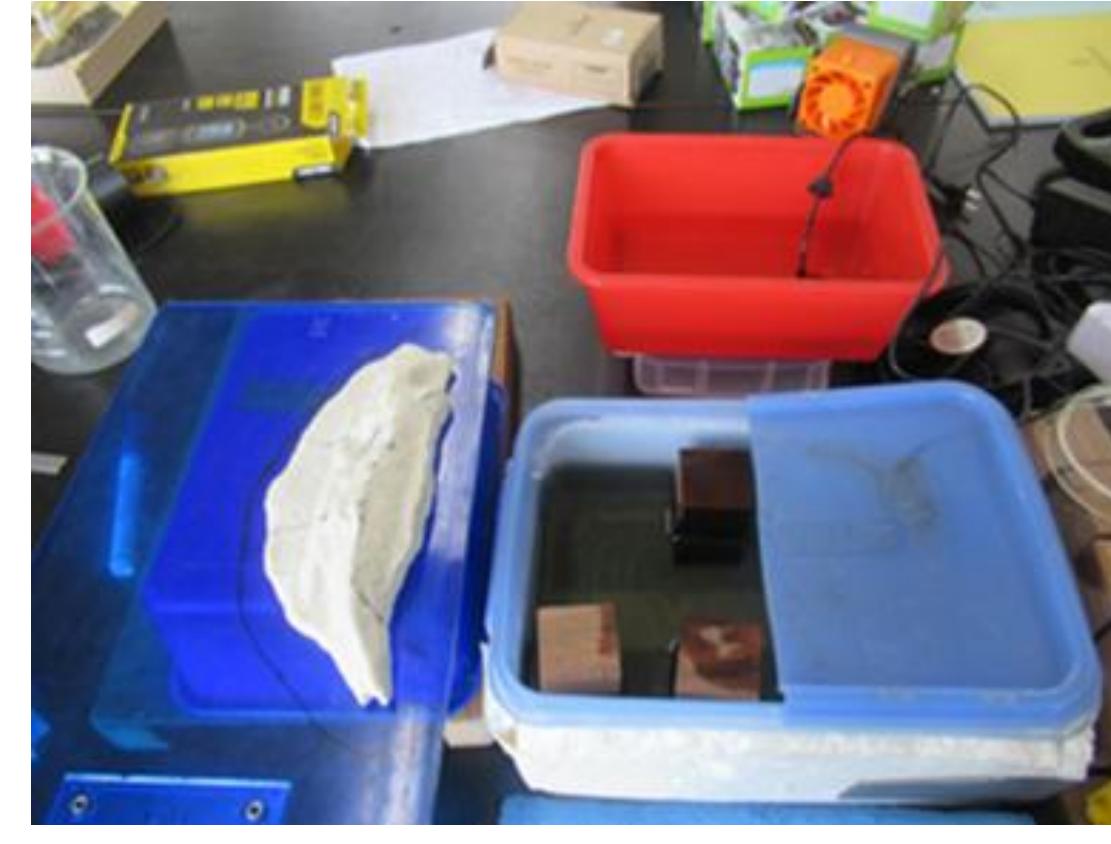
二、自製雨量與共伴效應模擬實驗平台



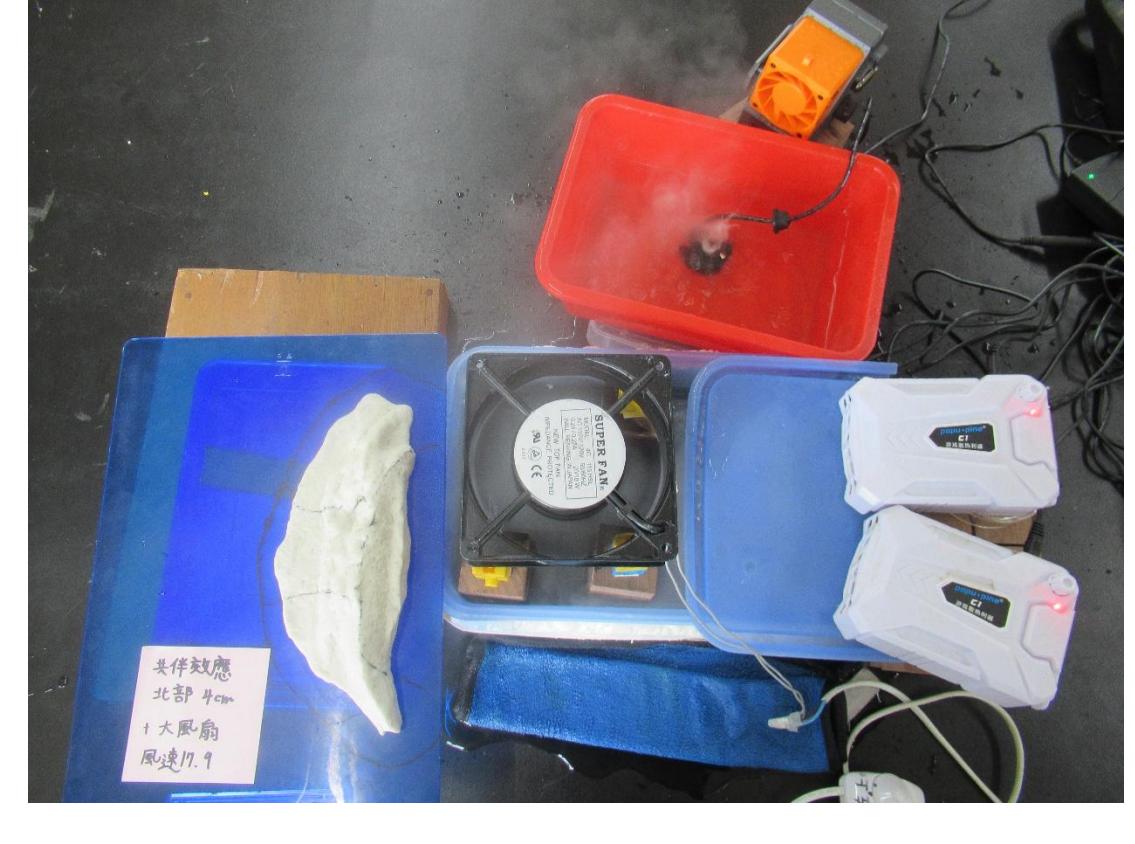
三、探討颱風在不同位置對台灣各地區降雨的影響



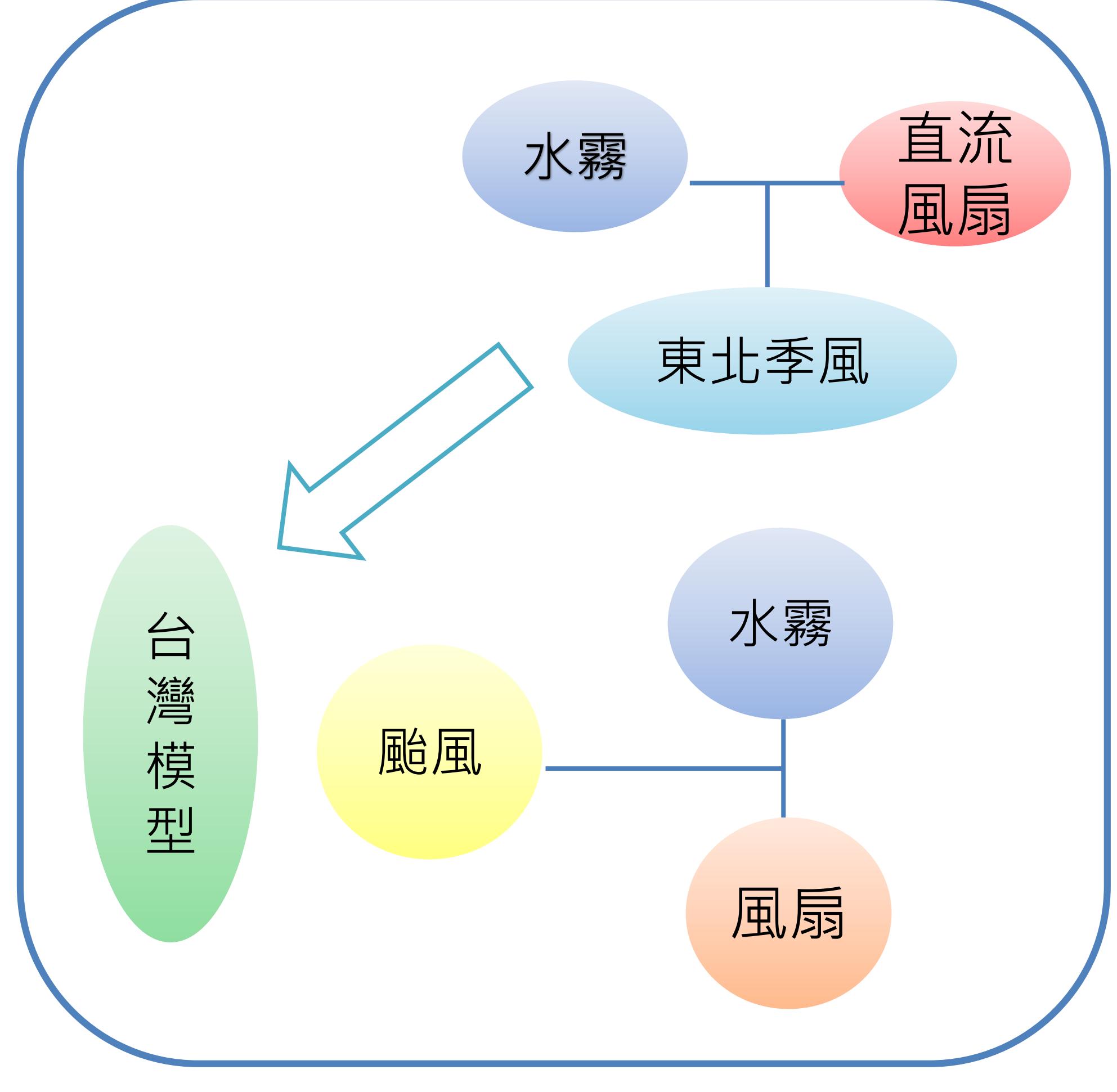
四、探討東北季風對台灣各地區降雨的影響



五、探討颱風與東北季風共伴效應對台灣降雨的影響



實驗流程圖



肆、研究結果

一、探討颱風在不同位置對台灣各地區降雨的影響

(一) 颱風從東北方來

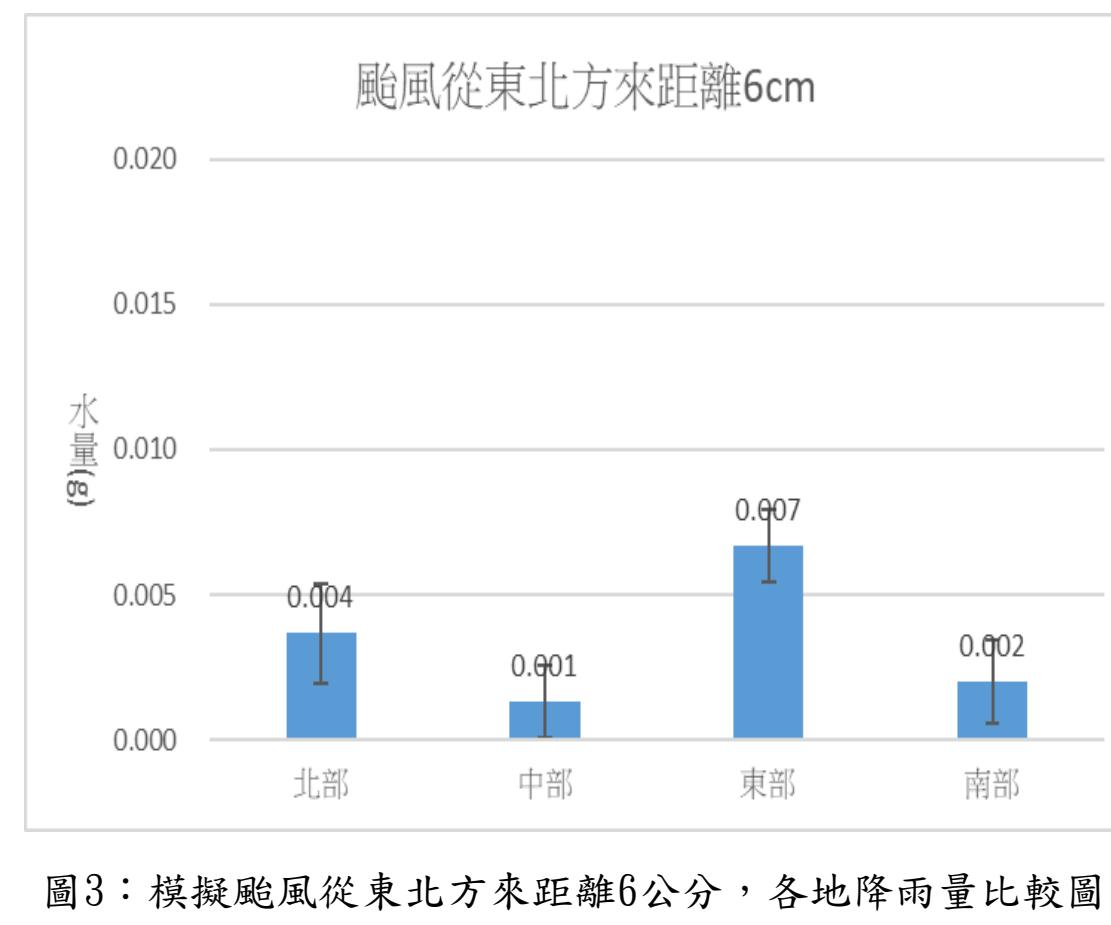
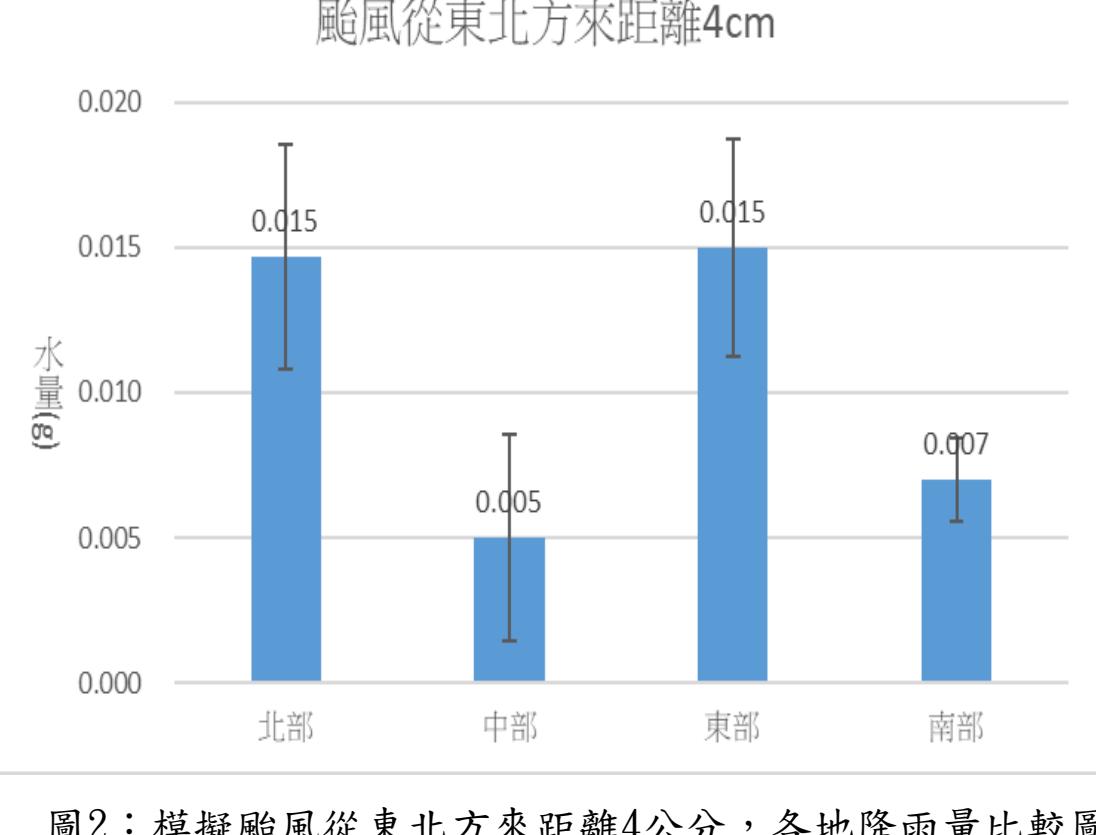
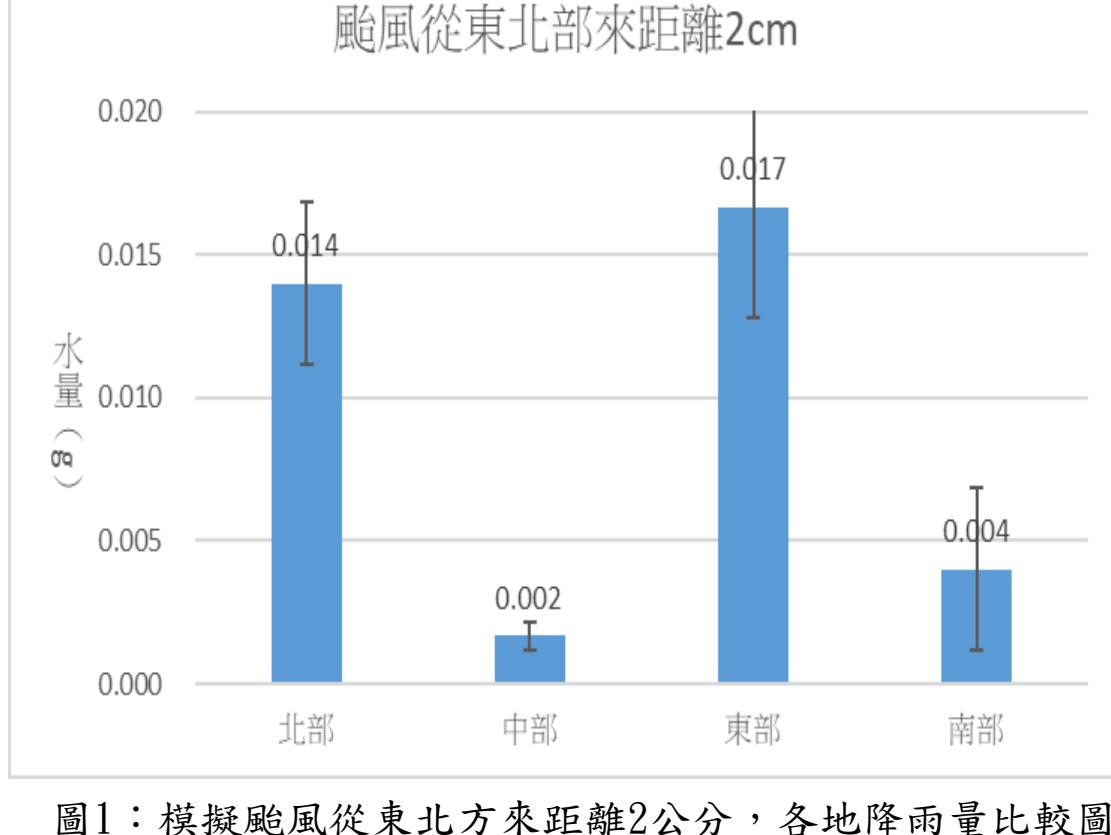


圖1：模擬颱風從東北方來距離2公分，各地降雨量比較圖

圖2：模擬颱風從東北方來距離4公分，各地降雨量比較圖

颱風從東北方來距離6cm時，東部降水最多，中部降水最少，颱風從東北方來距離4cm時，東部和北部的降水量並列最多，中部最少，颱風從東北部來距離2cm時，東部的降水最多，中部的降水最少。

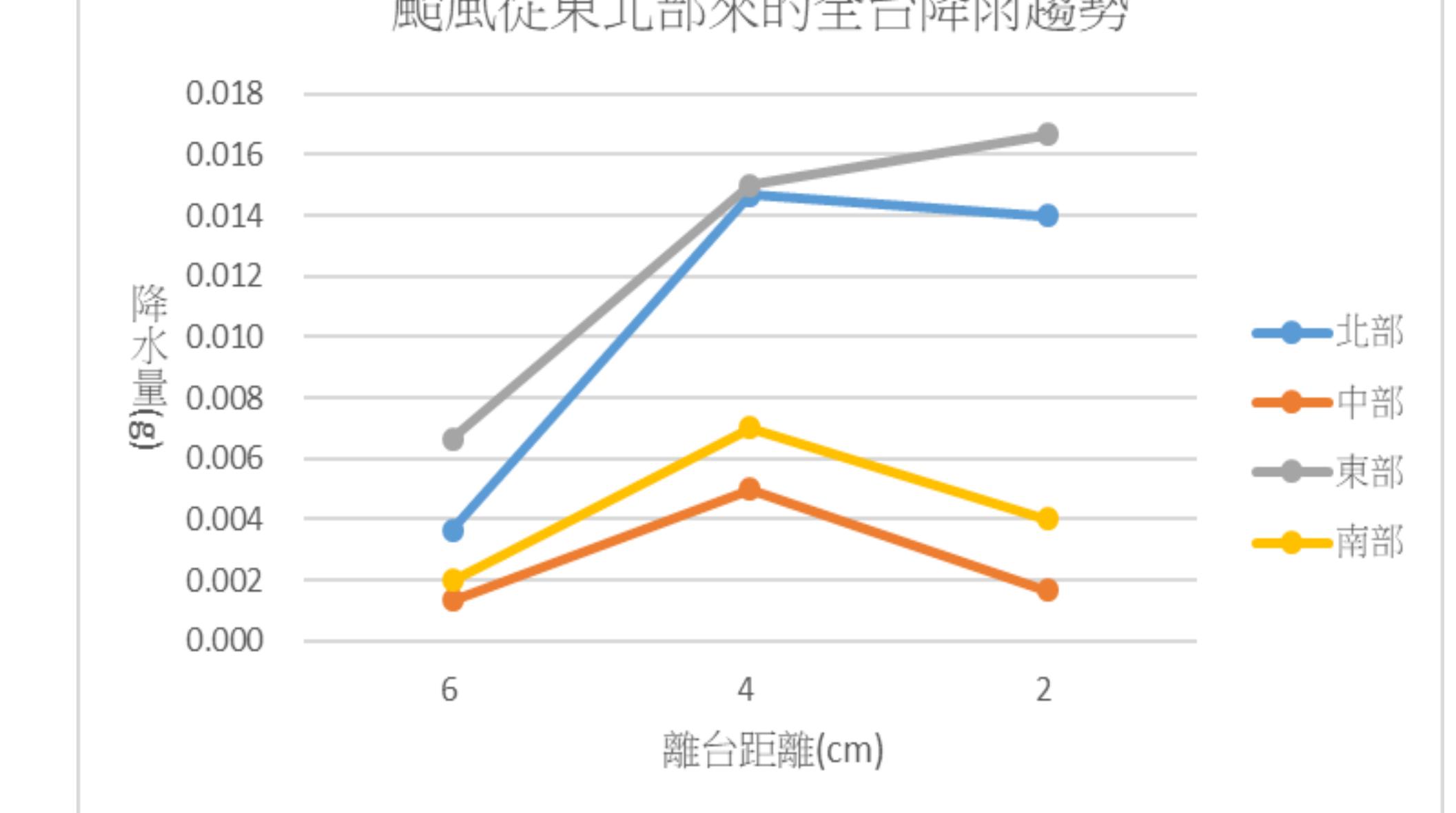


圖4a：颱風從東北方來的全台降雨趨勢

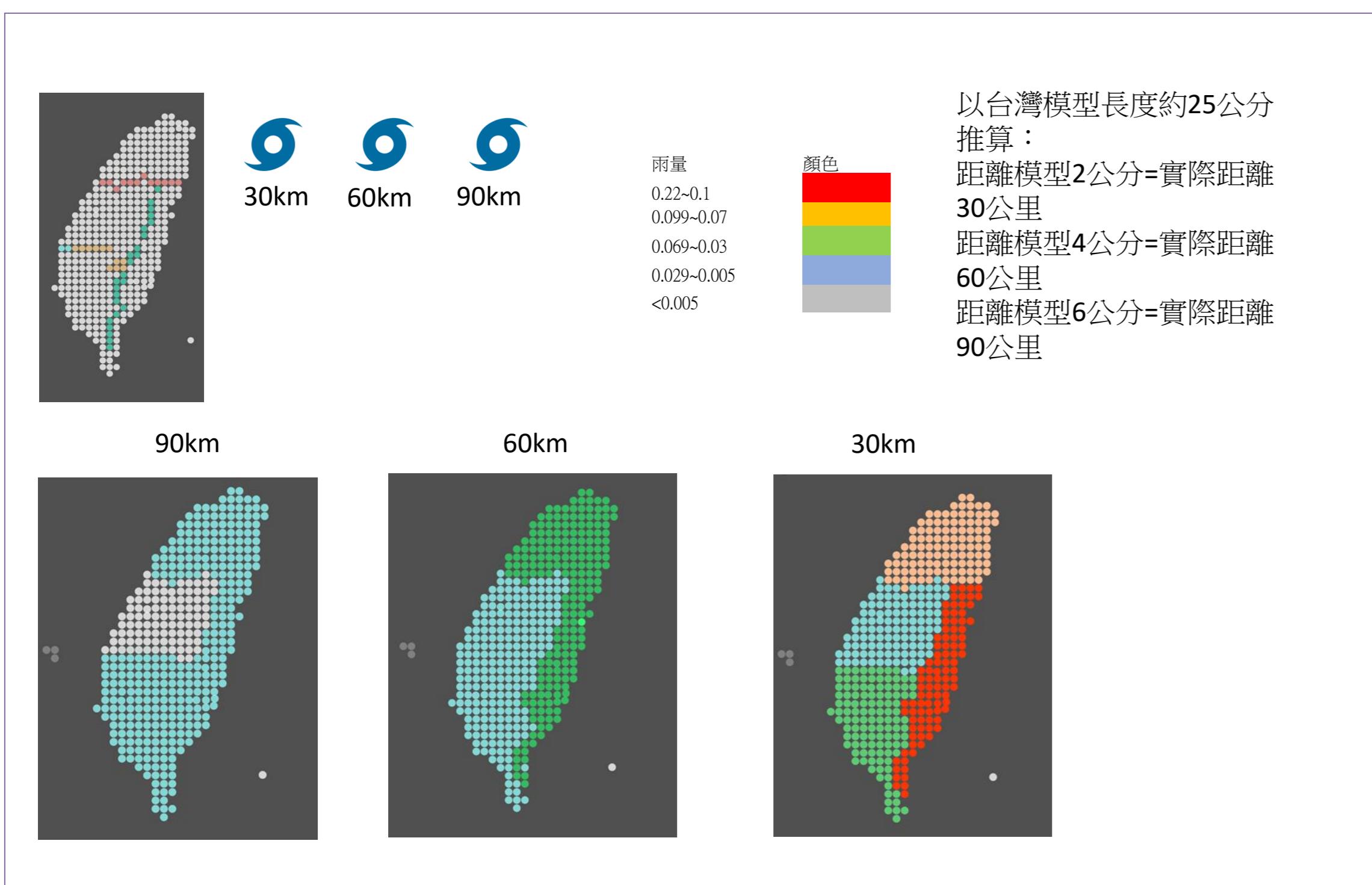


圖4b：颱風從北方接近台灣時，各地區累積雨量

當颱風從台灣模型的東方來時，東部雨量最多，北、中、南部的水量約在10克以下，東部的雨量由距離6公分到2公分有往上趨勢，可能是因為受中央山脈的阻擋，使得降雨多分布在中央山脈的東側

(二) 颱風位於台灣模型的東方

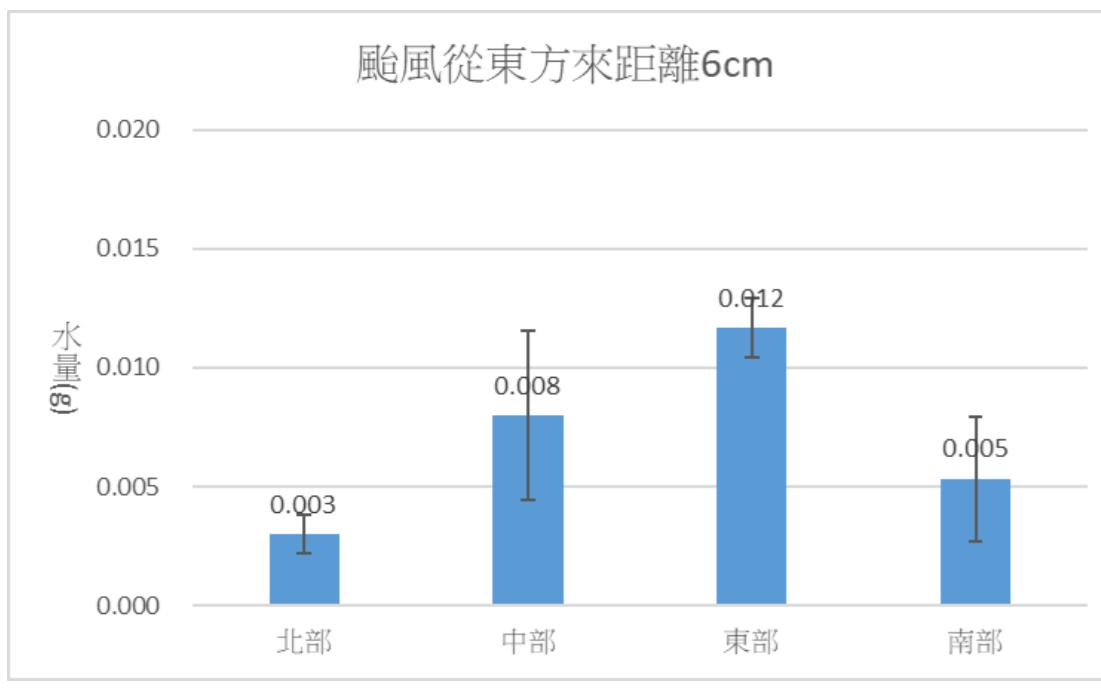


圖5：模擬颱風從東方來距離6公分，各地降雨量比較圖

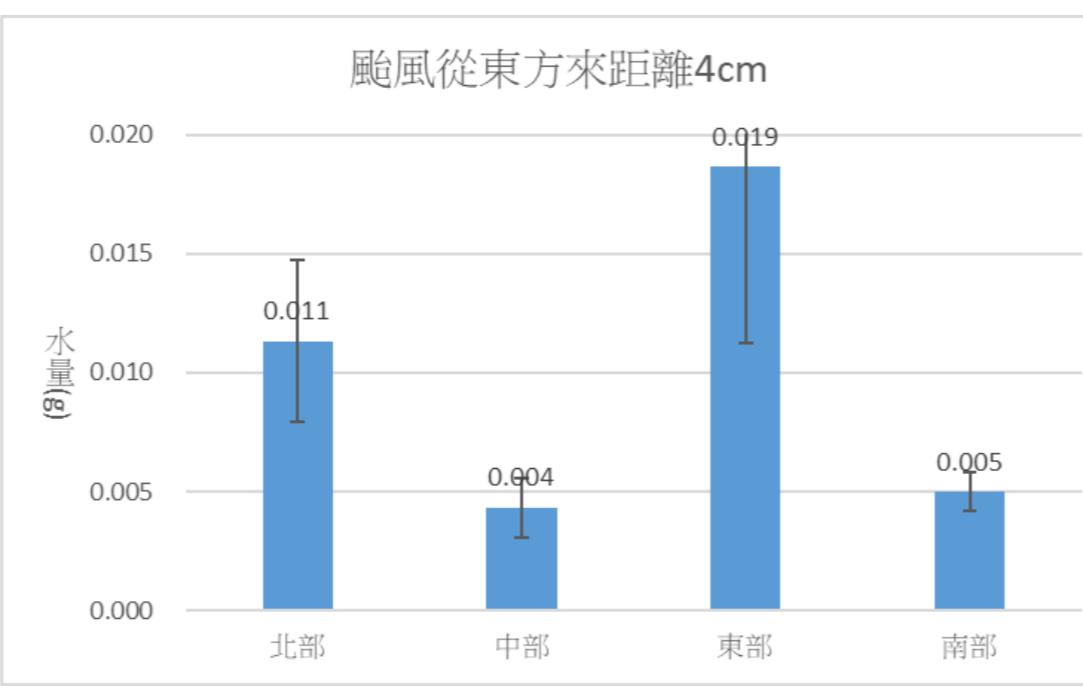


圖6：模擬颱風從東方來距離4公分，各地降雨量比較圖

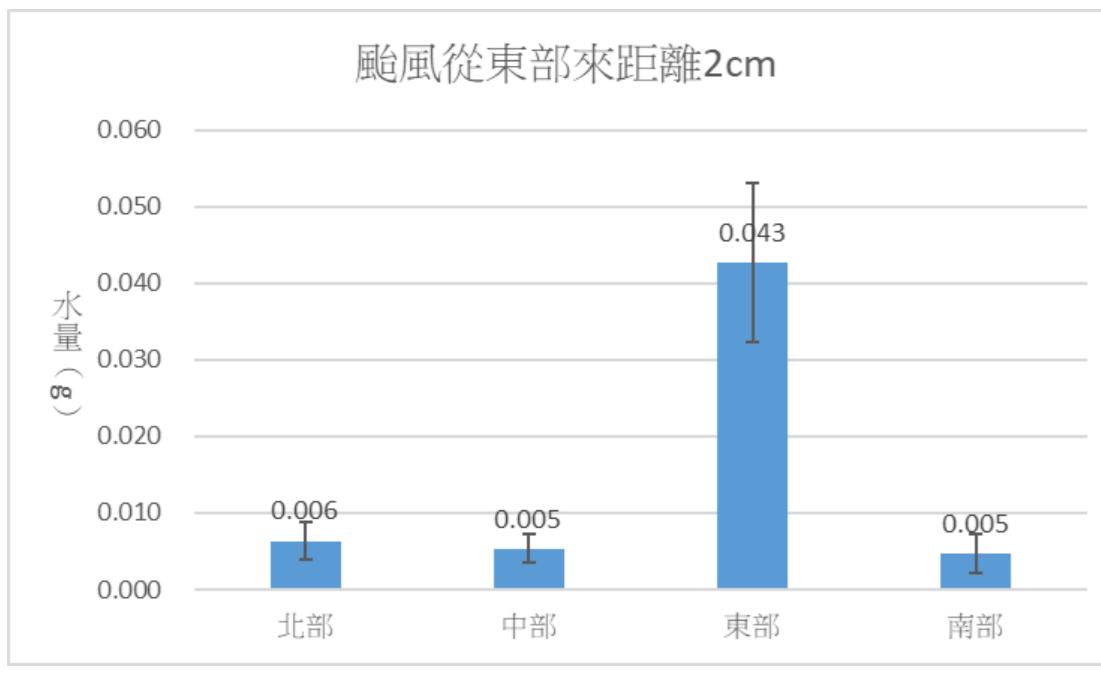


圖7：模擬颱風從東方來距離2公分，各地降雨量比較圖

颱風從東方來距離6cm時，東部降水最多，北部降水最少，颱風從東方來距離4cm時，東部降水最多，中部降水最少，颱風從東方來距離2cm時，東部降水最多，中部和南部的降水量並列最少。

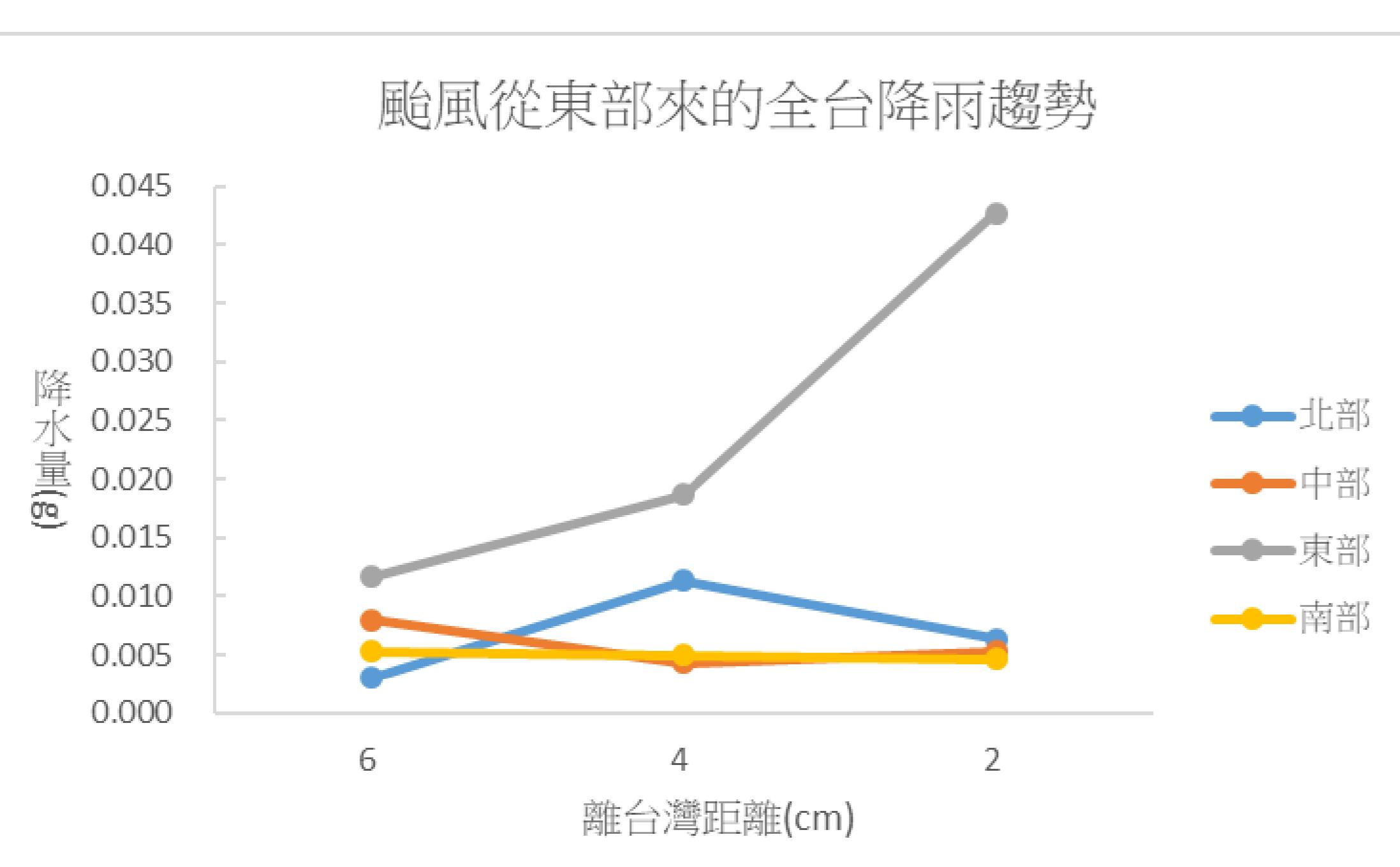


圖8a：颱風從東方來的全台降雨趨勢

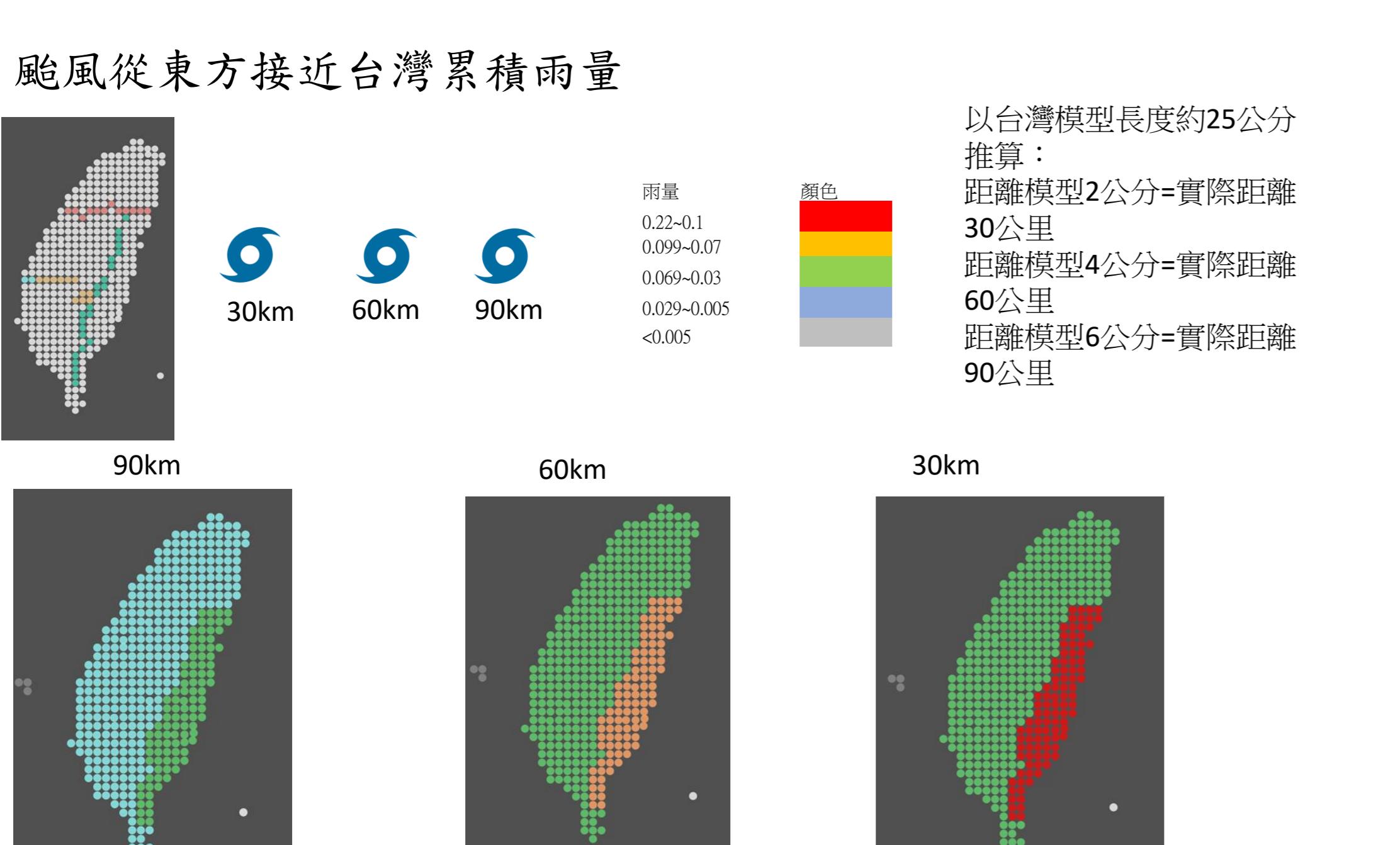


圖8b：颱風從東方接近台灣，各地區的累積雨量

當颱風從台灣模型的東方來的時候，東部的雨量最多，其北部、中部、南部的水量都約落在10公克以下，東部的雨量由距離6公分到到距離2公分有往上的趨勢，這可能是因為受到中央山脈的阻擋，使得降雨多分布在中央山脈的東側。

(三) 颱風位於台灣模型的東南方

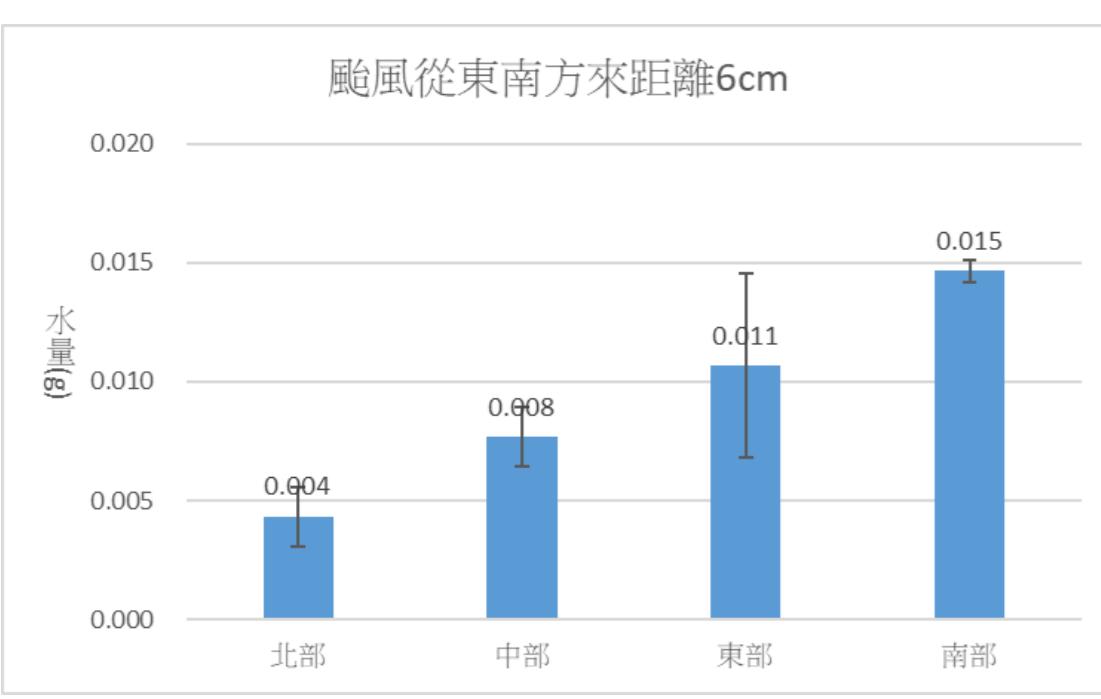


圖9：模擬颱風從東南方來距離6公分，各地降雨量比較圖

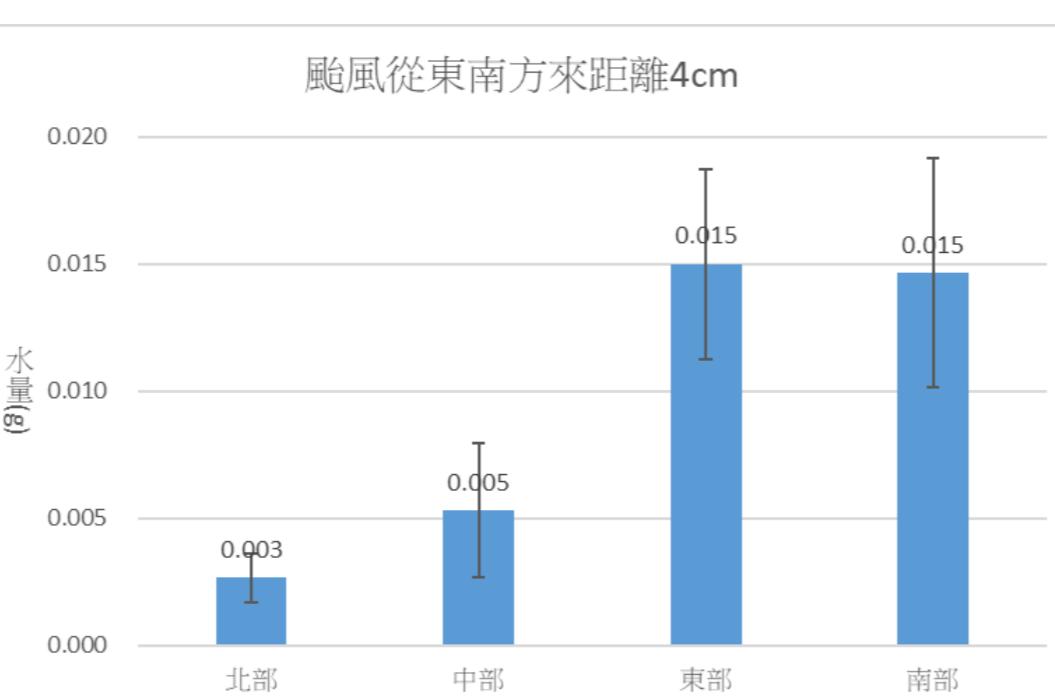


圖10：模擬颱風從東南方來距離4公分，各地降雨量比較圖

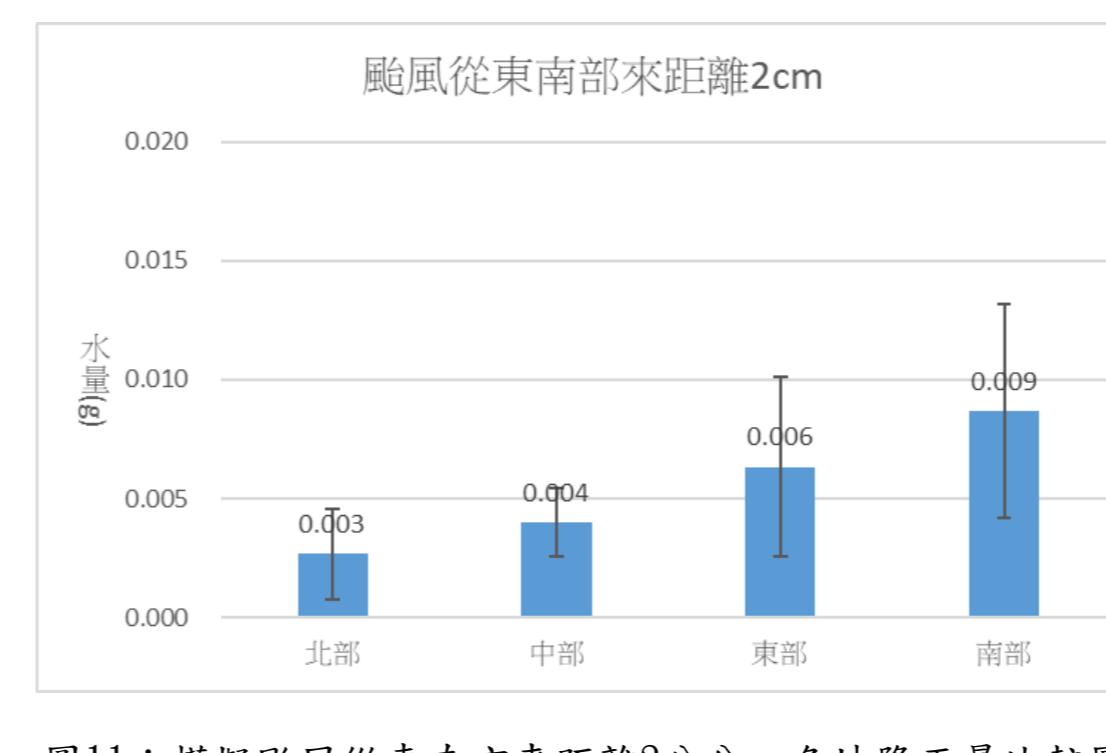


圖11：模擬颱風從東南方來距離2公分，各地降雨量比較圖

颱風從東南方來距離6cm時，南部降水最多，北部降水最少，颱風從東南方來距離4cm時，東部和南部的降水量並列最多，北部最少，颱風從東南部來距離2cm時，南部的降水最多，北部的降水最少。

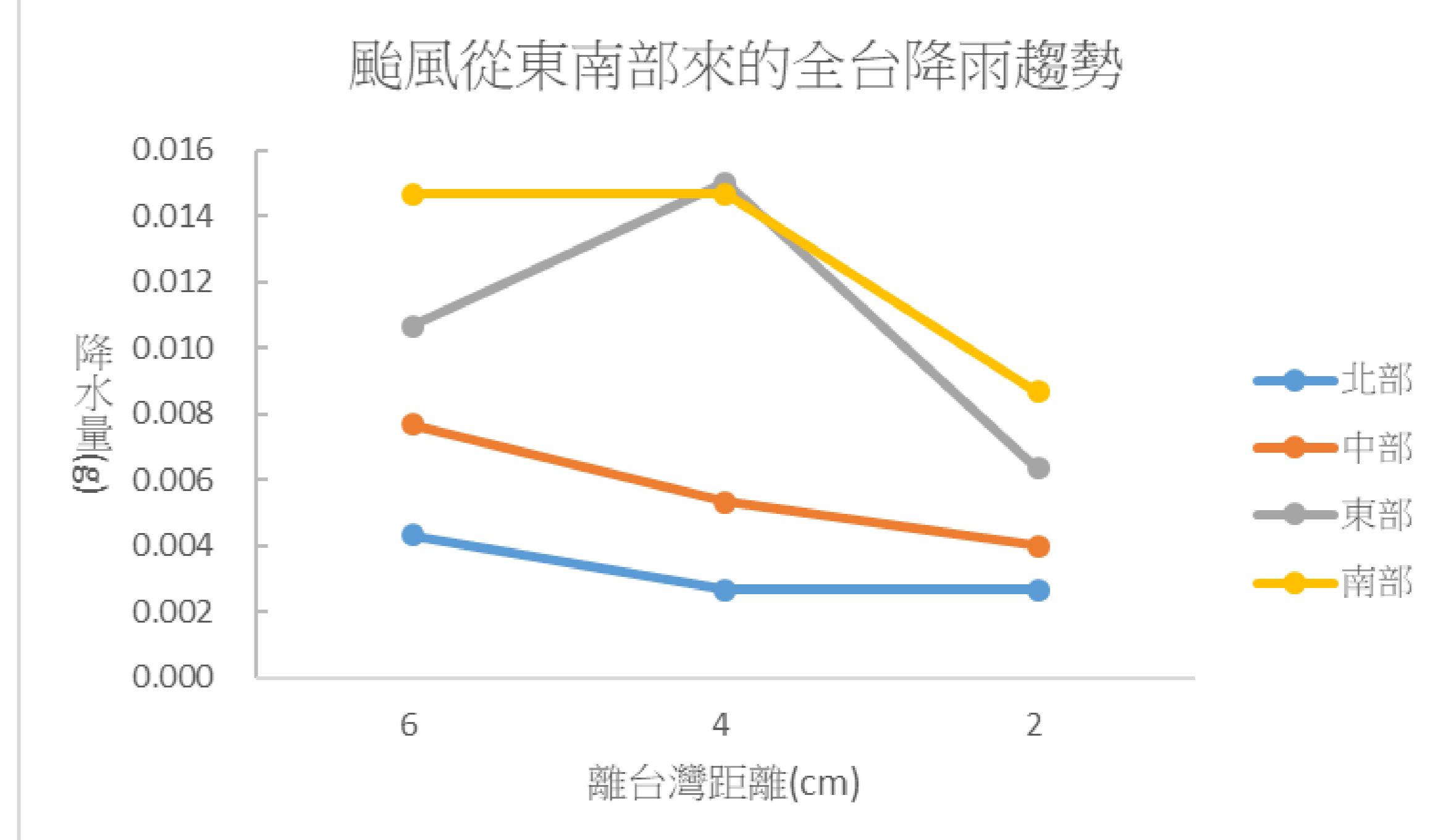


圖12a：颱風從東南部來的全台降雨趨勢(作者自製)

颱風從南方接近台灣累積雨量

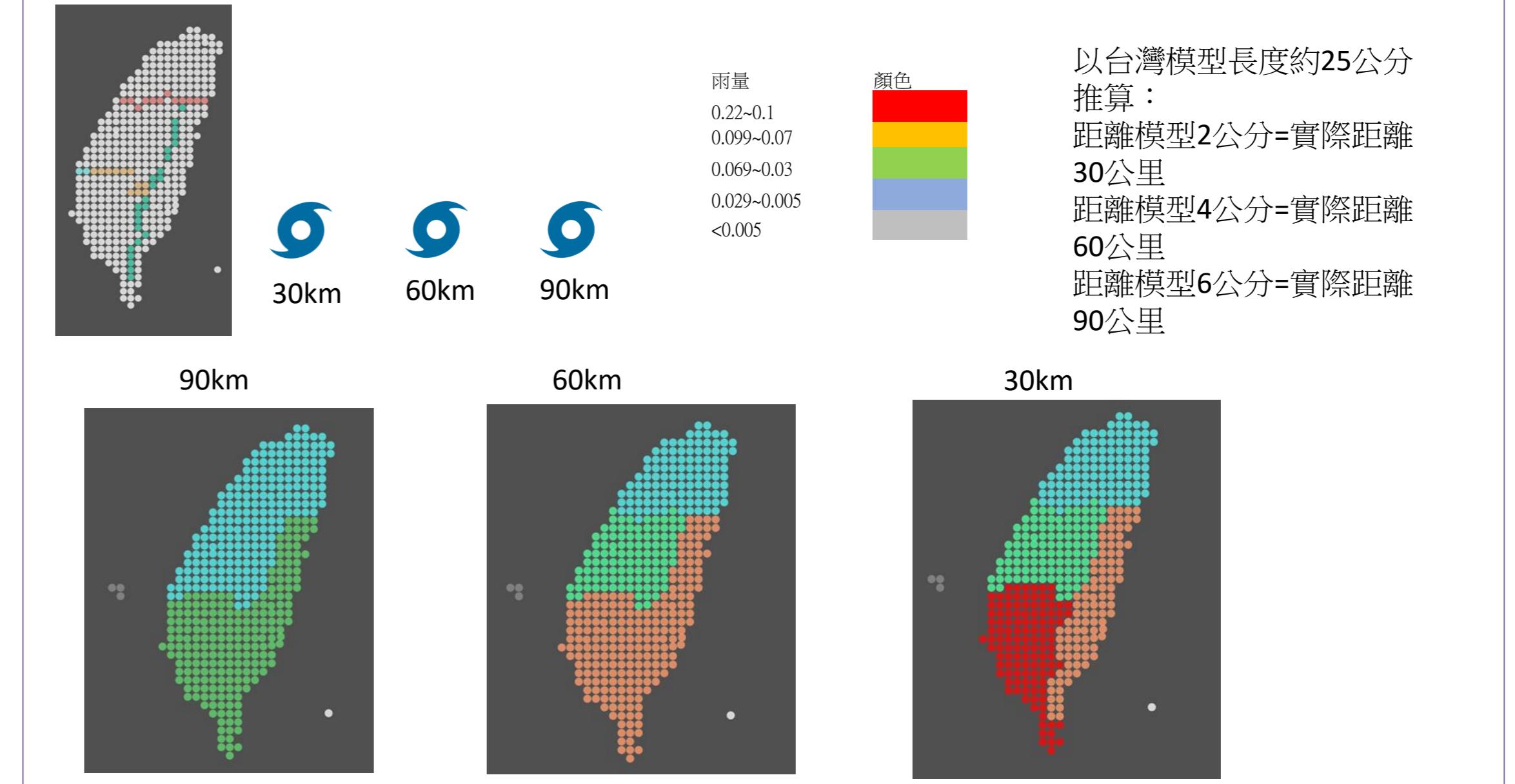


圖12b：颱風從東南方接近時，各地區累積雨量(作者自製)

當颱風從台灣模型的東南方來的時候，東部和南部的雨量都比中部和北部的雨量多，照距離來看，北部、中部和南部都以6公分為降雨最多的距離，這是因為距離6公分時，全台有雨，到距離4公分時東部的雨有明顯增加，但到2公分時又呈下降趨勢。

二、探討東北季風對台灣降雨的影響

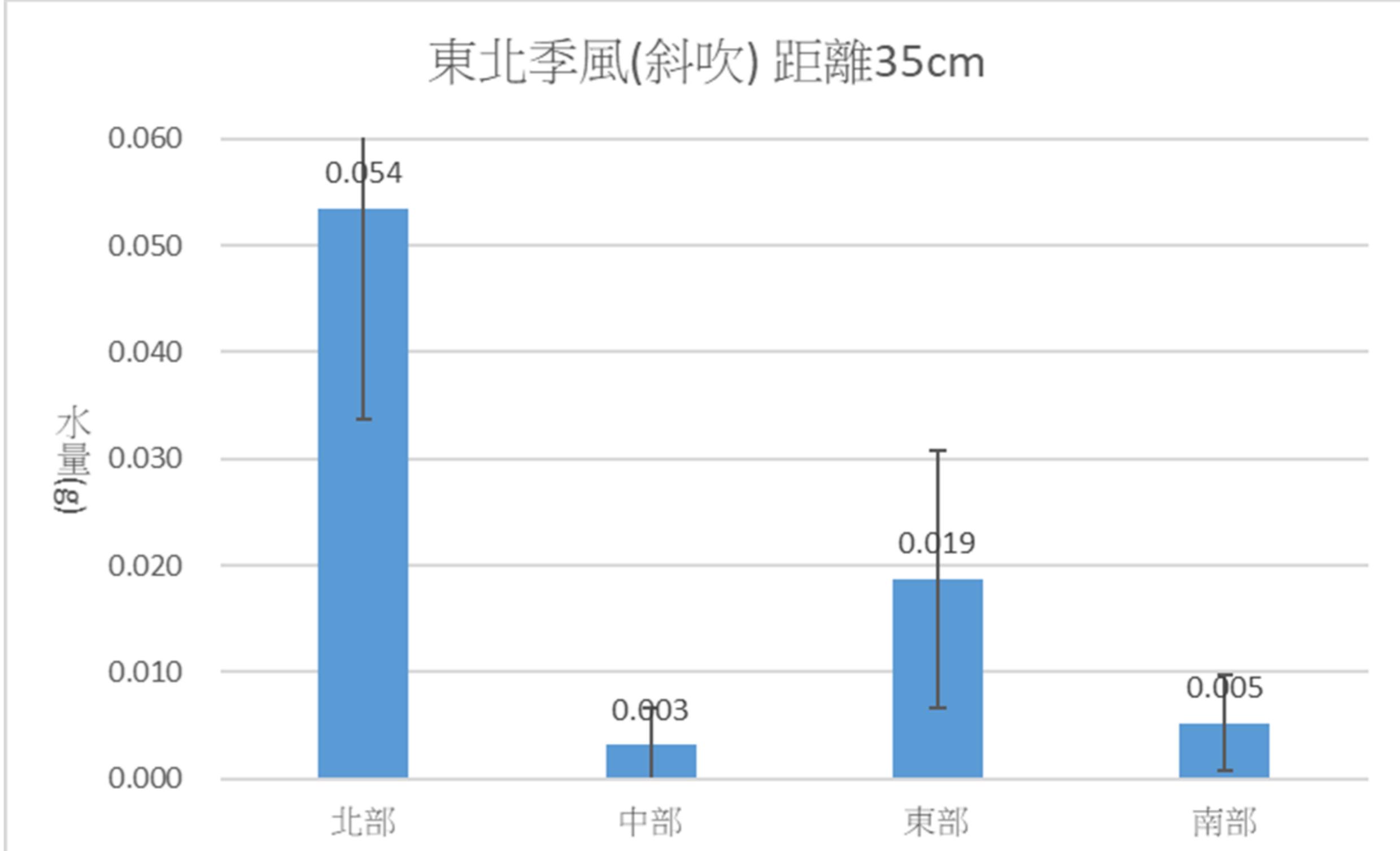


圖13：模擬東北季風距離台灣35公分，各地降雨量比較圖

三、探討颱風與東北季風產生共伴效應對台灣各地區降雨的影響

當東北季風距離台灣模型35公分，角度30度時，北部的雨量最多(約0.054g)，東部第二(約0.019g)，南部第三(約0.005g)，中部最少(約0.003g)。

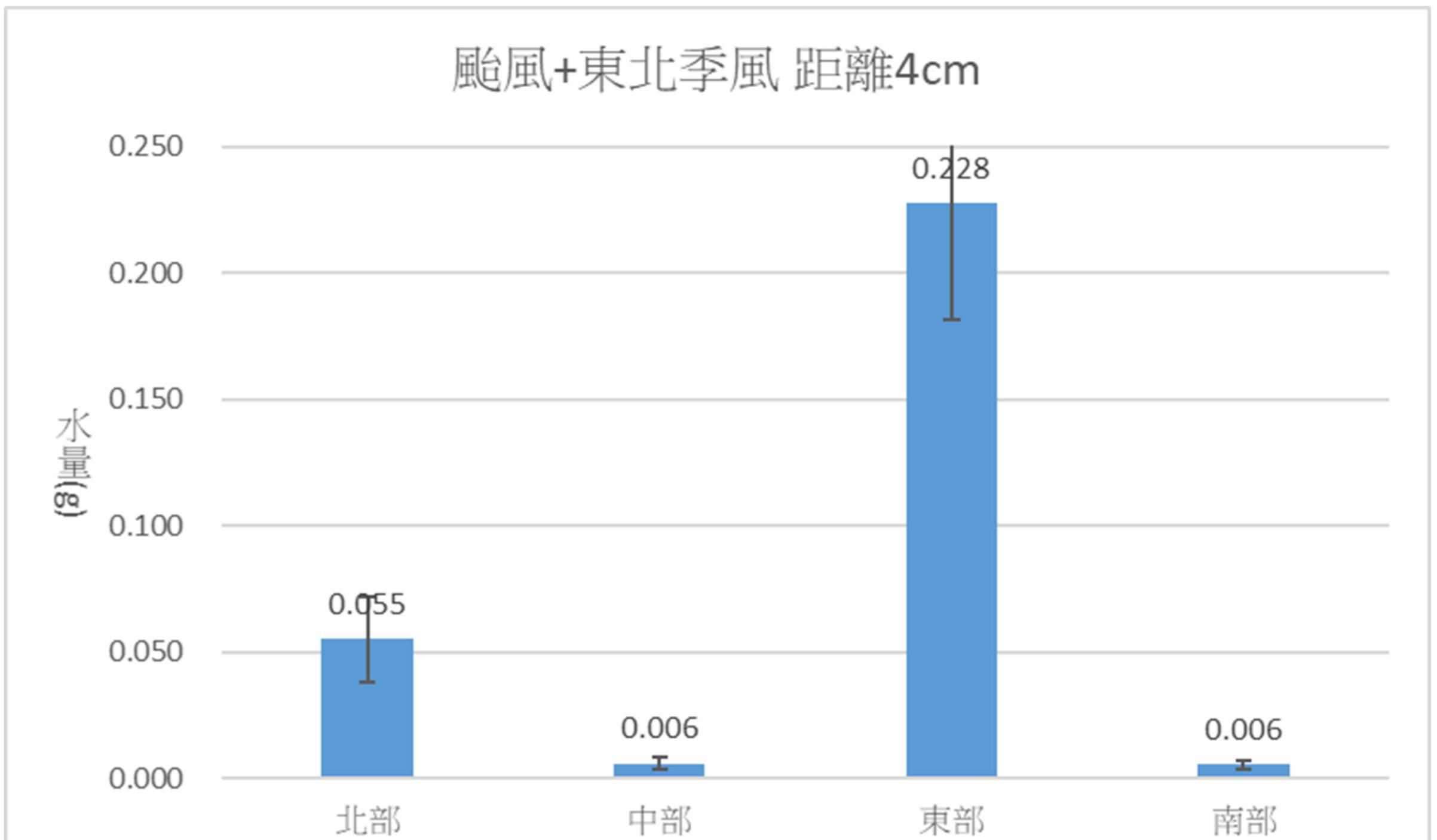


圖14：模擬颱風從北方來距離台灣4公分且有加東北季風，各地降雨量比較圖(作者自製)

當我們模擬共伴效應時，東部和北部的雨量較多，尤其是東部，雨量達到了0.228克，整體的降雨量明顯比颱風和東北季風多。

陸、討論

表一：2015年到2024年，颱風被東北季風減弱的實際案例

年份	颱風名稱	減弱原因與描述	說明
2017	鴻雁	進入南海時遭遇東北季風冷空氣，結構破碎，快速減弱為低壓	明顯因東北季風削弱強度
2020	燦都	北移途中與東北季風對流切斷，中心對流減弱，結構鬆散	遭東北季風削弱偏北轉弱
2021	璨樹	原為超強颱風，在台灣東方長時間停滯時受東北季風乾冷空氣與切變影響逐漸減弱	東北季風影響造成強度減弱
2022	尼莎	進入南海後受東北季風乾冷空氣影響，核心對流萎縮快速減弱為低氣壓系統	冷空氣入侵與乾空氣切斷對流

1. 颱風被東北季風削弱或破壞結構

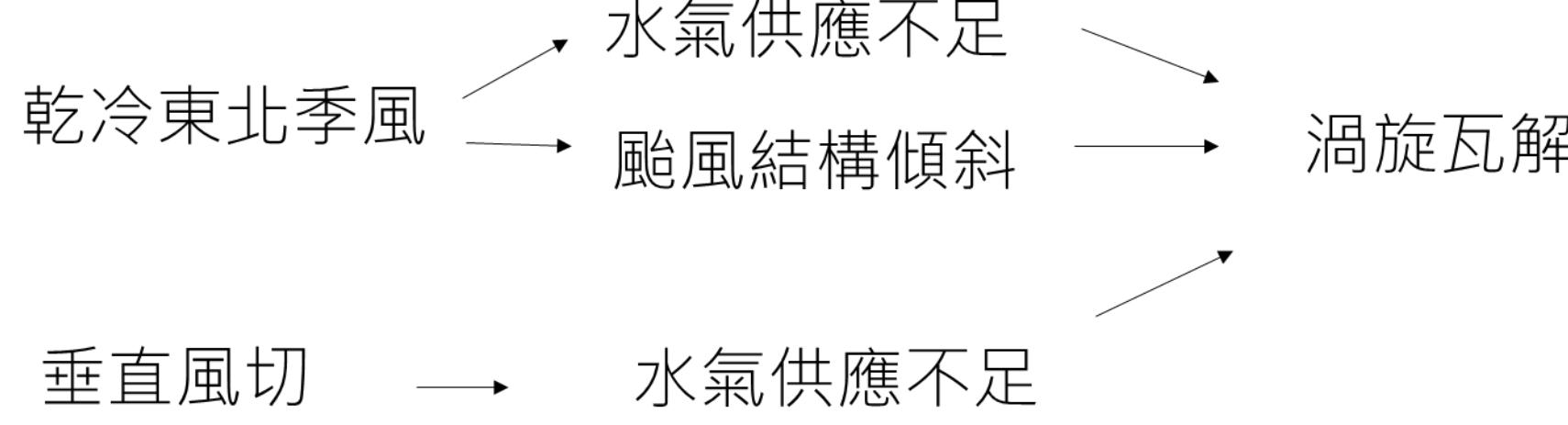


圖15；東北季風破壞颱風示意圖

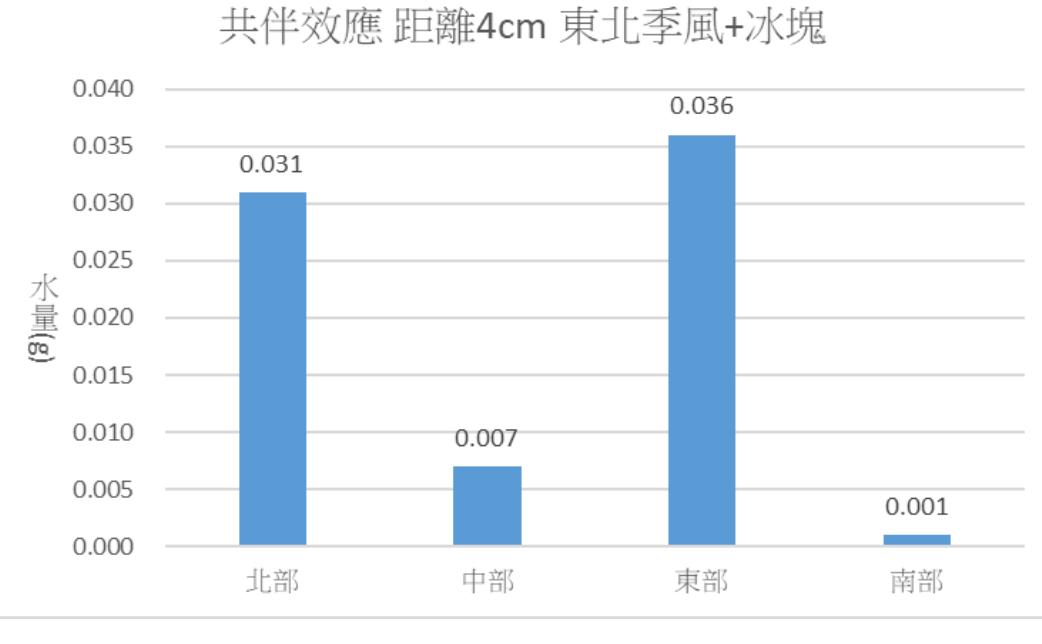


圖16：模擬颱風從東北方來距離4公分，和乾冷的東北季風共伴效應，各地降水量比較圖

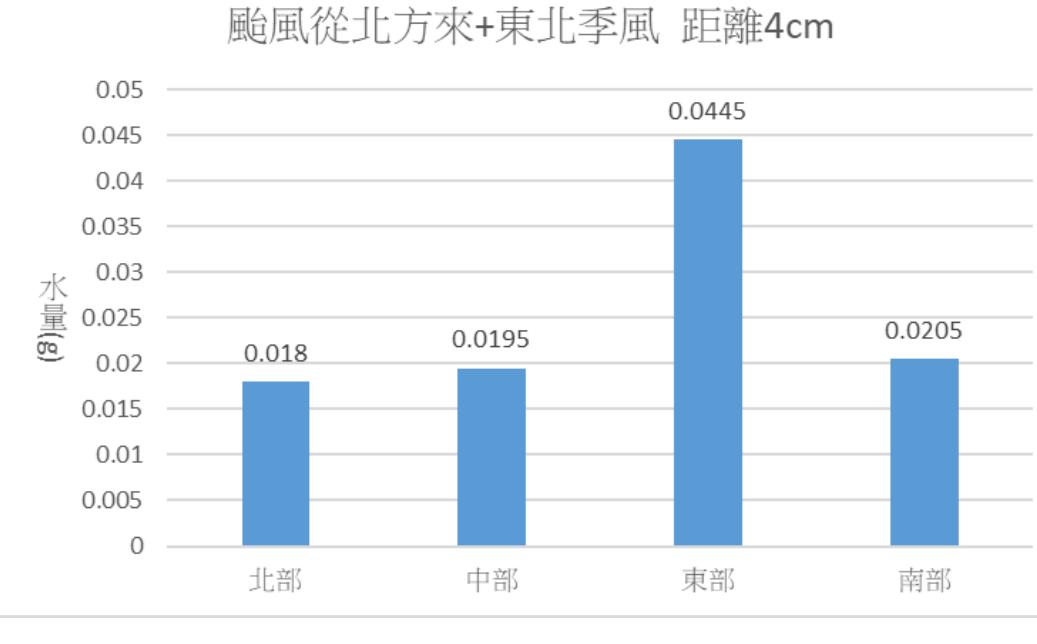


圖17：模擬颱風和風速增強的東北季風共伴效應

表二：2015年到2024年，東北季風使颱風路徑異常的實際案例

年份	颱風名稱	轉向描述	說明
2017	鴻雁	進入南海後受東北季風阻擋轉向偏西南走向越南	季風造成其西行偏折，未如預期西北移動
2020	燦都	原朝台灣方向前進，後受東北季風與高壓導引東北轉向遠離	由偏西北轉向東北，遠離台灣
2021	璨樹	原預測可能登陸東部，後因東北季風與副高導引改偏北，轉向東北方遠離台灣	停滯後未登陸，反向北移
2022	尼莎	進入南海後原預測偏北，實際轉偏西向越南，東北季風引導其向赤道側推移	季風影響使其難以北上接近台灣

2. 東北季風使颱風路徑異常

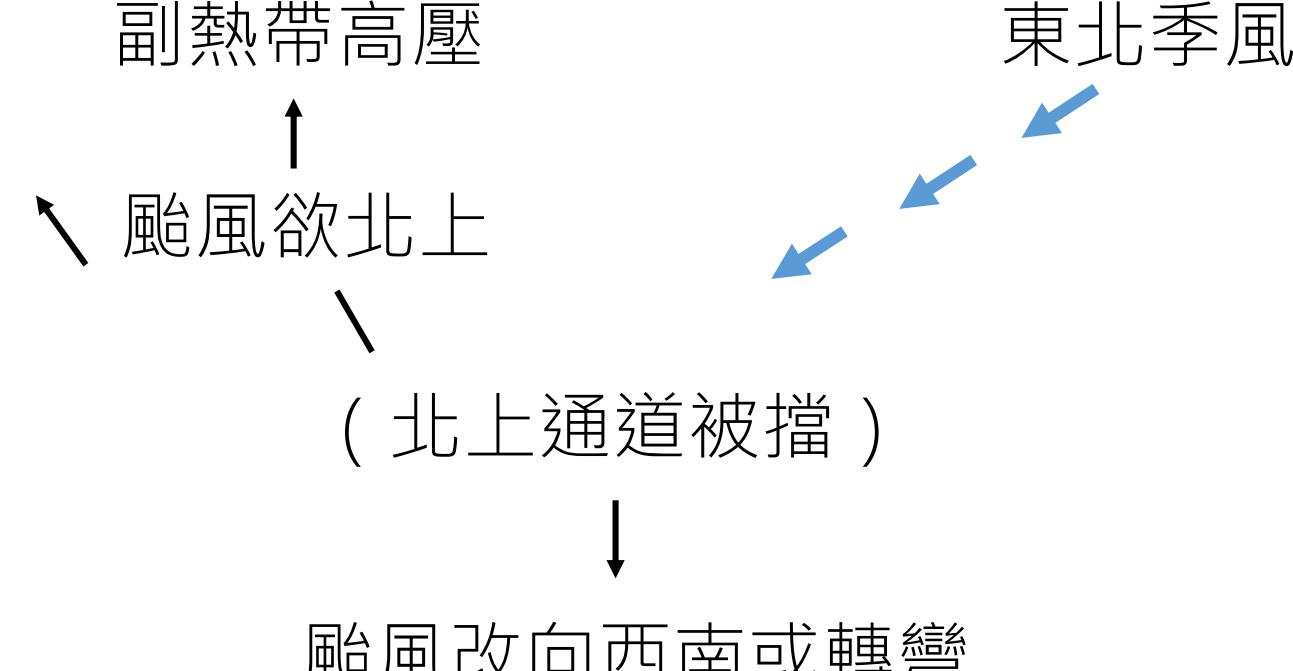


圖18：東北季風使颱風路徑異常示意圖

表三：2015年到2024年，共伴效應引發極端降雨的實際案例

年份	颱風名稱	共伴效應描述	主要影響地區
2016	梅姬	登陸後外圍水氣與東北季風共伴，東部與南部豪雨不斷	花蓮、台東、高雄等
2021	璨樹	東側滯留時與東北季風長時間共伴，北部與宜蘭暴雨成災	宜蘭、基隆、北海岸
2022	尼莎	移入南海後與東北季風結合，台灣東南部降雨增強	恆春、台東
2023	小犬	外圍與東北風順向重疊，北部與東北部出現強風與強降雨	台北、新北、宜蘭

3. 共伴效應引發極端降雨

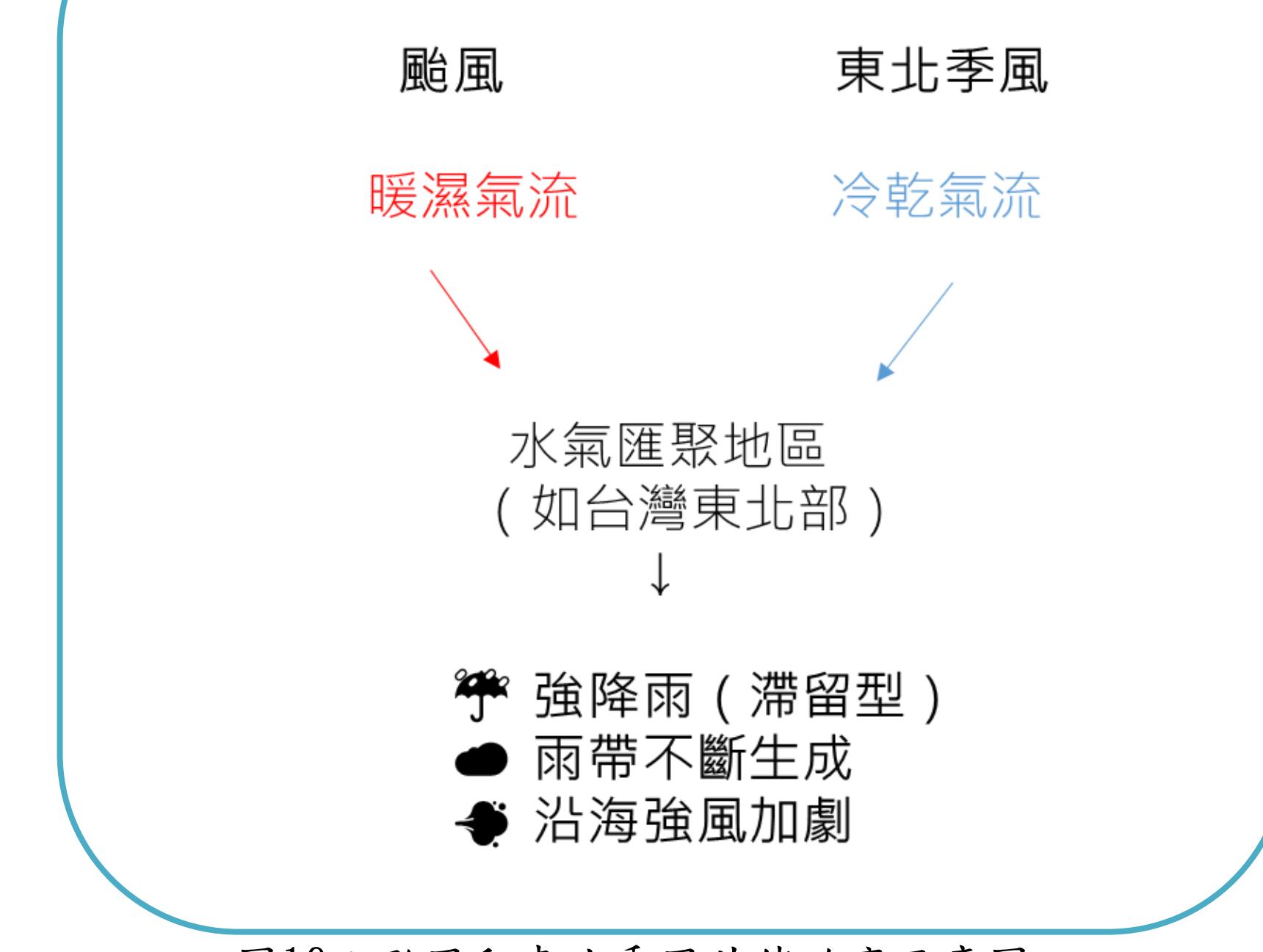


圖19：颱風和東北季風共伴效應示意圖

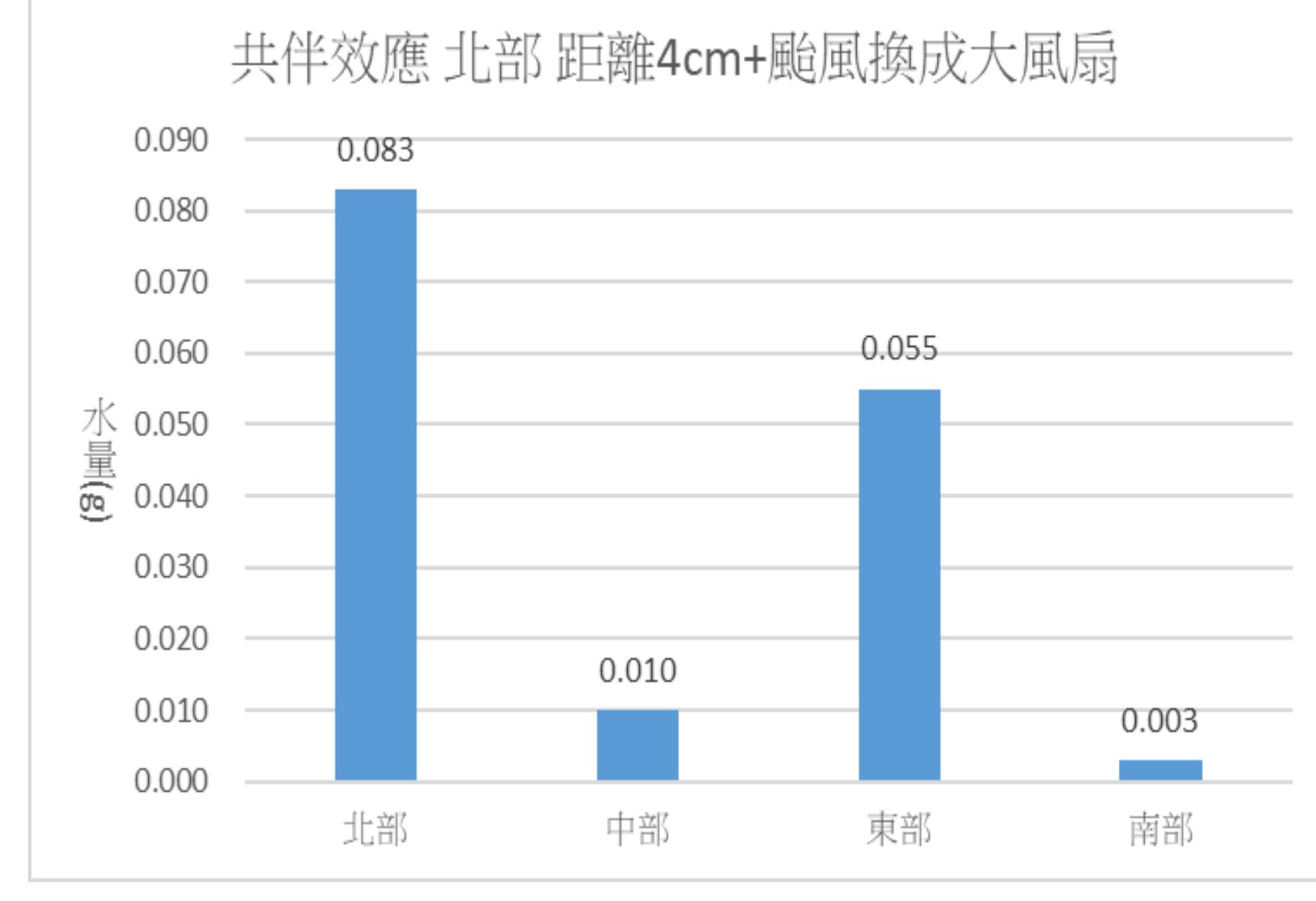


圖20：模擬風速增強的颱風和東北季風共伴效應，各地區的降雨量

(以上圖片、圖表皆由作者自行拍攝及製作)

陸、結論

一、研究回顧了 2001 年至 2024 年間影響台灣的颱風，發現部分颱風（如納莉、梅姬、尼莎）與東北季風有明顯的共伴效應，在台灣北部和東部地區造成嚴重災害，包括淹水、土石流、交通中斷、人員傷亡及財物損失。

二、根據模擬實驗，颱風從不同方向接近台灣時，各地區的降雨量分布有所不同：當颱風從台灣東北方來時，東部和北部的雨量較多，依據實驗結果，推測距離太近可能受地形破壞，距離太遠則降雨不明顯。這與迎風面及山脈抬升作用會造成更多降雨的實際情況相符。從東方來時，東部雨量隨著颱風距離拉近有明顯增加趨勢。這可能是因為中央山脈的阻擋作用，使降雨多分布在山脈東側。颱風在東南方時，實驗結果與實際部分從巴士海峽北上或偏向台灣東南海域的颱風降雨分布吻合。

三、單獨模擬東北季風時，北部的雨量最多，其次是東部，而南部和中部的雨量非常有限。這顯示北部作為直接迎風面，水氣易被地形抬升形成降雨。此分布與台灣秋冬季節東北季風盛行時北部和東北部多雨的狀況一致。

四、模擬共伴效應時，實驗結果顯示東部和北部的降雨量明顯增加，尤其是東部，總體降雨量比單獨模擬時多。然而，模擬中風場干擾導致部分區域（特別是北部）降雨減少的現象，與真實案例造成的豪雨不符，顯示颱風與季風的交互作用極為複雜。進一步的模擬探討發現，當模擬乾冷東北季風（加入冰塊）增加東北季風風速時，各地區的降雨量都明顯減少。這支持了東北季風的乾冷空氣或強風切可能破壞颱風結構、減少降雨的推測。故研究強調颱風與季風的交互作用複雜，需要考量多種因素才能更準確預測降雨影響。

柒、參考文獻

- 林伯羽、郭泳承、楊可安。2024。雙「風」對決，勢「伴」功倍—探討季風對颱風風場之影響與模擬。中華民國第 64 屆中小學科學展覽會作品
- 黃玉涵、江妍慈。2024。旋風登台，引領流型—探討西行侵台颱風之流型變化與實驗模擬。2024 臺灣國際科展地球與環境科學科
- 蕭柏智、范傑翔、蔡帛原。2018。Co-movement！秋颱共伴效應之深入探討。第 58 屆全國中小學科展作品地球與行星科學科
- 莊詠軒、吳孟璟、余慧安。2018。風度「偏偏」分析颱風風場的不對稱性及實驗模擬。第 58 屆全國中小學科展作品地球與行星科學科。