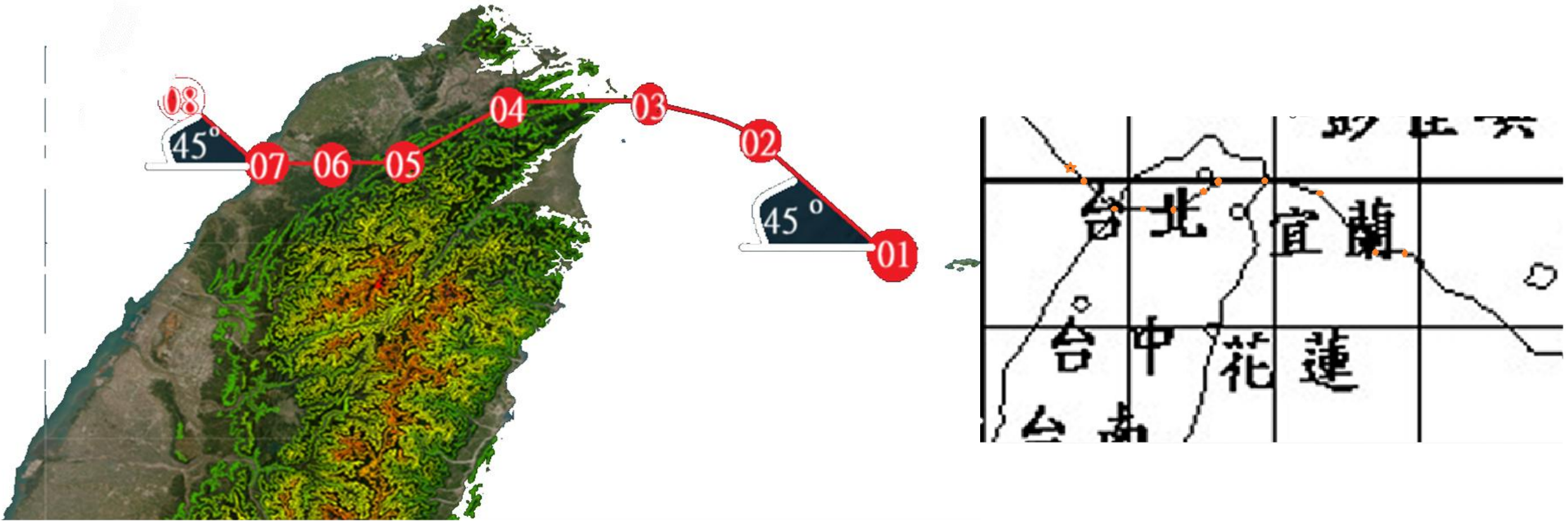


# 盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

劉明禮 中央氣象署退休人員 2026



2013年7月熱帶氣旋波動蘇力[SOU LIK]生成後向西北西方向移動，11日20時由強烈熱帶氣旋波動減弱為中度熱帶氣旋波動，接近臺灣東北部海面時略為向西北移動，13日3時於新北市與宜蘭縣交界處登陸，8時左右於新竹附近出海，16時前後由福建進入大陸。

# 盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

## 摘要

- 熱帶氣旋波動蘇力（2013年7月）穿越臺灣山脈北段時，發生移行軌跡極端轉折和顯性的天氣擾動。蘇力熱帶氣旋波動從臺灣東方外海以西北走向進擊，由三貂角[北緯25度、東經122度]附近登陸並穿越臺灣北段山脈，從新竹出海後移行路徑又再回復到西北走向，此氣旋波動演化過程具有的慣性本質，顯示熱帶氣旋波動穿越臺灣北段山脈的波變現象，應該來自於山脈地形的強制作用所致。
- 本研究的從古典的物理波動力學和氣旋波動動力學的觀點，探討熱帶氣旋波動機能的演化和相關的天氣特徵，俾能成為天氣預報上的參考或依循。再者，熱帶氣旋波動沿著沿著山脈東側運動的反射效應，和沿著山脈西側運動的繞射效應，有著互為鏡相的特徵，值得在數理研究更加審視。
- 本論文為作者所做「熱帶氣旋波動侵臺時移動路徑的極端轉折：(III)多重作用效應的機能與特徵（劉;2017）」的延續。

**關鍵詞：**蘇力（soulik）、波變(wave deformation)、鏡像效應(mirror effect)、繞射效應（diffraction effect）、反射效應(reflecton effect)

盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

## 1、基本理念

**1.1 古典光學**：十九世紀初期，法國學術院舉行了一次關於光的本性問題的科研成果最佳論文競賽，結果**Augustin-Jean Fresnel**在實驗和數學理論上的一致性獲得優勝。**Fresnel**和**Arago**，精心設計了一個實驗用一個圓片作為遮擋物時。光屏的陰影中心出現一個亮點，**Fresnel**又經過嚴密的數學計算發現，**只有當這個圓片的半徑很小時**，**這個亮點才比較明顯**。現在我們稱它為**Poisson spot**、**Arago spot**或**Fresnel spot**。

盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

## 1、基本理念

**1.2 熱帶氣旋波動力學**：熱帶氣旋波動確實是大氣的一種顯性擾波波動，研究裡此等顯性擾波入侵臺灣時遭遇臺灣山脈的地形作用所呈現的**折射**、**反射**和**繞射現象**來自於

**<1>兩低壓波的相吸引作用**：臺灣東海岸出海口、海灣地形、颱風迎向東岸臺灣山脈部份的被擠壓造成氣壓梯度增強而發展成為強風帶和穿越臺灣山脈後的沉降區或埔里盆地沉降區等，造成颱風暴風圈內發展為另一個低壓波，**此一颱風暴風圈內的低壓擾波的相吸作用，引導颱風移行軌跡傾向而匯聚**

**<2>【近似或是準穩定的天氣狀態】 + 【固定的臺灣山脈地形】**，造成在盛夏和仲秋季節侵臺的熱帶氣旋波動中心的移動路徑特徵：在掠過山脈中北段山區都有顯著的凹槽而且相似的路徑；再者，地形與熱帶氣旋波動的組合，造成強度不等的火燒風擾波盛行 (劉;2017) **<3>鏡像現象**：臺灣山脈對颱風擾波造成反射效應和繞射效應等波變，各自發生於臺灣山脈的東西兩側或向風面與背風面，**顯性擾波波動或颱風移行軌跡具有相對臺灣山脈互為鏡像現象**

盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

## 2、2013年7月13日中度熱帶氣旋波動蘇力[Soulik]侵臺時的繞射現象

1. 穿越臺灣山脈後的U型移行軌跡 2. 在臺灣北部和中南部山區的強降水 3. 熱帶氣旋波動蘇力在臺東、成功、大武和花蓮光復出現的焚風

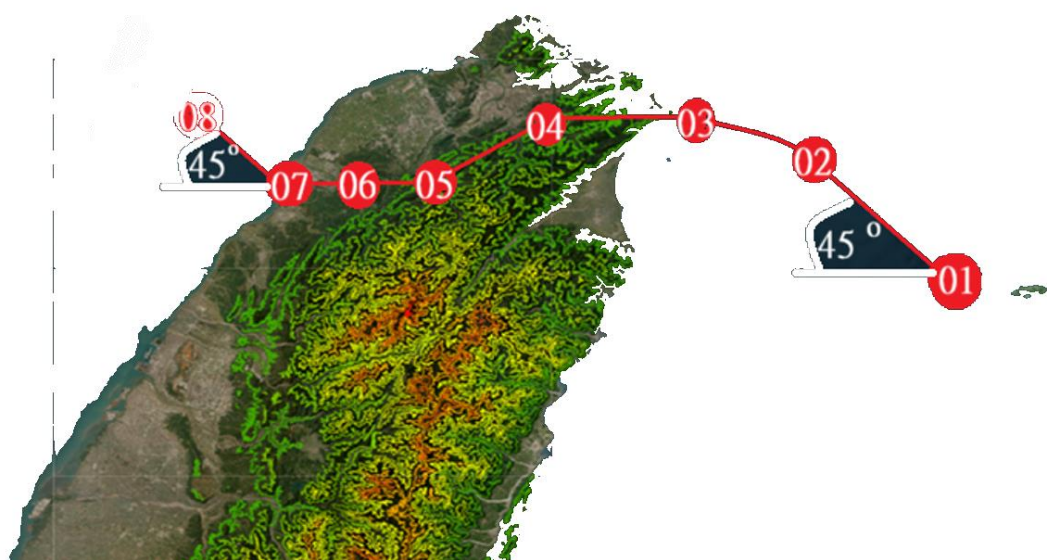


圖1:2013年7月13日中度熱帶氣旋波動蘇力[Soulik]侵臺(臺灣地形)時的逐時軌跡圖

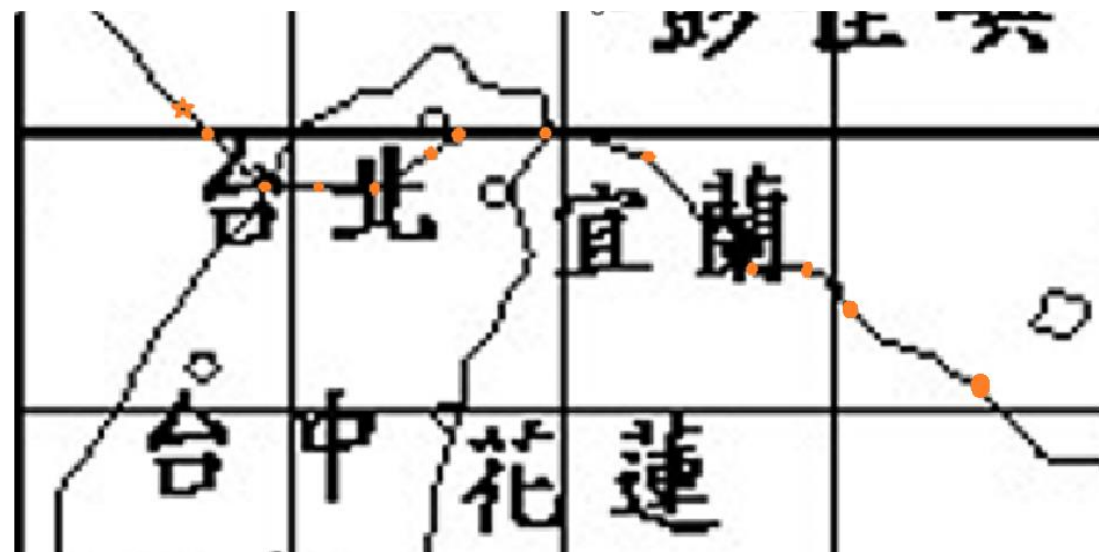


圖2:2013年7月13日中度熱帶氣旋波動蘇力侵臺時的軌跡圖

7月12日8時起中度熱帶氣旋波動蘇力[Soulik]位於臺東東方海面轉向西北移動，13日清晨3時左右在三貂角附近登陸，隨後呈偏西移動通過臺灣北部山區，13日8時於新竹附近出海後再回復為西北走向移動(圖1,圖2)。中度熱帶氣旋波動蘇力侵臺期間最大降雨中心出現於北部山區，累積雨量高達900毫米以上。

盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

## 2、2013年7月13日中度熱帶氣旋波動蘇力[Soulik]侵臺時的繞射現象

### 2.1.1 穿越臺灣山脈後的U型移行軌跡 (圖1、圖2、圖3a~3h)

12日深夜的蘇力位於花蓮東方外海以西北走向侵臺,從22時~23時轉為西北西偏移,當日23時的暴風圈幾乎以籠罩整個臺灣,13日3時從三貂角南方附近登陸,沿著北緯25度線經由貢寮、石碇到臺北盆地,隨後轉為西南走向繞行山區山麓,經過新店、桃園復興區後轉向西行,13日8時從新竹香山出海,出海後的熱帶氣旋波動蘇力又回復為從東方外海攻擊臺灣時的西北走向,整個軌跡像一個U形槽。

掠過北臺灣的熱帶氣旋波動蘇力移行軌跡,所經過的河川分別為貢寮的雙溪、基隆河、新店溪、大漢溪、鳳山溪和頭前溪,最後從香山出海。

盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

2.1.2 穿越臺灣山脈後的U型移行軌跡

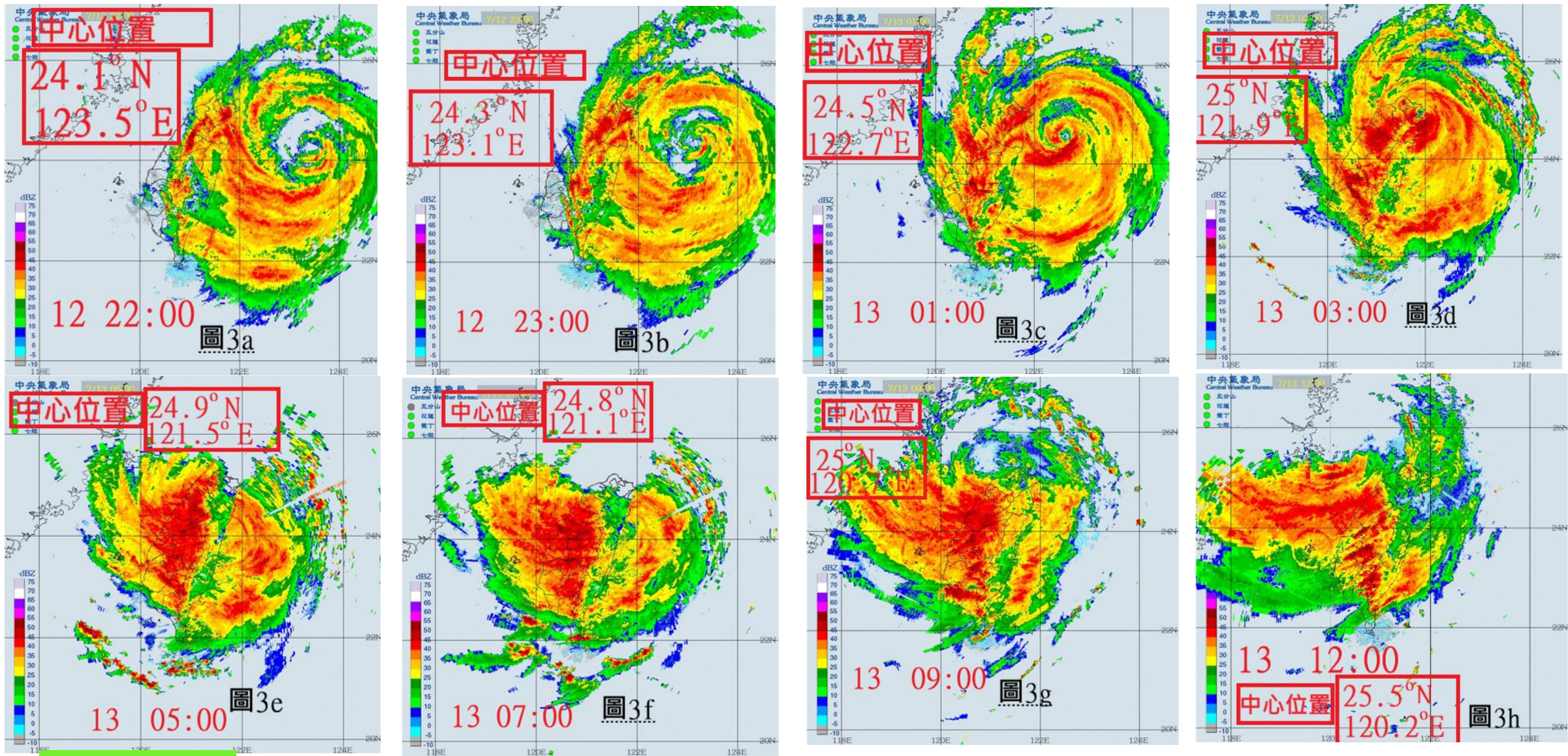


圖3a~3h:7月12日22時~13日12時的雷達圖(氣旋中心位置)

盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

## 2、2013年7月13日中度熱帶氣旋波動蘇力[Soulik]侵臺時的繞射現象

### 2.2.1在臺灣北部和中南部山區的強降水和風力

蘇力熱帶氣旋波動對臺灣地區之降雨影響顯著，統計警報期間在臺灣北部、東北部地區及中南部山區均有超大豪雨，尤其是7月12日和13日兩天雨勢更明顯(圖4)自7月11日00時起至13日24時止，氣象站累積雨量以阿里山881 mm居冠，玉山467.5mm次之，平地則以梧棲的333.5mm為最多，其次為台中283.2 mm，離島則以金門的118.4mm為最多

同期間自動雨量站雨量分布計有3個主要降雨中心，分別位於新竹苗栗臺中山區、嘉義山區以及高雄山區，出現較大累積雨量地區多在北部及中部山區，其中新竹縣白蘭964 mm，苗栗縣松安917 mm，阿里山881mm，臺中市稍來867 mm，南投縣神木村625 mm，高雄市溪南599mm，雲林縣草嶺429 mm。

台北101阻尼器在13日凌晨，擺盪幅度達正負七十公分(12級強陣風)，是有紀錄以來擺幅最劇烈的一次，紀錄後來於2015年被颱風蘇迪勒阻尼器擺盪100公分打破，位居第二。

盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

2、2013年7月13日中度熱帶氣旋波動蘇力[Soulik]侵臺時的繞射現象

2.2.2在臺灣北部和中南部山區的強降水

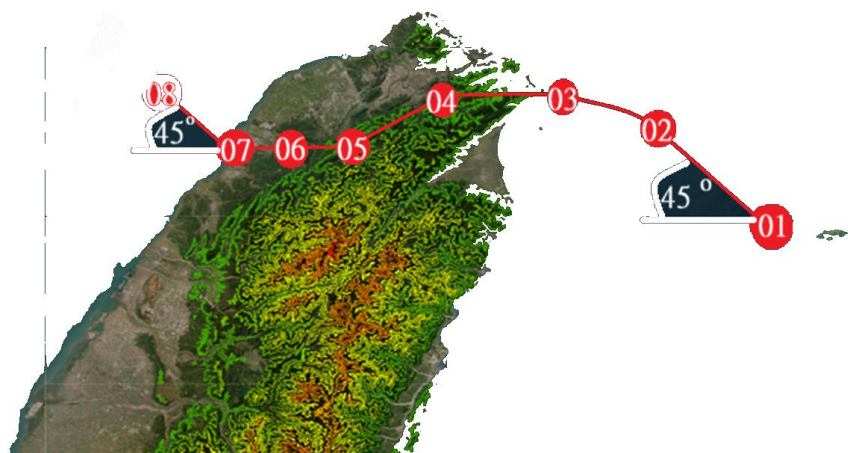


圖1

圖4: 2013年蘇力(soulik)颱風7/12~13雨量圖

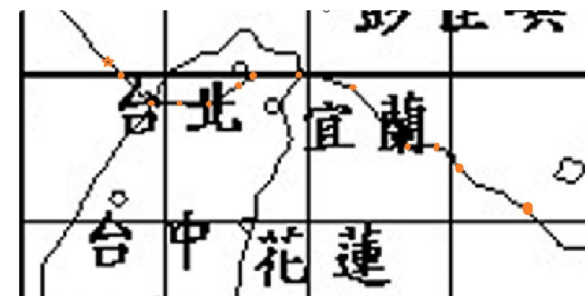
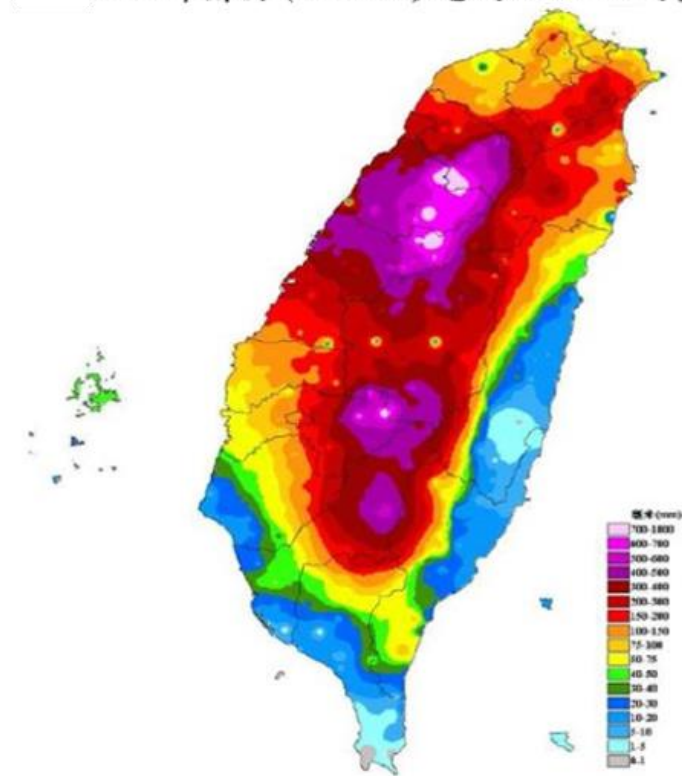


圖2

7月13日降雨最為明顯，尤其臺灣西半部山區，其中新竹縣白蘭為最大，單日累積雨量為748毫米，其次臺中市稍來739毫米，苗栗縣松安 718 毫米，高雄市溪南581毫米，南投神木村 559 毫米

盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

2、2013年7月13日中度熱帶氣旋波動蘇力[Soulík]侵臺時的繞射現象

2.3.熱帶氣旋波動蘇力在臺東、成功、大武和花蓮光復鄉出現的焚風

### 2.3.1臺東、成功、大武和花蓮光復鄉出現的焚風現象

蘇力侵臺期間在環流背風區之臺東、大武和成功有焚風出現。(圖5)蘇力熱帶氣旋波動及分別為7月11日至13日臺東、成功和大武氣象站逐時氣溫和相對濕度時間序列圖，12日晚間23時起，臺東、成功及大武等地區，皆出現斷斷續續的焚風，13日凌晨熱帶氣旋波動蘇力即將登陸前夕起至進入臺灣海峽期間在臺東(圖5a)、大武(圖5b)和成功(圖5c)亦分別出現焚風，臺東於自29.8度一路上升，13日00:35相對溼度下降至36%，氣溫於同日01:26上升至36.8度；成功於13日01:47相對溼度下降至38%，氣溫同時間亦上升至36.2度，隨後保持在34~35度之間，到13日凌晨2點多溫度才漸漸下降。臺東、成功和大武的高溫低濕現象持續至13日中午前後。

花蓮13日凌晨3點也颳起焚風，花蓮焚風現象持續約二小時，最高溫34.6度，出現在光復鄉。

盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

## 2.3. 蘇力熱帶氣旋波動在臺東、成功、大武和花蓮光復鄉出現的焚風

### 2.3.2 7月12日~13日臺東的焚風(圖5a)

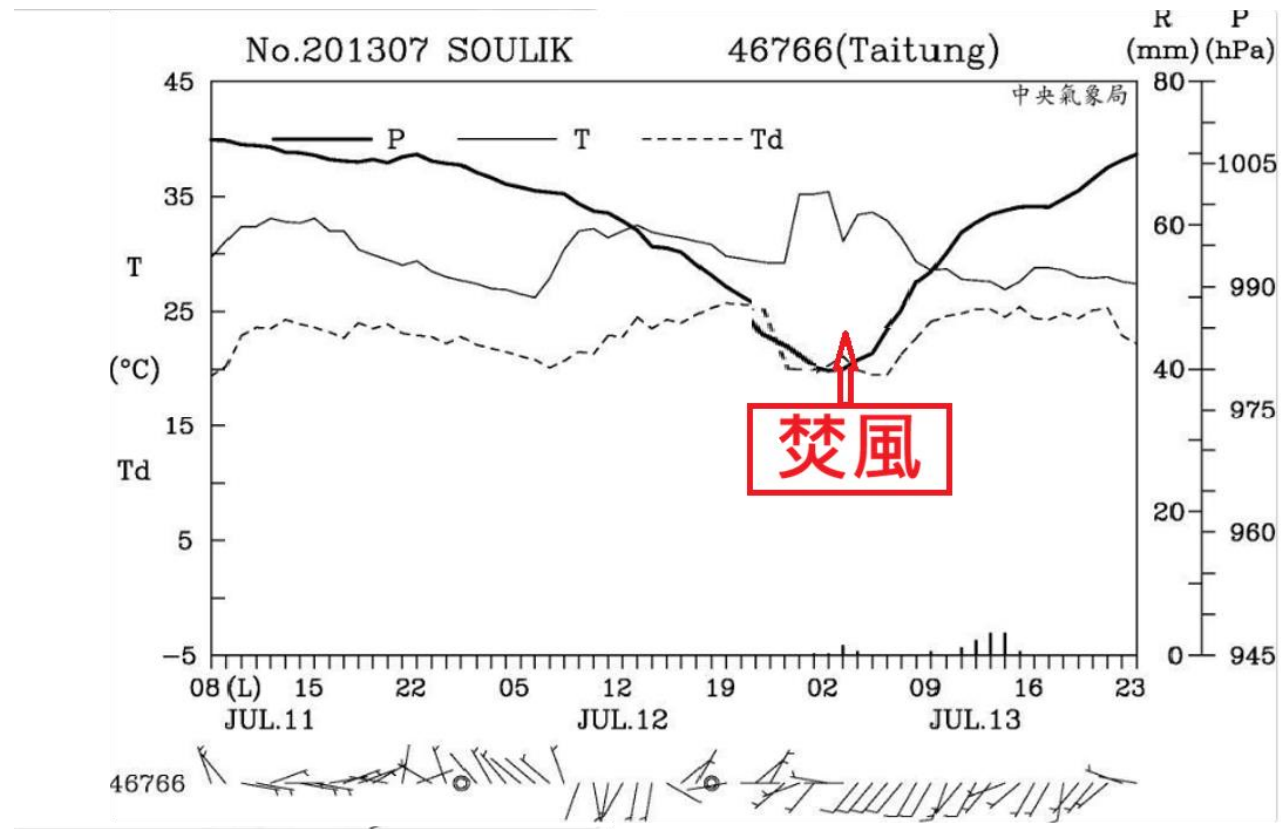
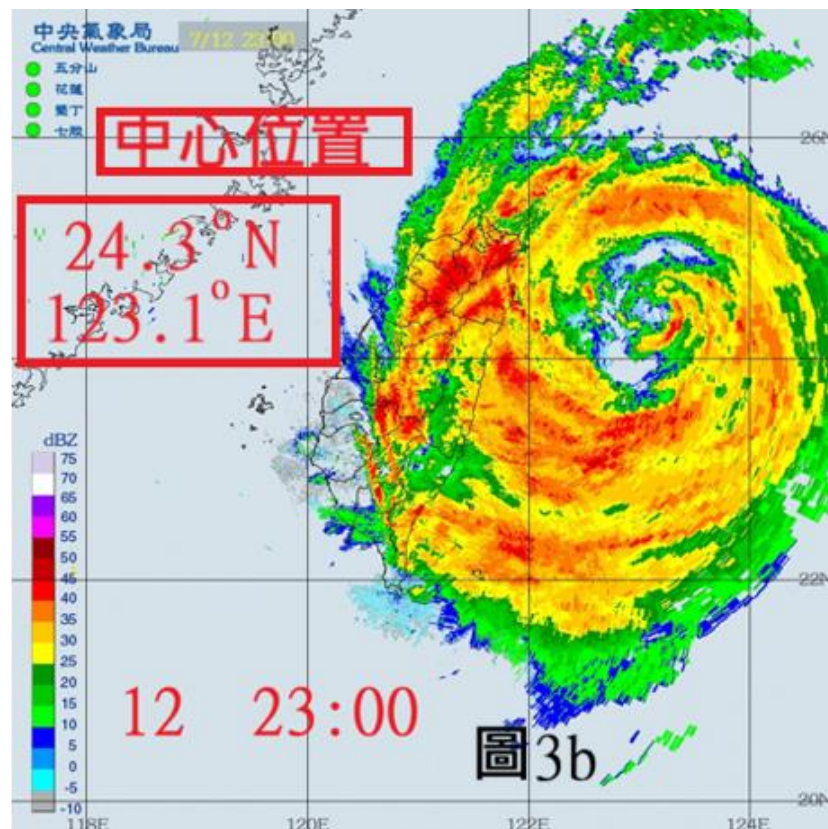


圖5a: 7月12日~13日臺東的焚風

盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

2.3.3 蘇力熱帶氣旋波動在大武(圖5b)和成功(圖5c)的焚風

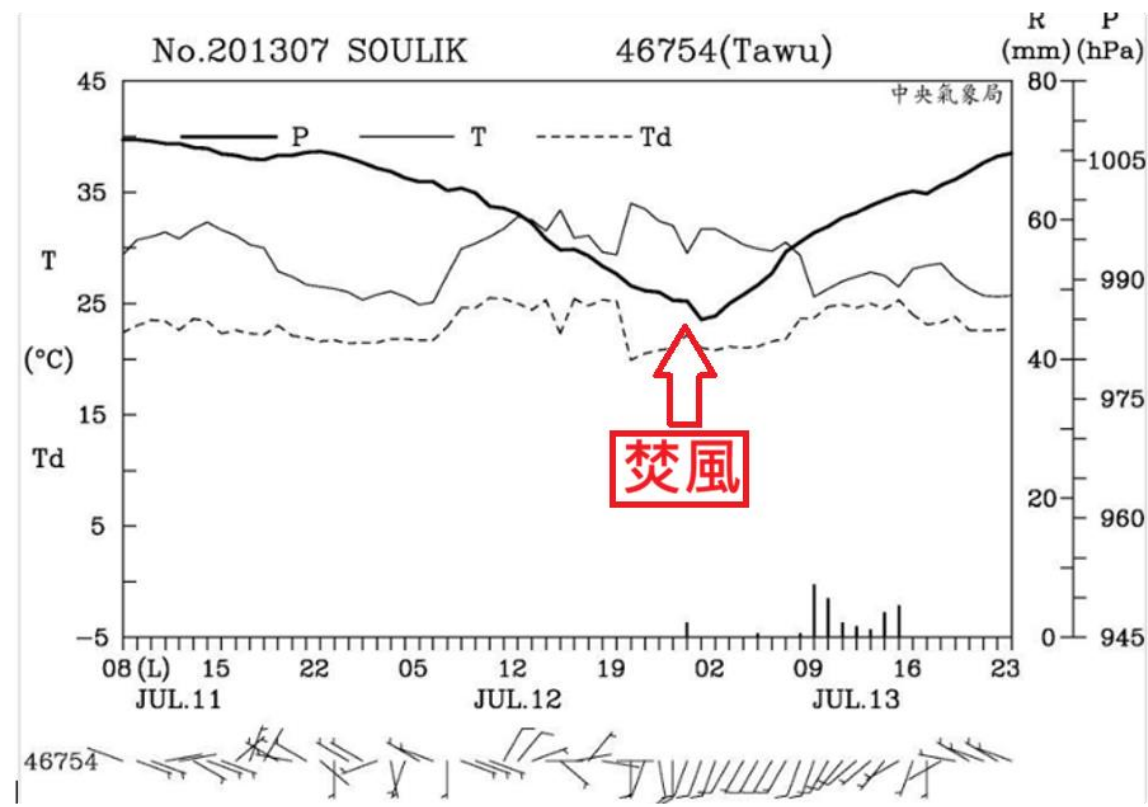


圖5b: 7月12日~13日大武 的焚風

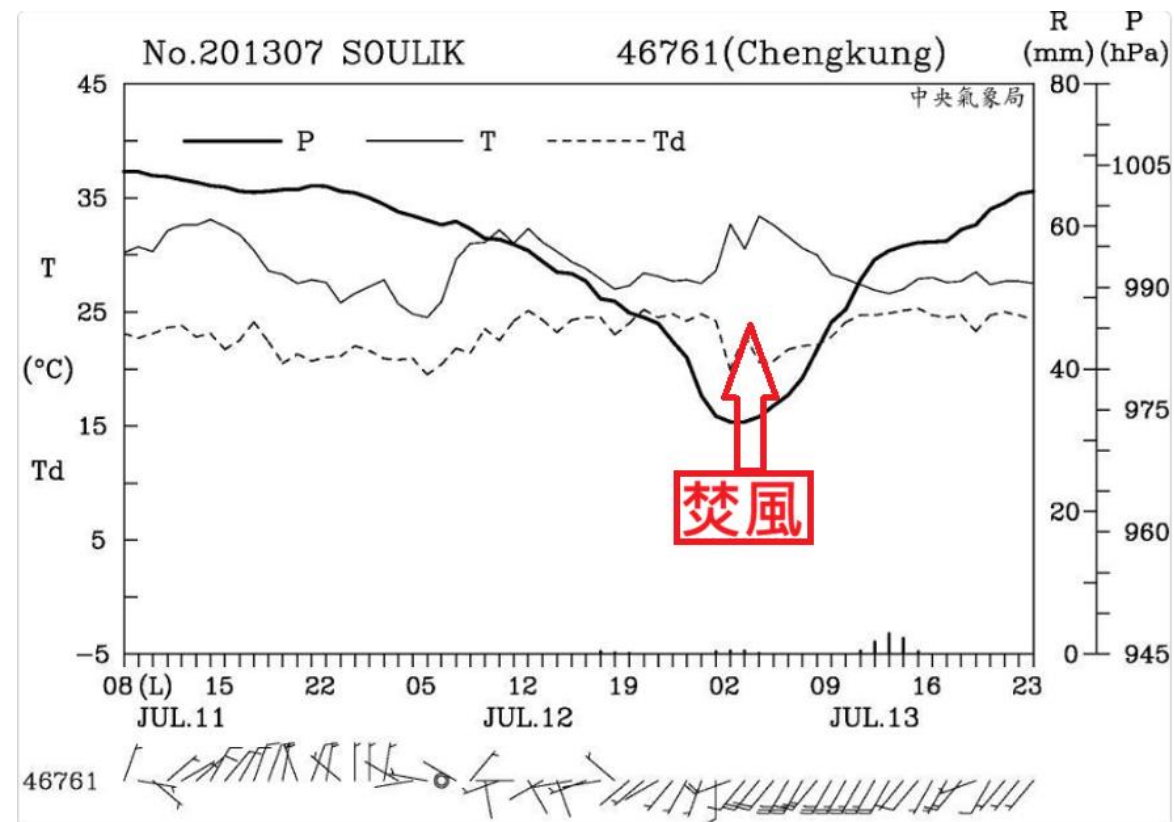


圖5c: 7月12日~13日成功的焚風

盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

### 3、討論與結論

3.1 在穩態大氣環境裡的中度熱帶氣旋波動蘇力（2013年7月），整個侵臺的過程中，呈現波動移行軌跡的極端轉折，確認應該是來自臺灣的地形和山脈強力作用。



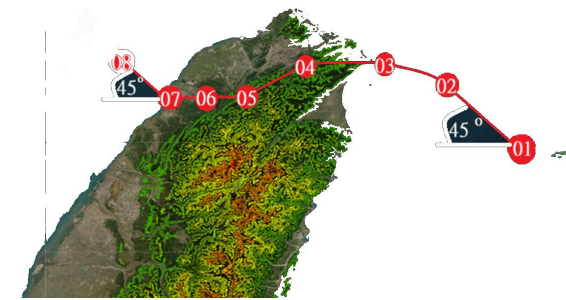
從12日深夜到13日凌晨，蘇力的暴風圈逐漸籠罩臺灣中北部，移行軌跡從偏向西北逐漸向西加速，登陸後逐漸轉為向西且平行於北緯25度；此一時段裡，中度等級的蘇力氣旋波動的運動，面臨著三貂角南方近海的半月凹形海域以及隨後的臺北盆地沉降區，都是有利於低壓波的發展，地形效應作用力促成蘇力波動中心向著低壓發展區靠近複合，因此持續向西加速運動。再者，焚風現象在東南部發展且逐漸達到最顯著階段。

3.2 從波動力學的波能觀點來審視：熱帶氣旋波動的波能均勻分布或稱為基態（basic state）狀況下，遭遇外力做功(work)而發生波變現象。波能分佈不均勻且不對稱，或將此波變狀態稱為激態（excited state）。當大氣環境具有慣性(inertial)特徵狀況時，從波變狀態時波能不勻稱分佈的激態，回復為波能勻稱分佈的基態，是波能再重新調整必要的演化方式。

# 盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

## 3、討論與結論

**3.2從波動力學的波能觀點來審視**：再者；當氣旋波動的波能在南側、北側或東側、西側分佈不均稱時，熱帶氣旋波波動裡的波能傳輸方法，直接從氣旋波的東側穿越波動中心眼牆到西側，或從南側穿越眼牆到北側是行不通的，所以**氣旋波動的繞行運動**讓波能密度再回到均勻分布是唯一的方式。



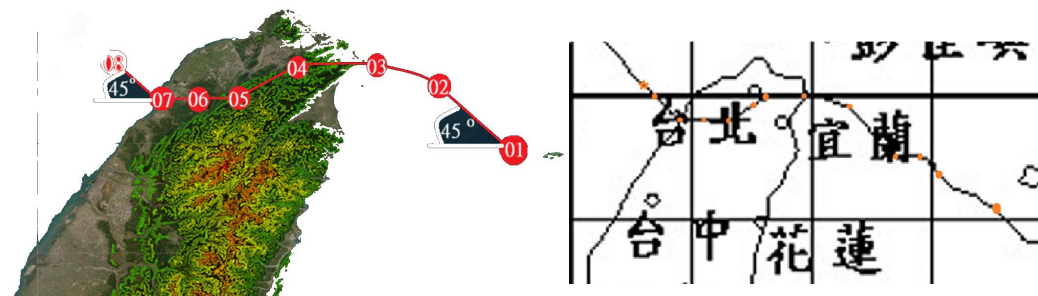
**3.3從波動力學的角動量觀點來審視**：從波動力學的角動量觀點來審視：蘇力從臺灣東方外海穿越北段山區，低層結構遭破壞減損強度，然而北段裡的兩個地形效應都是有利氣旋波動的增強，造成渦旋波體柱的向上伸展、增強，或氣旋波動的角動量增加，**在天氣學上，顯性的渦流胞將活躍於山區，增加了高山區域的劇烈降水。**

盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

### 3、討論與結論

#### 3.4顯性熱帶氣旋波動的繞行運動：U型軌跡

蘇力熱帶氣旋波動已穿越且活躍於北段山區，隨後快速向南沿著西側山區運動，再西行轉向新竹香山出海後，又回到在東岸外海進擊臺灣時的西北走向。



2015年8月的蘇迪勒(圖6a)、9月的杜鵑(圖6b)和2016年9月的玫姬(圖6c)等熱帶氣旋波動穿越中北段山區後，繞行的U型軌跡相似。南向運動的繞射效應：造成活躍於山區的中度等級以上熱帶氣旋波動延時且顯著降水為共同的特徵

# 盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

## 3.4 熱帶氣旋波動:蘇迪勒(Soudelor,中度上限);杜鵑(Dujuan,強烈);梅姬(Megi,中度)穿越中北臺灣山區的軌跡圖(圖6)

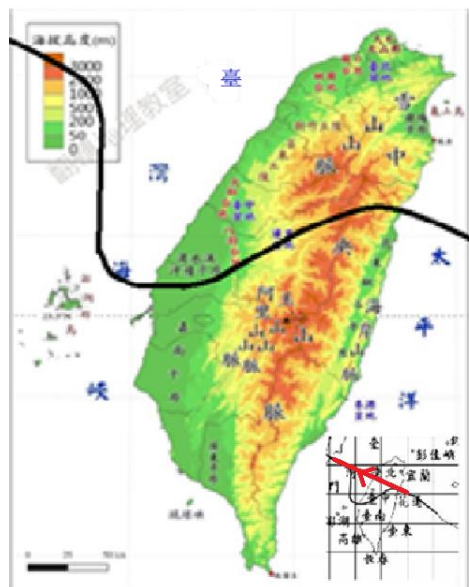


圖6a:2015年8月8日中度上限颱風蘇迪勒(Soudelor)的繞射現象

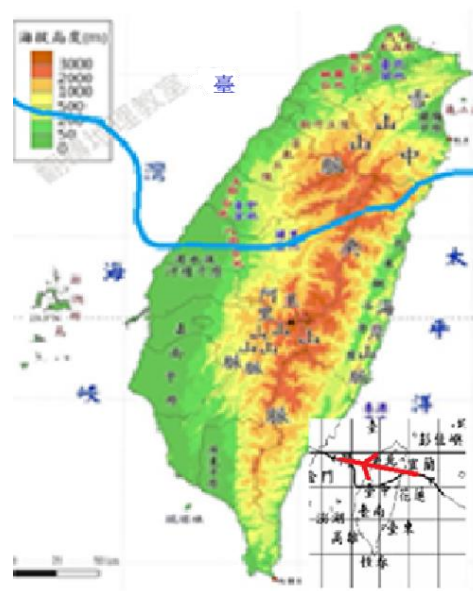


圖6b:2015年9月27日~29日強烈颱風杜鵑(Dujuan)的繞射現象

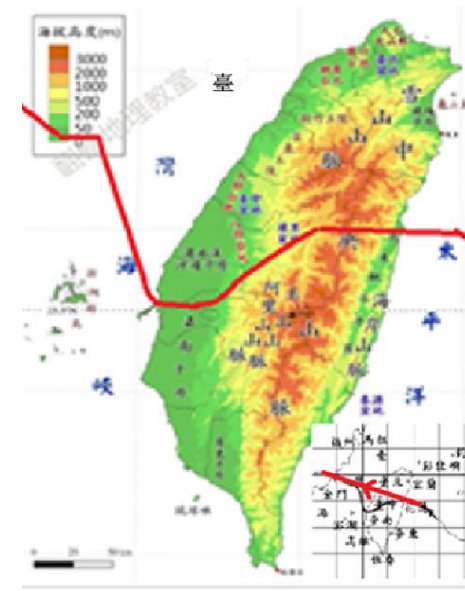


圖6c:2016年9月27日~28日中度颱風玫姬(Megi)的繞射現象

盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

#### 4.致謝與感言：

本論文“臺灣山脈北段的繞射效應”和2017年的“臺灣山脈中北段的繞射效應”都具有很相似的氣象動力架構，應該是臺灣山脈地形效應對熱帶氣旋波動強制作用的特徵或天候現象

觀測資料來自中央氣象署，謹此深致謝忱，真感謝！

盛夏熱帶氣旋波動侵臺的波變現象：在臺灣山脈北段的繞射效應和天候特徵

## 參考文獻

劉明禮； “熱帶氣旋波動侵臺時移動路徑的極端轉折：(III)多重作用效應的機能與特徵"交通部中央氣象署天氣分析與預報研討會論文彙編, 2017