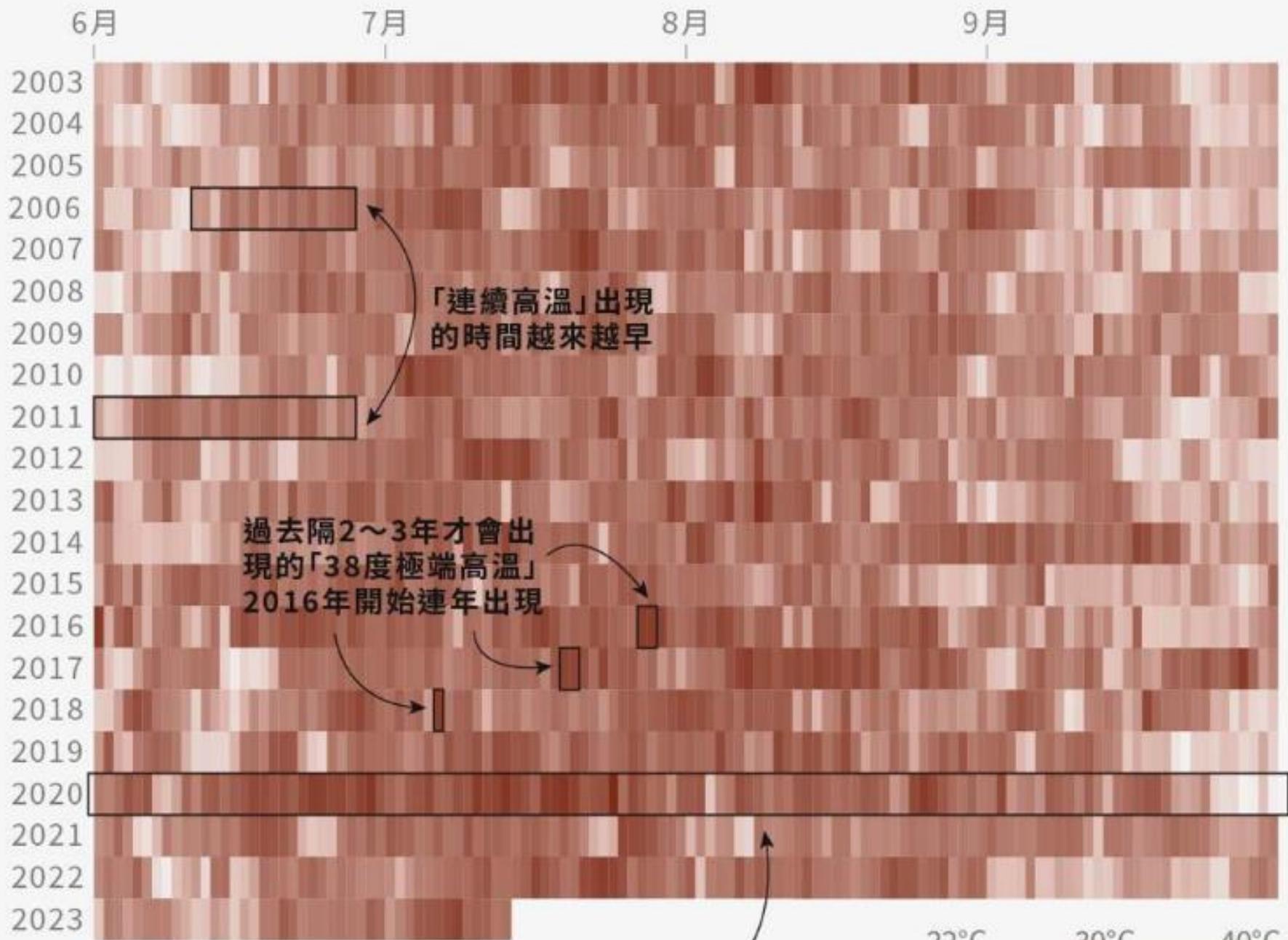


# 極端氣候的影響與氣象判讀

逢甲大學助理研究員 曾智榕





資料來源：經濟日報

2020年「飆破36度高溫」  
的天數達59天





當北極寒風突破極圈附近的強勁氣流而大舉南下時，氣象學家稱為「負北極振盪」，此時就有機會出現威力很強的寒流。

例如2016年1月24日來報到的這波寒流，不但強度很強，又正對著臺灣而來，才會讓臺灣變得超級冷，當時臺北市區測到的最低溫是4°C。



資料來源：CSR@天下



資料來源：聯合新聞網



資料來源：自由時報

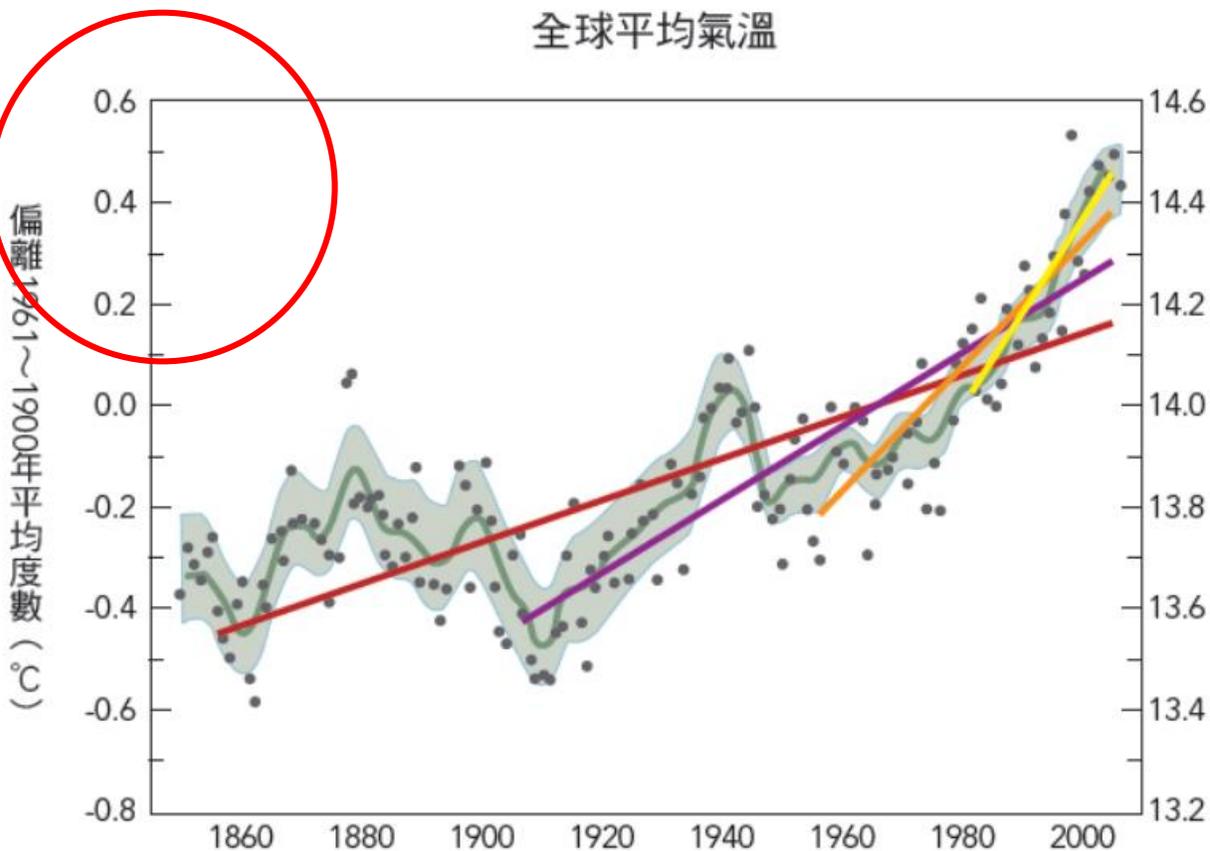
# IPCC特別報導

理財達人秀  
MONEYSH★W

**2030年升溫 $1.5^{\circ}\text{C}$ 破暖化大限？**  
**聯合國警告：北極夏季恐無冰**

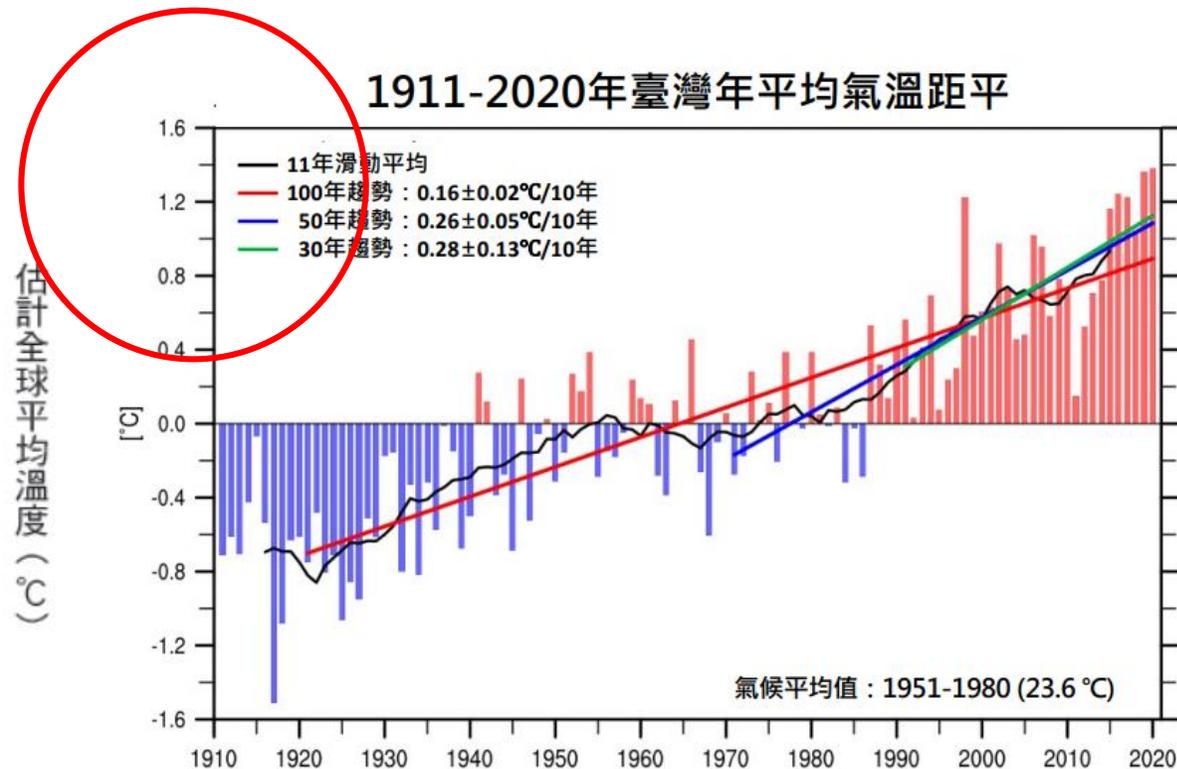
# 工業革命後溫度的變化

臺灣年平均氣溫在過去110年(1911-2020年) 上升約1.6°C



過去一百多年全球氣溫變化

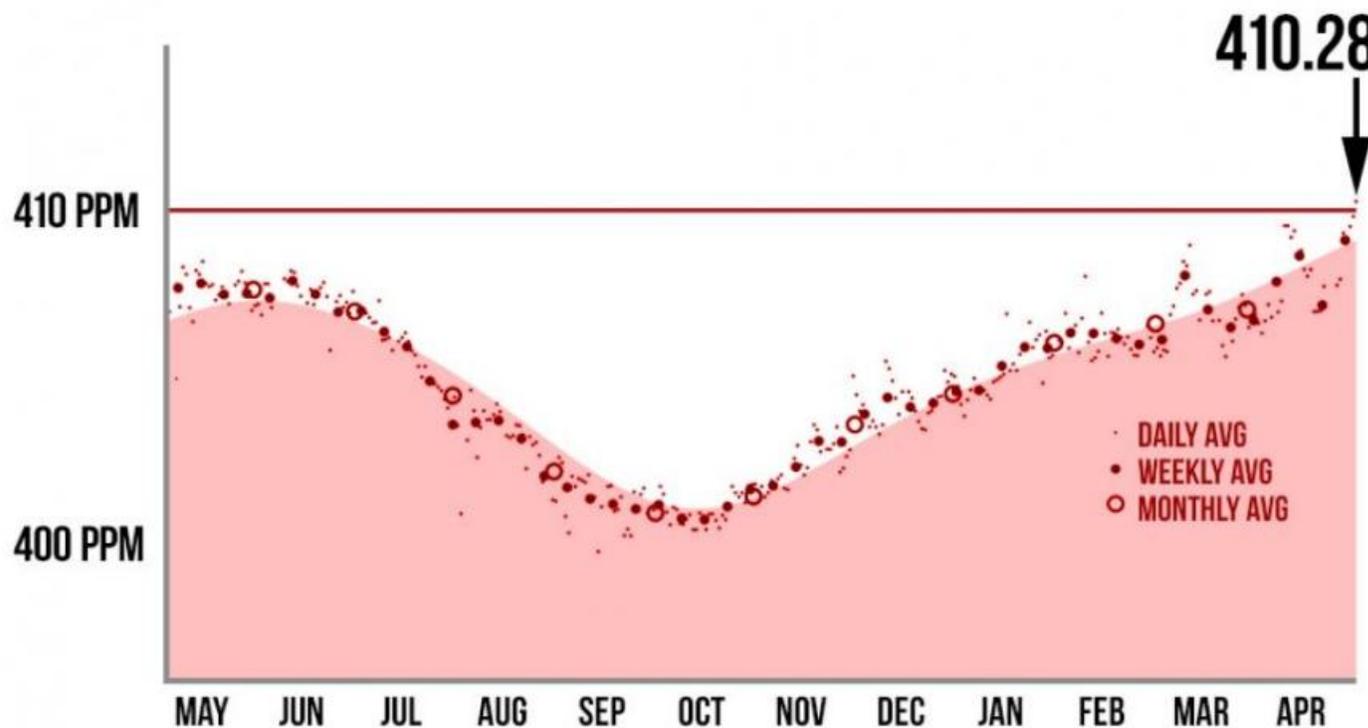
資料來源：IPCC AR4 FAQ 3.1, Figure 1 [1]



# 大氣中二氧化碳濃度

短短270年的期間裡，大氣層二氧化碳濃度的升幅高達140 ppm

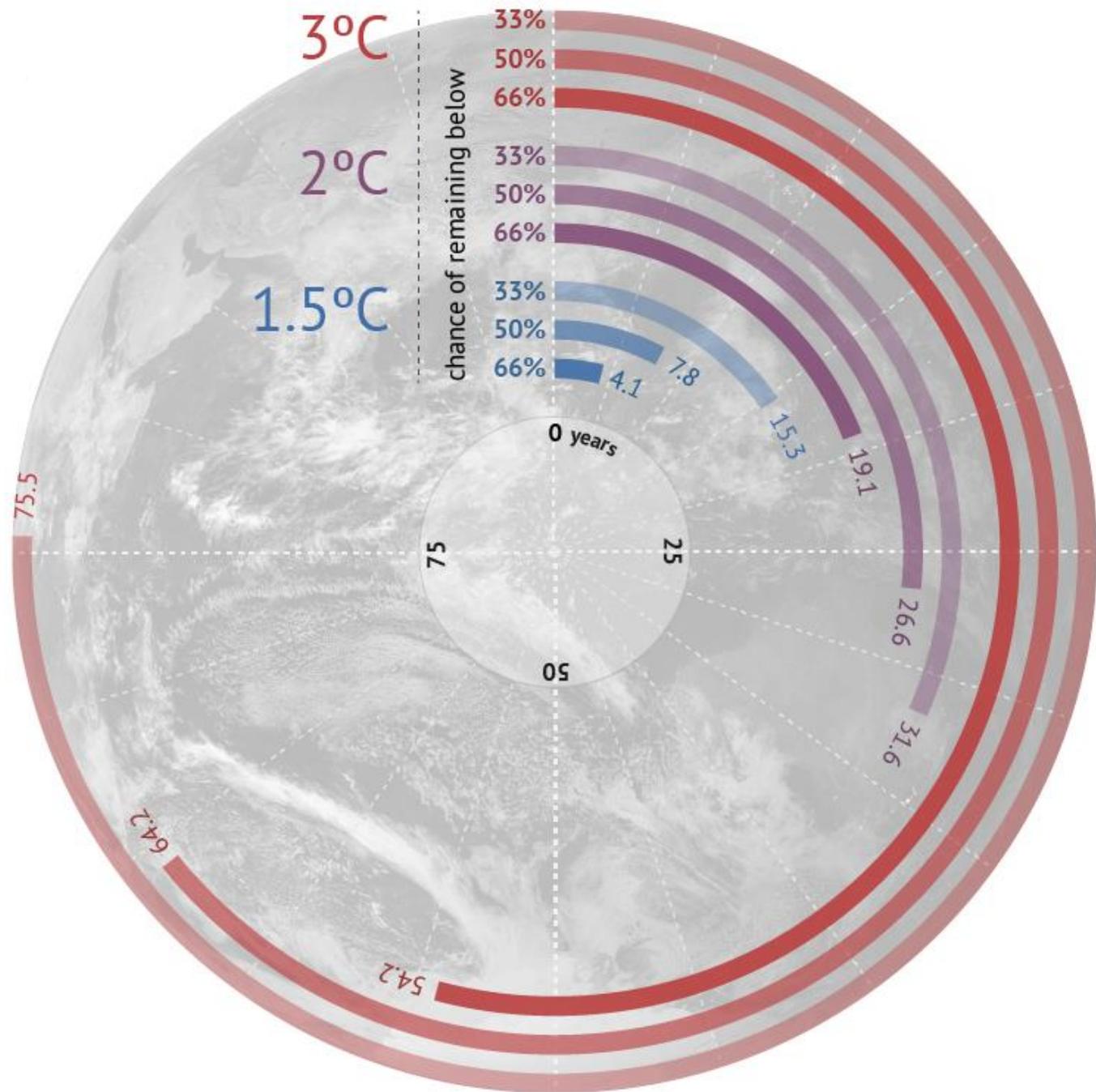
**A New Milestone: 410 PPM**  
Carbon Dioxide Hits a New High



估計高達1.6兆噸存留在大氣層

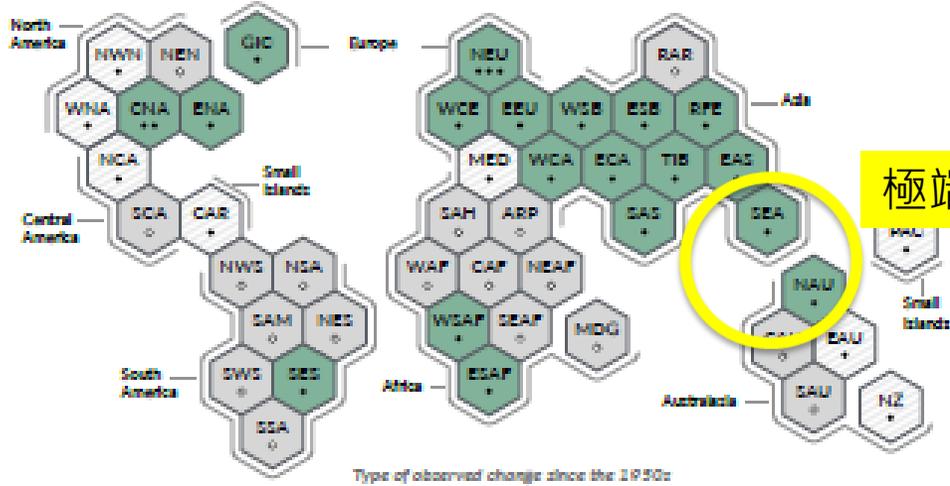
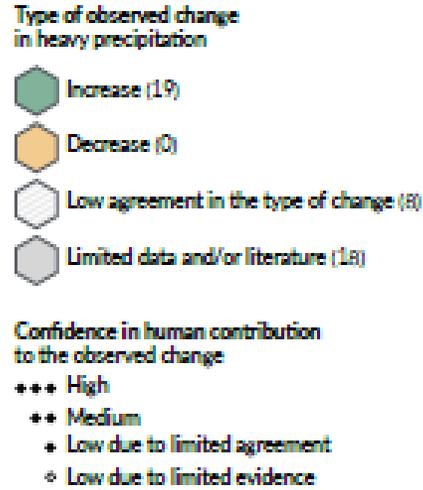
2023年已達到420PPM

# 倒數計時



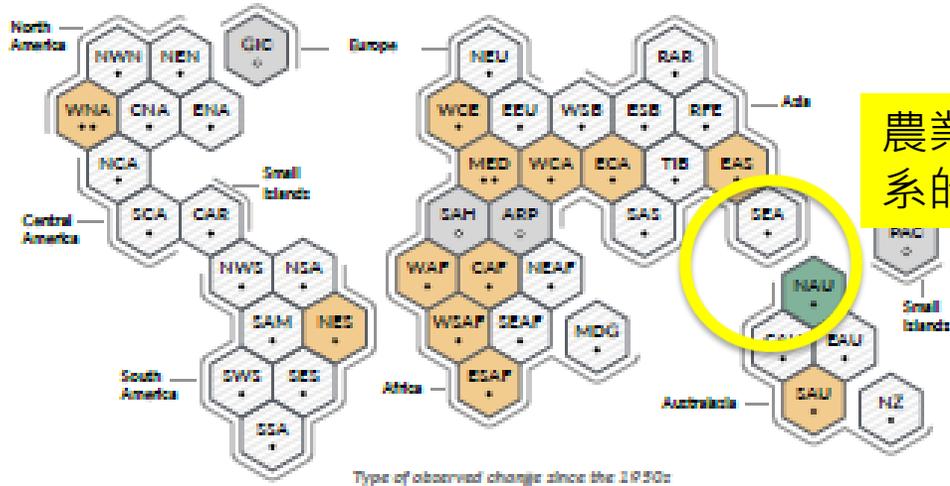
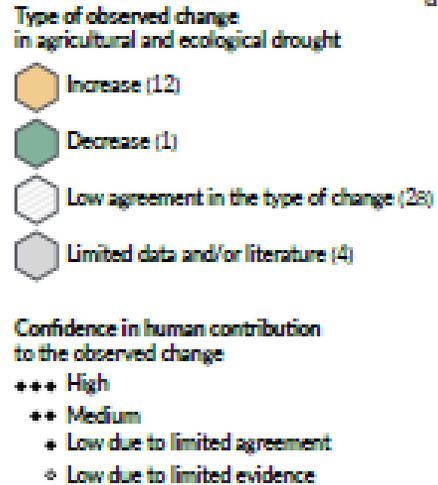
# 極端降雨、乾旱：東南亞全面增多

b) Synthesis of assessment of observed change in heavy precipitation and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions



極端降雨

c) Synthesis of assessment of observed change in agricultural and ecological drought and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions



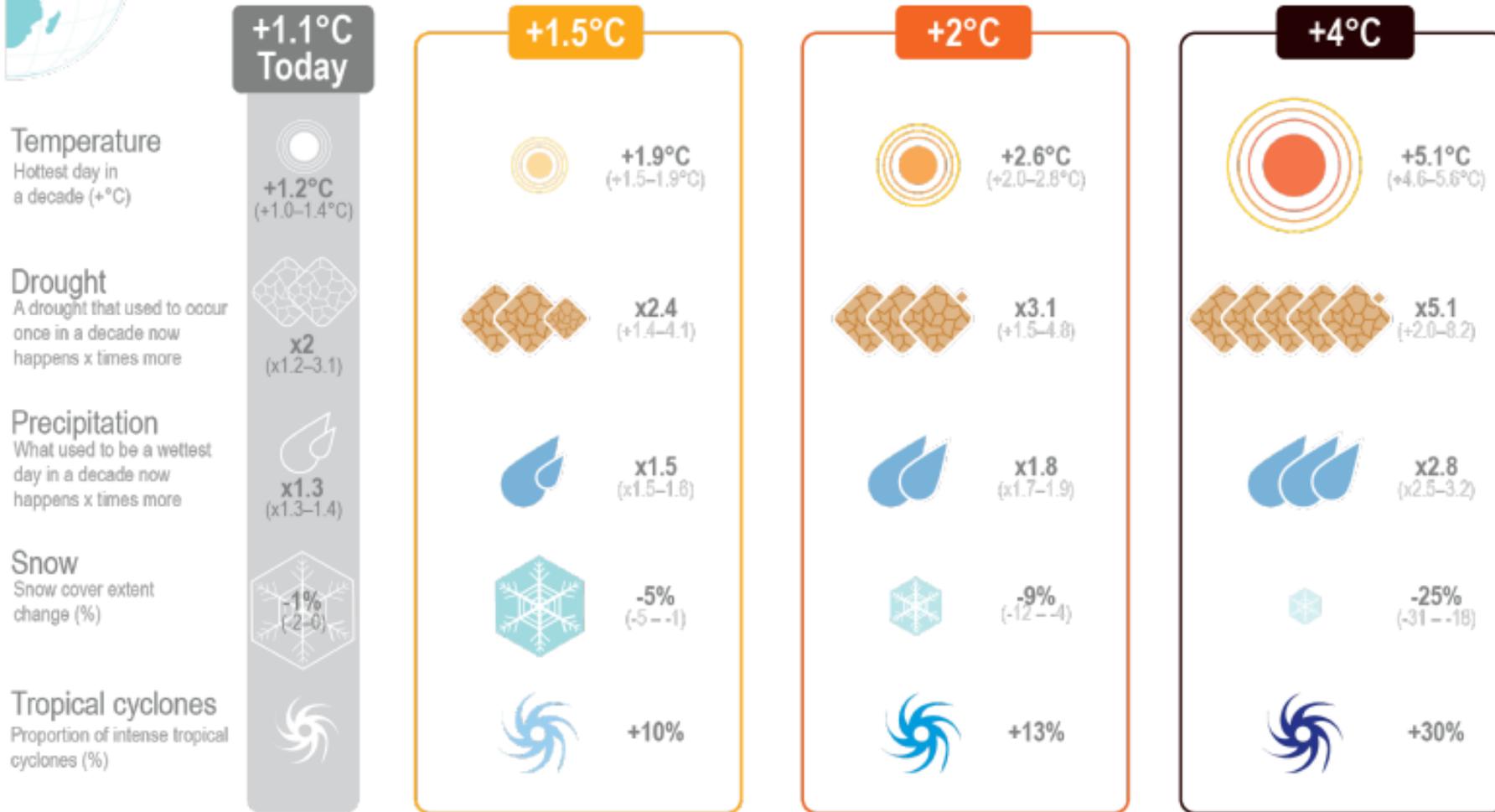
農業及生態系的乾旱



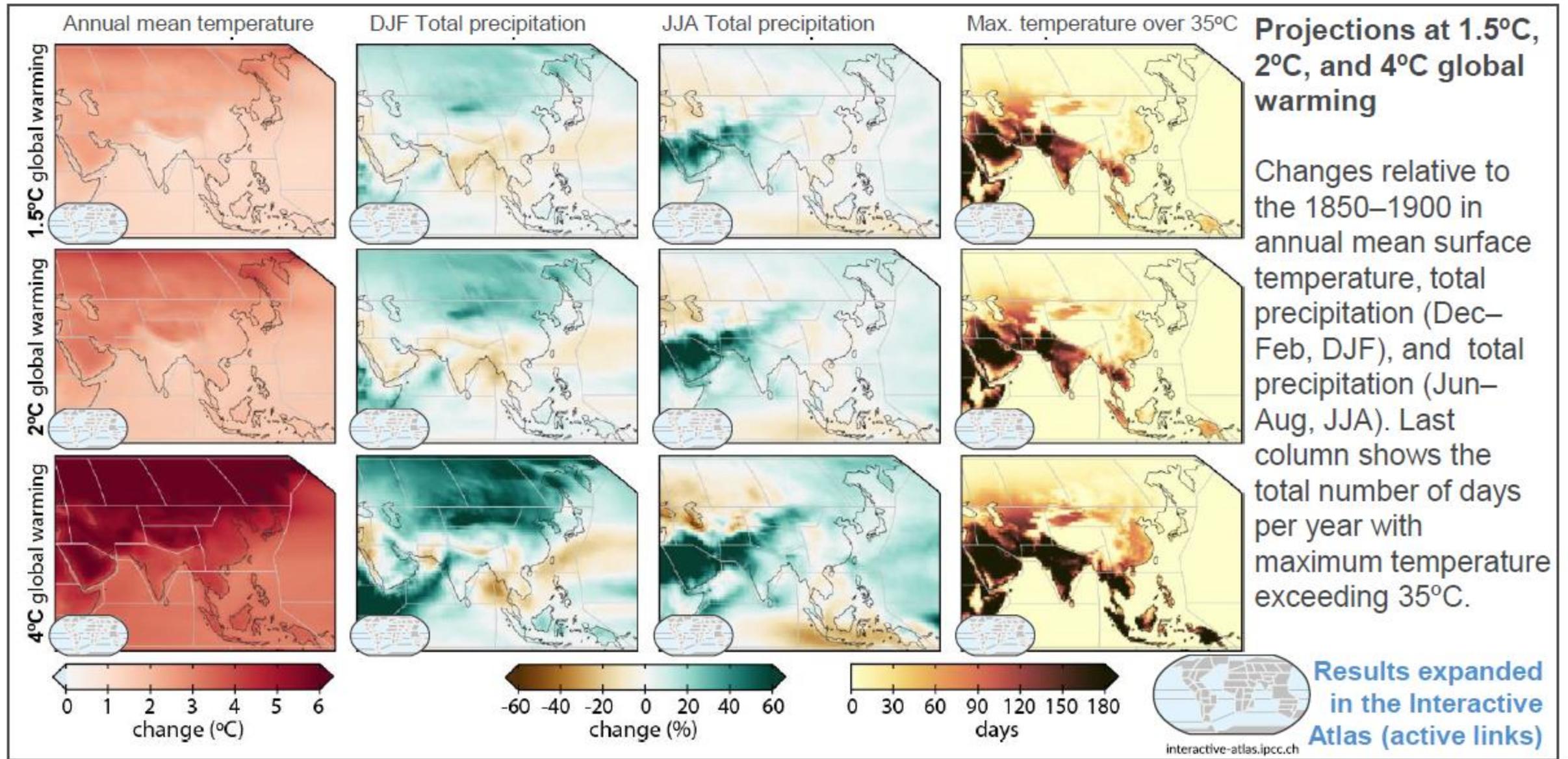
## Response of the climate system relative to 1850–1900

Many aspects of the climate system react quickly to temperature changes.

At progressively higher levels of global warming there are greater consequences (min/max range shown).



# 亞洲：台灣附近暖化幅度相對較緩，冬季雨水減少、夏季雨水增多



# IPCC氣候變遷第六次評估報告之科學重點摘錄與臺灣氣候變遷評析更新報告 (TCCIP)

- 未來推估臺灣年總降雨量有增加的趨勢。在最劣情境(SSP5-8.5)下，**21世紀中、末**臺灣平均年總降雨量增加幅度約為15%、31%；**理想減緩情境 (SSP1-2.6)**下，增加幅度約為12%、16%。(圖9)
- 臺灣年最大1日暴雨強度有增加趨勢。最劣情境 (SSP5-8.5)下，21世紀中、末平均年最大1日暴雨強度增加幅度約為20%、41.3%。理想減緩情境(SSP1-2.6)下，21世紀中、末平均年最大**1日暴雨強度增加幅度約為15.7%、15.3%**。(圖10)
- 最劣情境 (RCP8.5)下21世紀中、末，**影響臺灣颱風**個數將減少約15、55%，**強颱風**比例將增加約100%、50%，**颱風降雨改變率**將增加約20%、35%。(圖12)

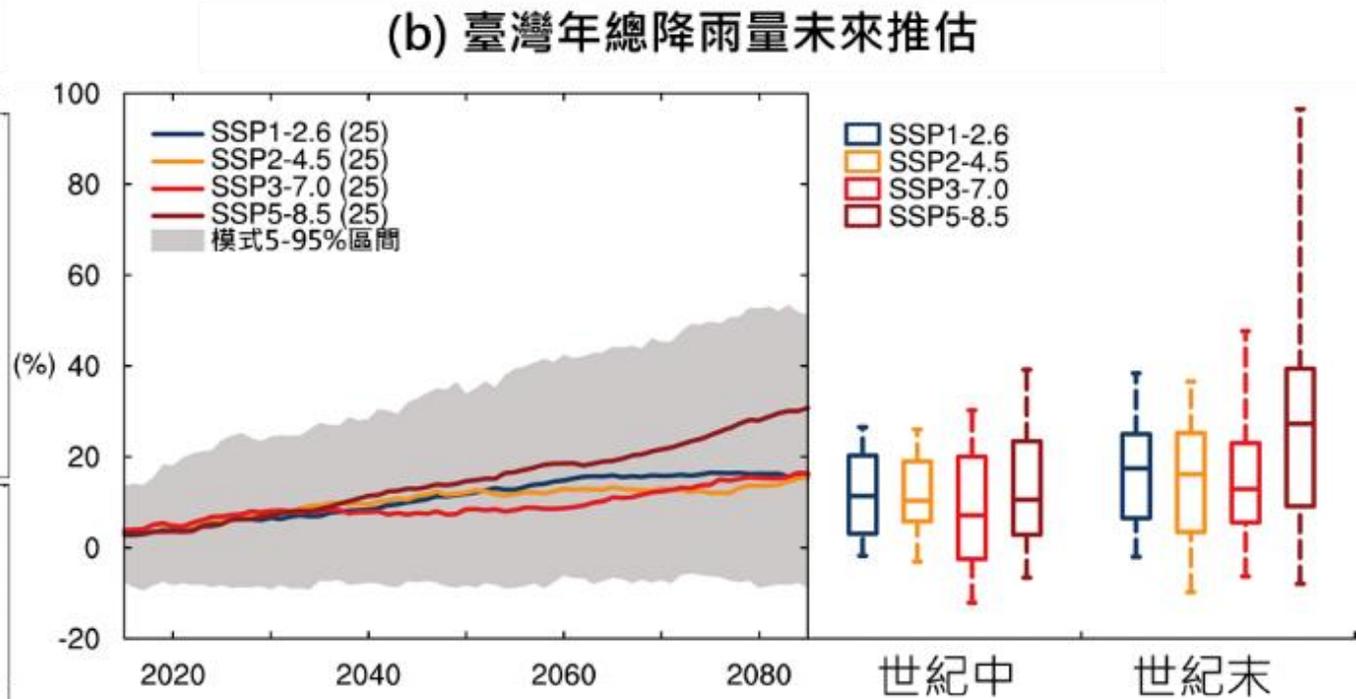
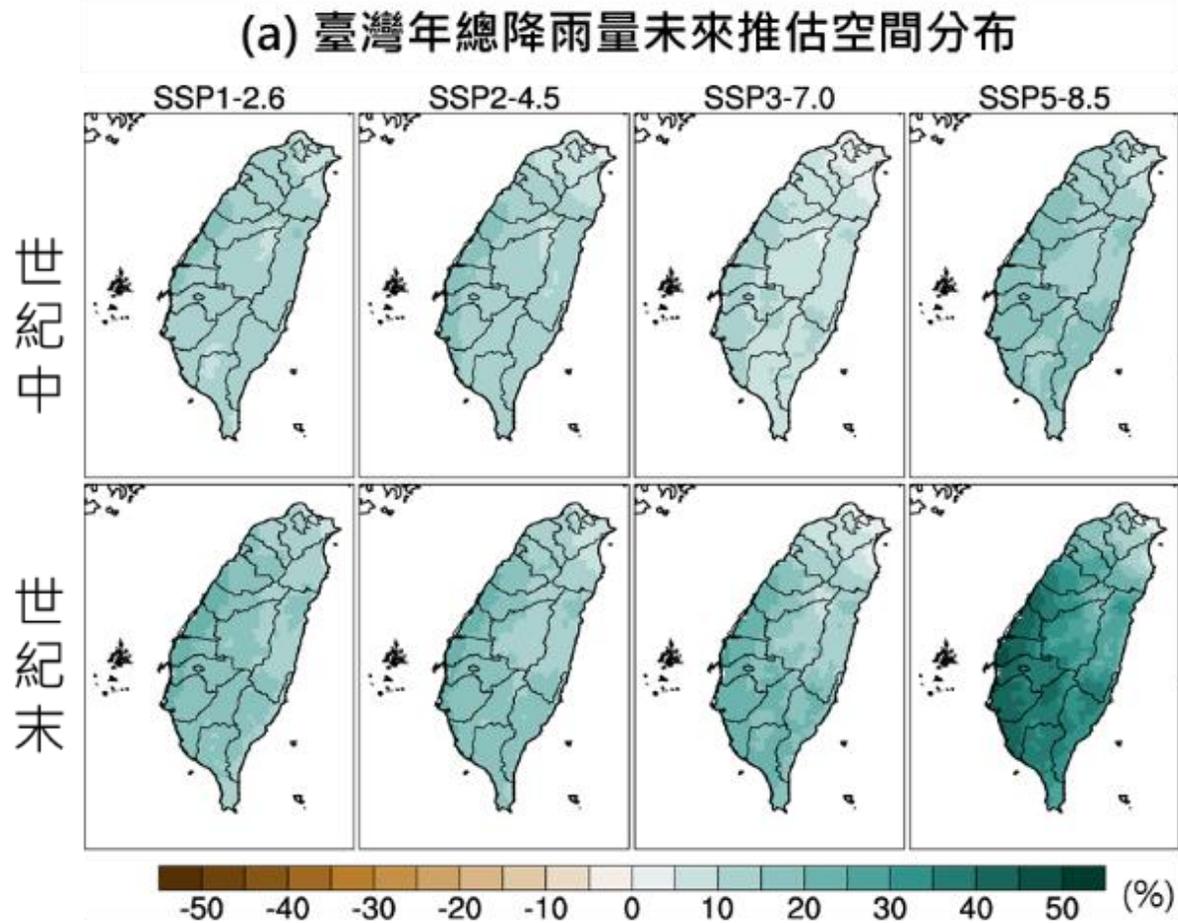
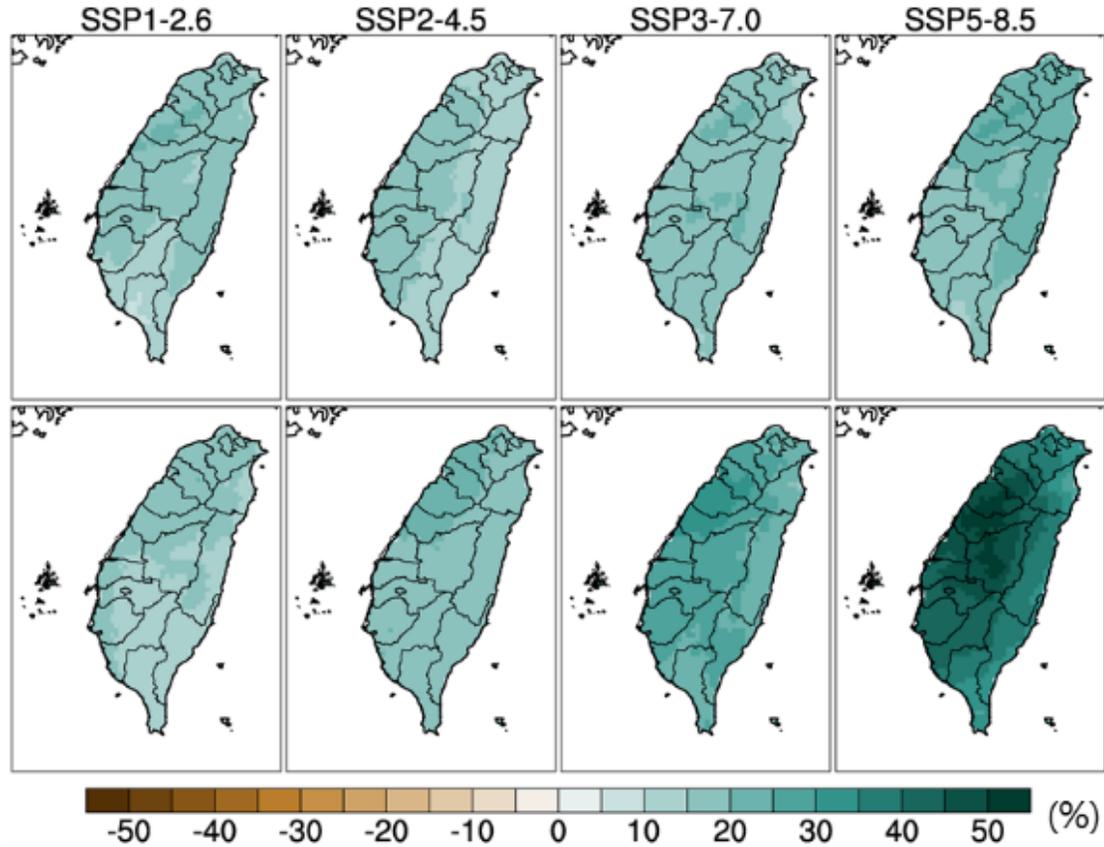


圖9 年總降雨量推估

(a) 臺灣年最大1日暴雨強度未來推估空間分布



(b) 臺灣年最大1日暴雨強度未來推估

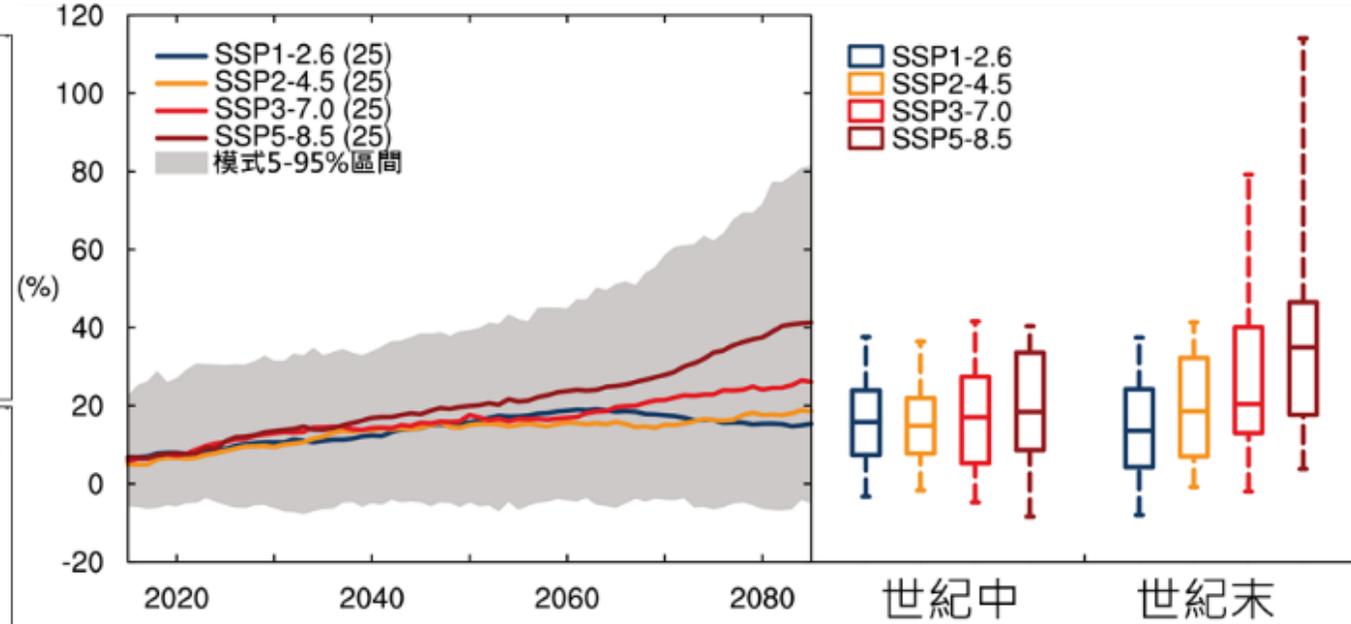
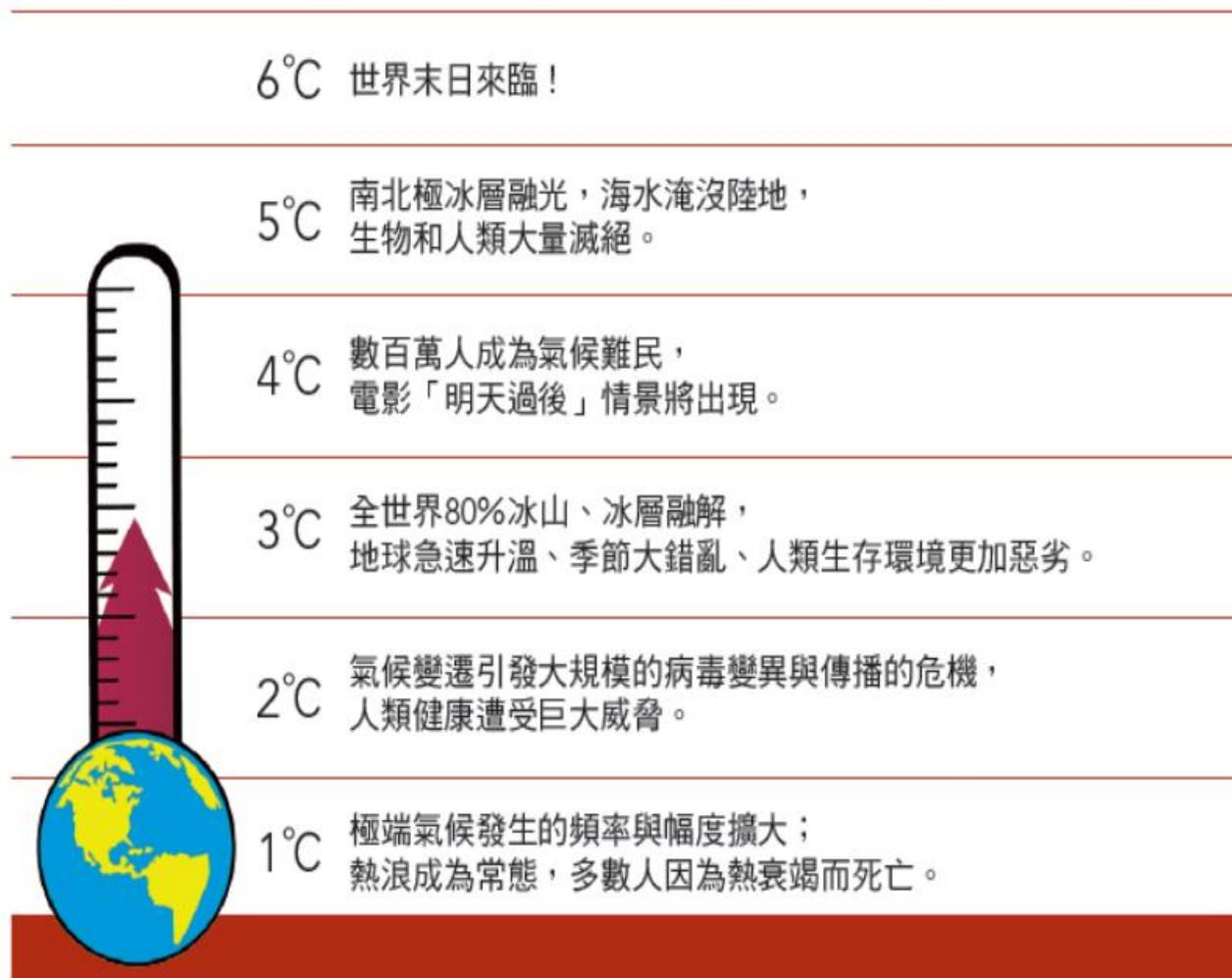


圖10 年最大1日暴雨強度推估

# 暖化威脅迫在眉睫



## 對台灣的影響

1. 氣溫上升、乾季更乾、雨季更濕
2. 強降雨增多、海平面上升趨勢明確
3. 颱風更北偏但強度增強
4. 西南季風雨水可能增多
5. 都市增溫更顯著

# 災害對於環境的影響

- 災害頻率增加
- 災害規模變大
- 災害發生地點空間範圍擴大
- 災害不確定性高
- 災害型態更複雜（水災、土石流、大規模崩塌、其他坡地災害）



- 風險管理難度提高
- 應變作業困難度提高
  - 社區防災任務增加
  - 預警時間、疏散避難操作時間縮短
  - 疏散避難操作時間變長
  - 疏散撤離、收容安置人數遽增



降雨強度與降雨事件總雨量增加  
造成之影響

# 2010年梅姬颱風-短延時強降雨造成坡地崩塌

## 蘇澳雨量站 最大24h累積雨量(1018.5mm)



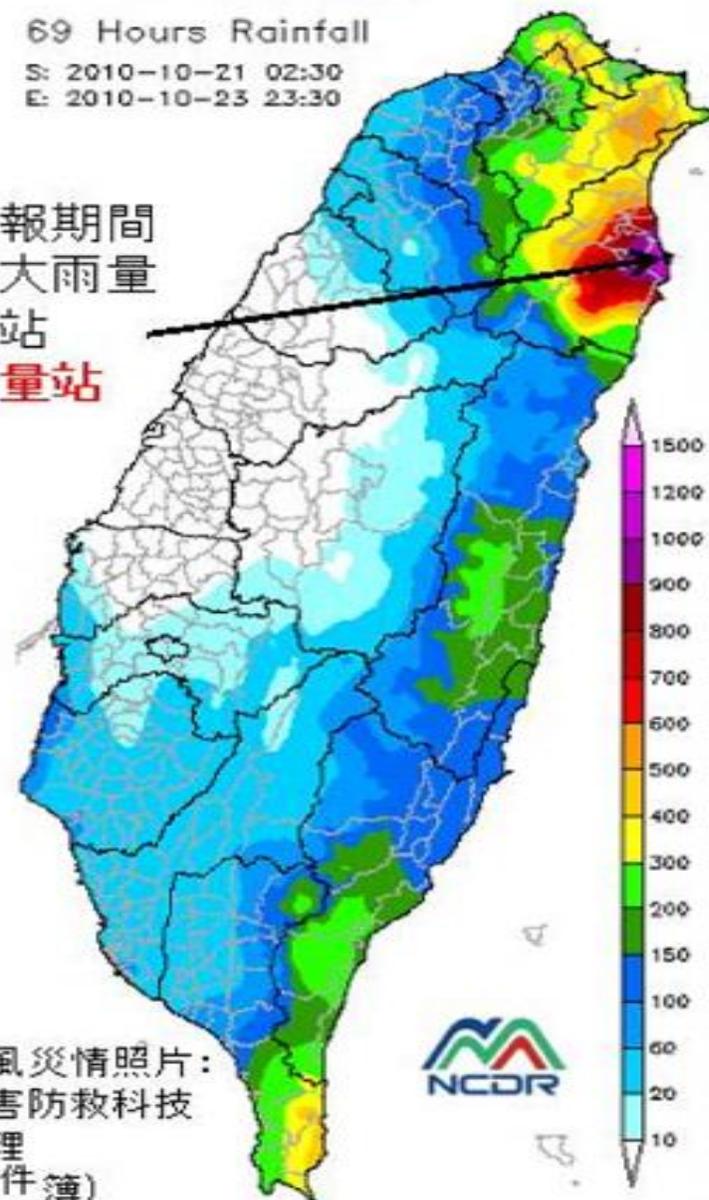
## 總累積雨量分佈圖

69 Hours Rainfall

S: 2010-10-21 02:30

E: 2010-10-23 23:30

颱風警報期間  
累積最大雨量的  
雨量站  
**蘇澳雨量站**



影像來源: 空勤總隊

台9縣蘇花公路112K-116K崩塌災情



影像來源: 水保局

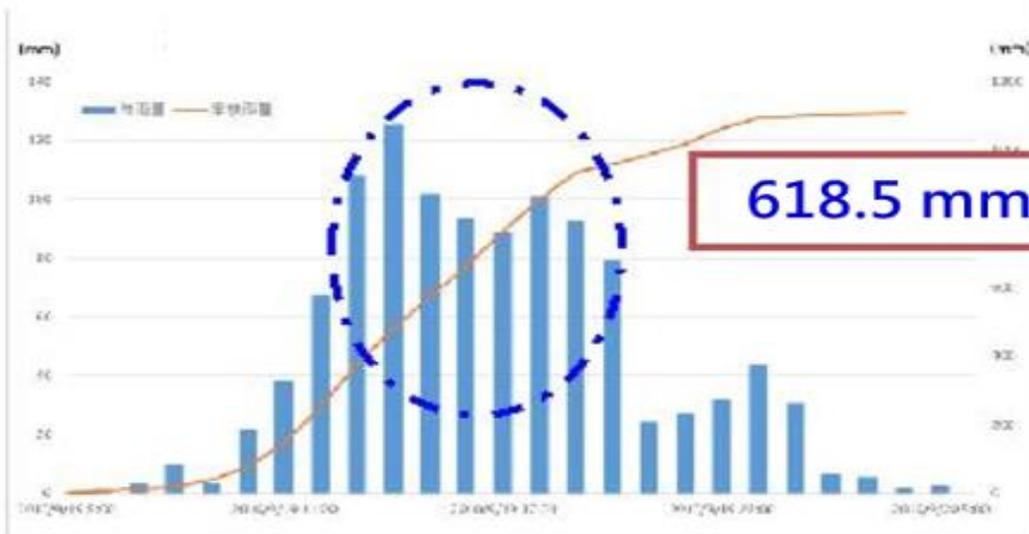
蘇澳白雲寺旁崩塌災情

梅姬颱風災情照片:  
國家災害防救科技  
中心整理  
(災害事件簿)



# 2010年凡那比颱風-短延時強降雨造成下游都會區淹水

## 瑪家雨量站 最大24h累積雨量(1110mm)

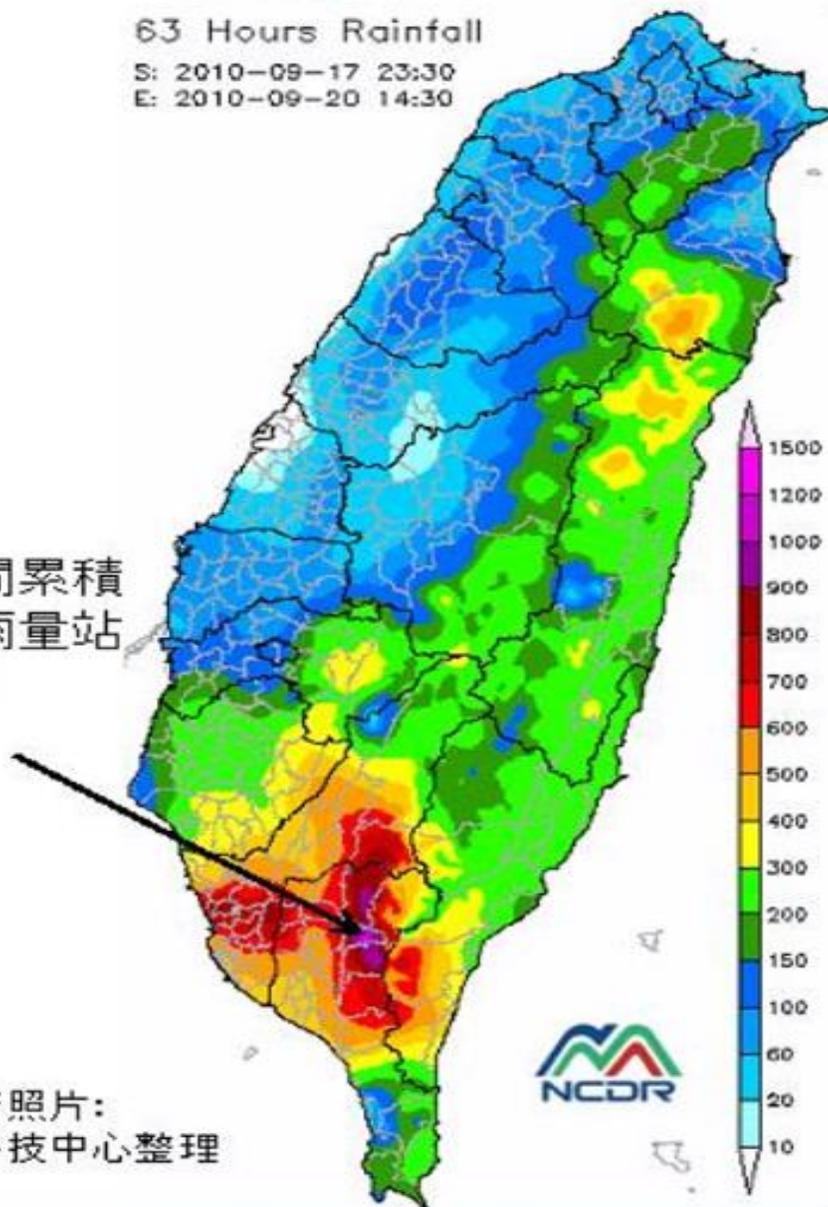


## 總累積雨量分佈圖

63 Hours Rainfall

S: 2010-09-17 23:30

E: 2010-09-20 14:30



颱風警報期間累積最大雨量的雨量站  
**瑪家雨量站**

## 凡那比颱風2010.9.20 高雄縣岡山鎮

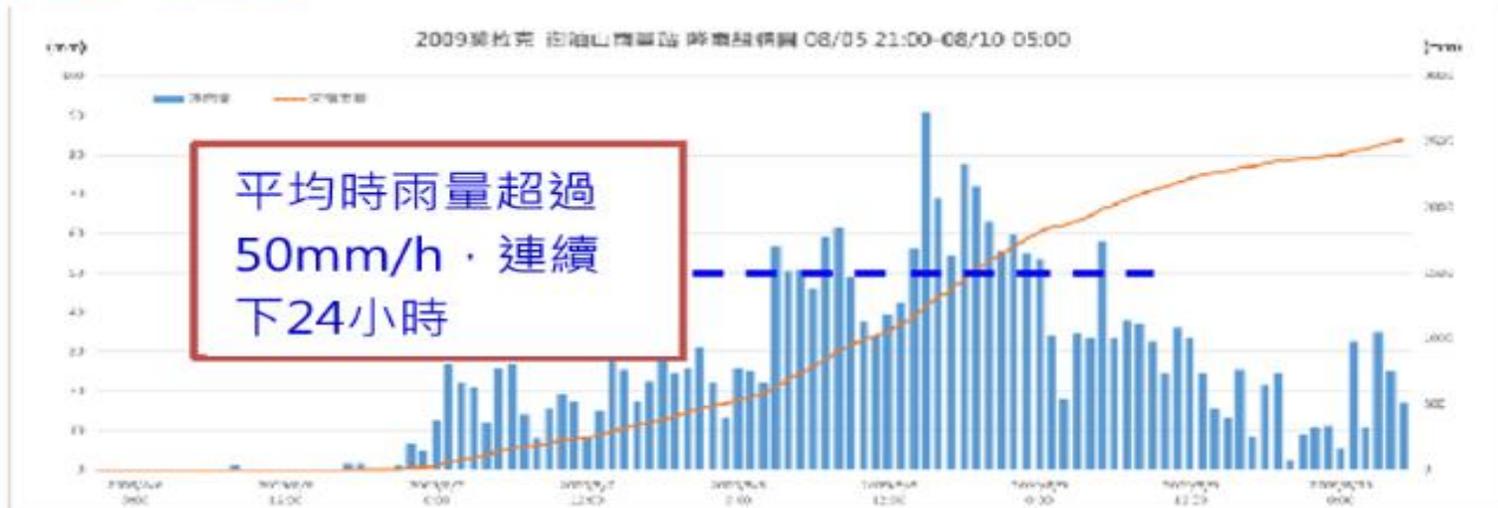


凡那比颱風災情照片：  
國家災害防救科技中心整理  
(災害事件簿)

# 2009年莫拉克颱風— 長延時強降雨造成南部重大災情

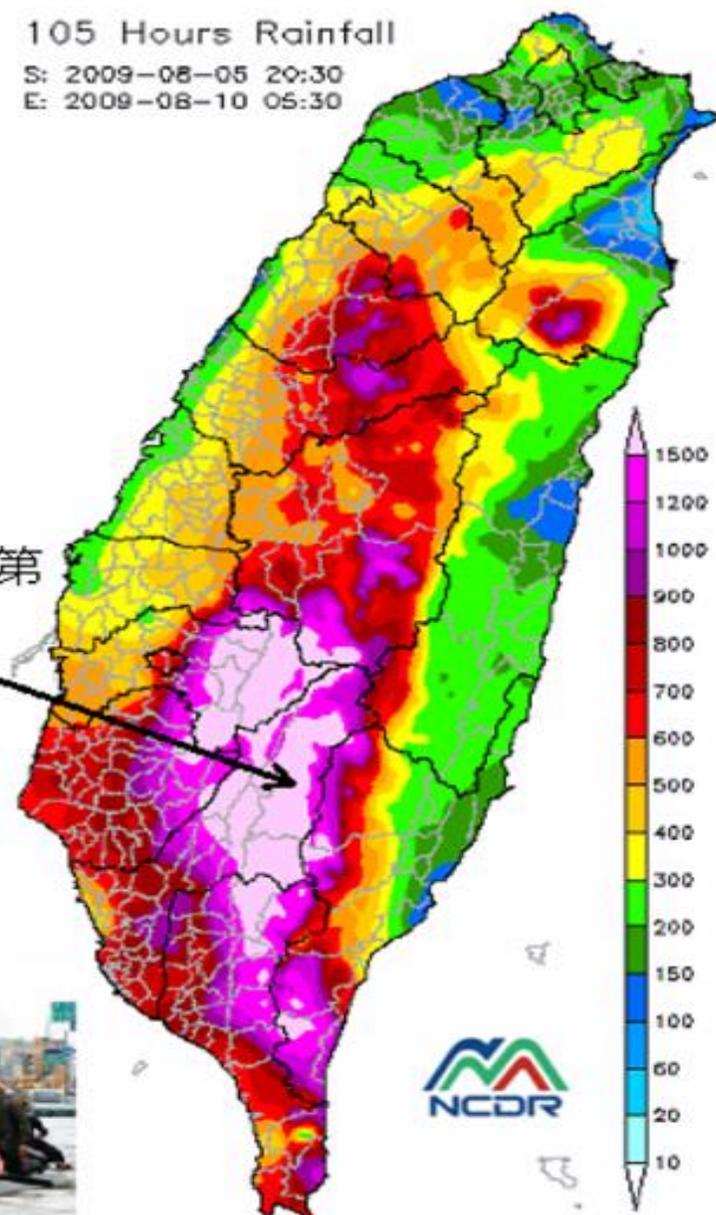
御油山雨量站事件總累積雨量( 2516mm )， 24h累積雨量 ( 1290mm )

總累積雨量分佈圖



105 Hours Rainfall

S: 2009-08-05 20:30  
E: 2009-08-10 05:30



## 土石流滅村(高雄市甲仙區小林村)

莫拉克颱風小林村慘劇二覽自然色 災前衛星影像  
影像時間: 01/14/2008



莫拉克颱風小林村慘劇二覽自然色 災後衛星影像  
影像時間: 08/13/2009



颱風警報期間累積第  
3大雨量的雨量站  
御油山雨量站



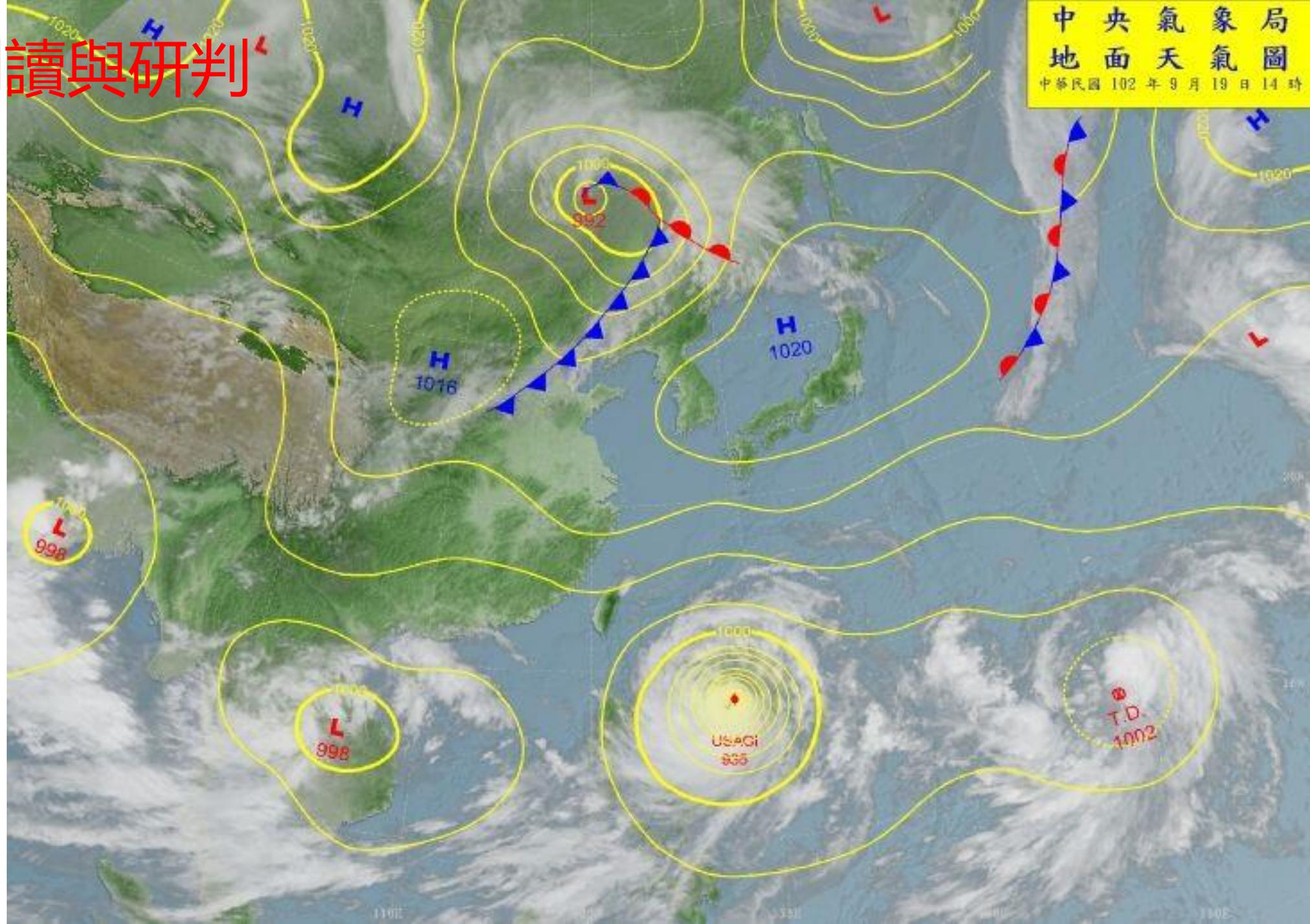
都會區淹水  
(屏東縣林邊鄉)



資料來源:  
經濟部水利署: 河川便利通, 水利災害應變學習中心新聞與情

# 氣象情資判讀與研判

- 氣壓
- 峰面
- 熱帶氣旋
- 颱風

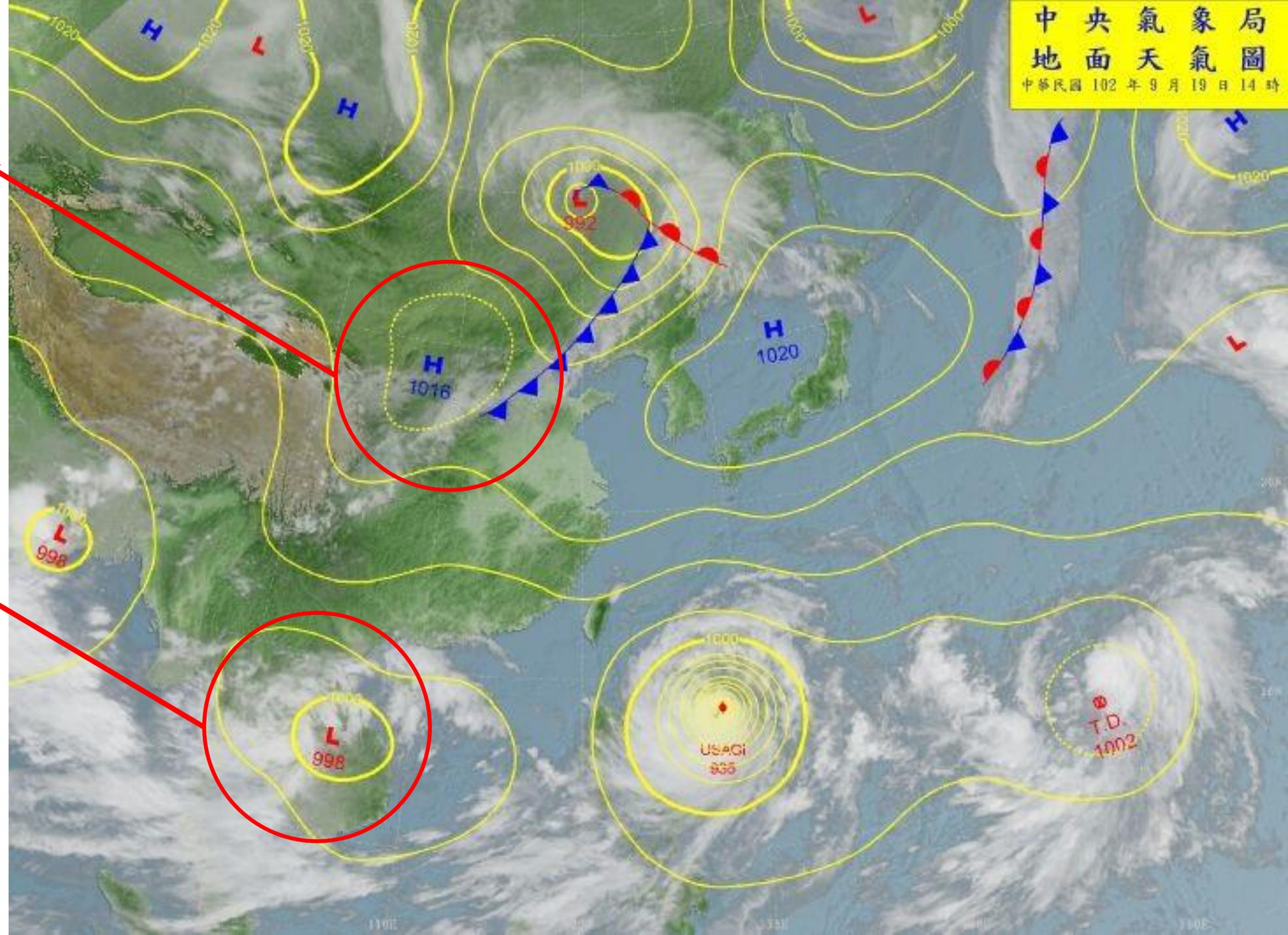


## 高氣壓(H)

- ✓ 大氣會下沉
- ✓ 無雲風速慢
- ✓ 降水機率小
- ✓ 地面空氣污染

## 低氣壓(L)

- ✓ 大氣會上升
- ✓ 雲多風速快
- ✓ 降水機率大

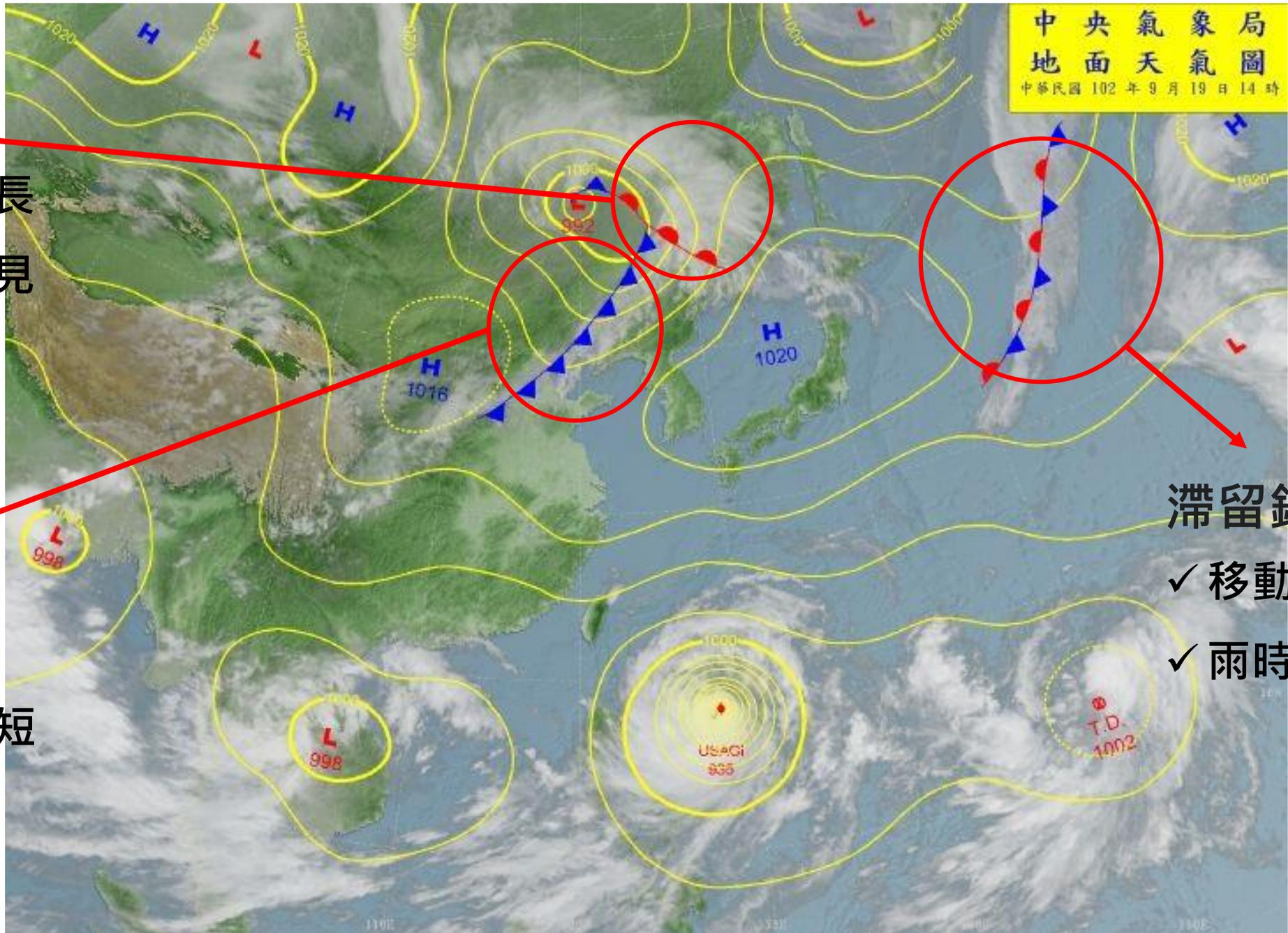


## 暖鋒

- ✓ 層狀雲
- ✓ 降雨時間長
- ✓ 台灣不常見

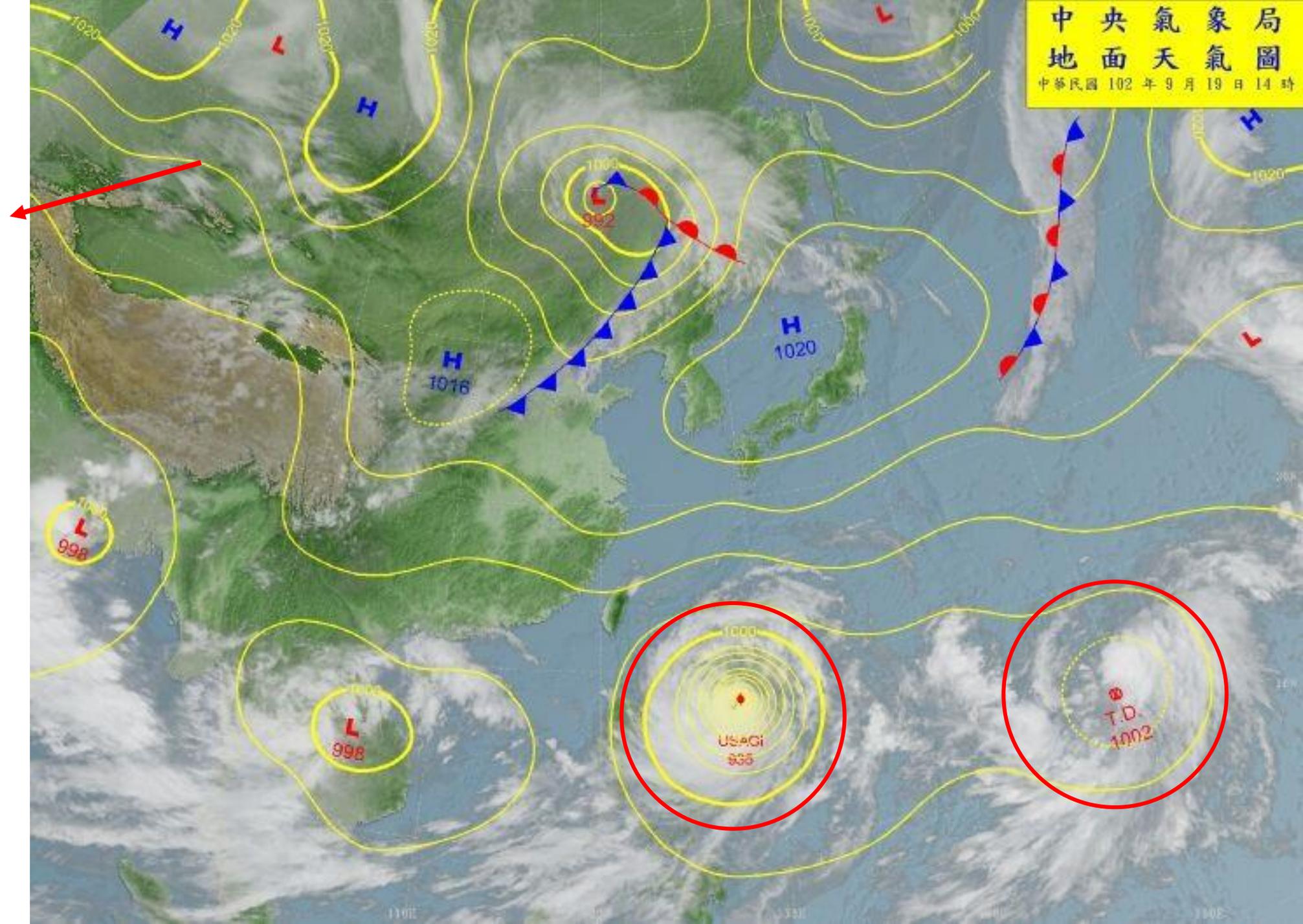
## 冷鋒

- ✓ 積雨雲
- ✓ 降雨時間短
- ✓ 秋冬常見



## 滯留鋒

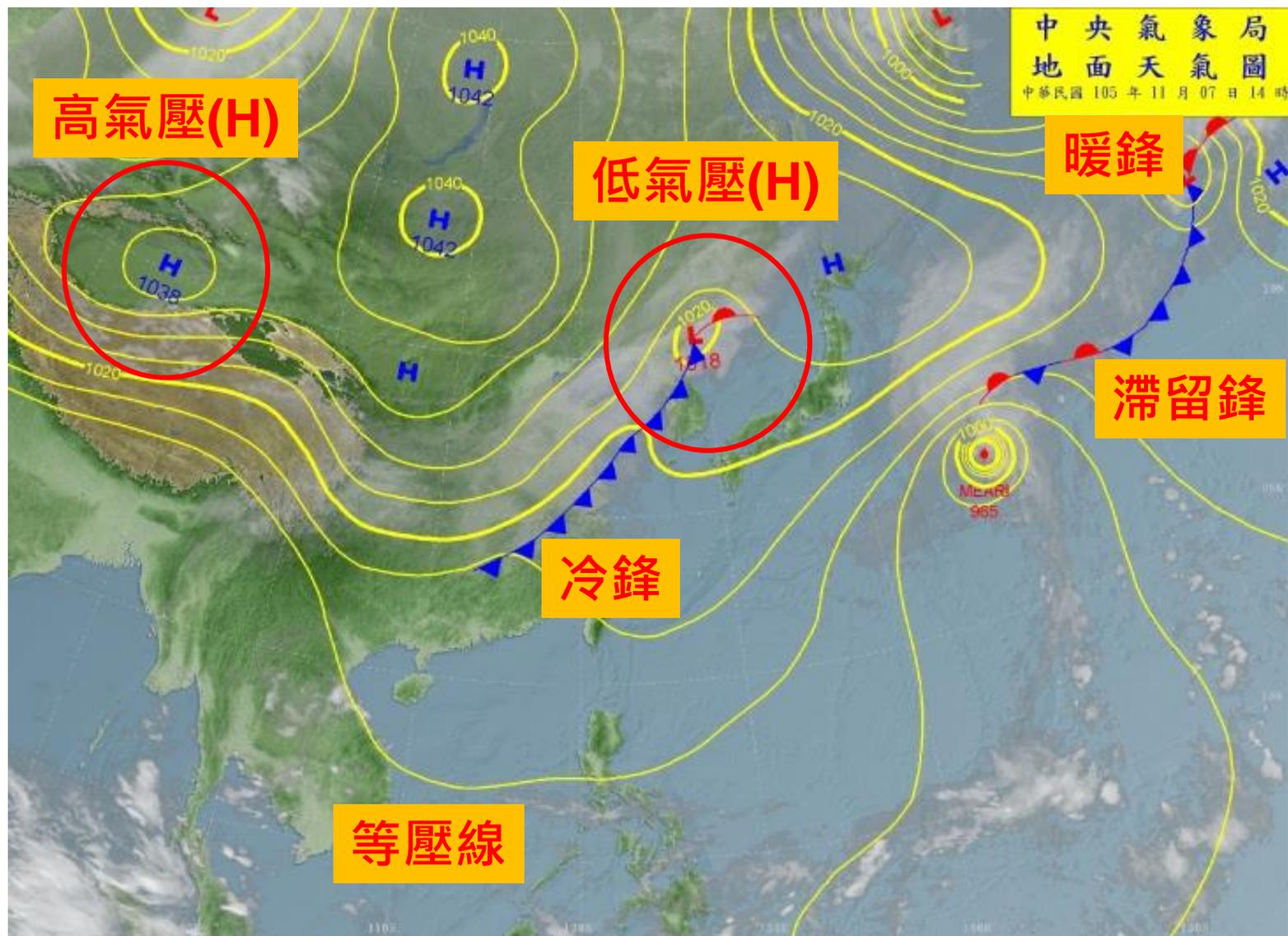
- ✓ 移動緩慢
- ✓ 雨時長 雨勢大



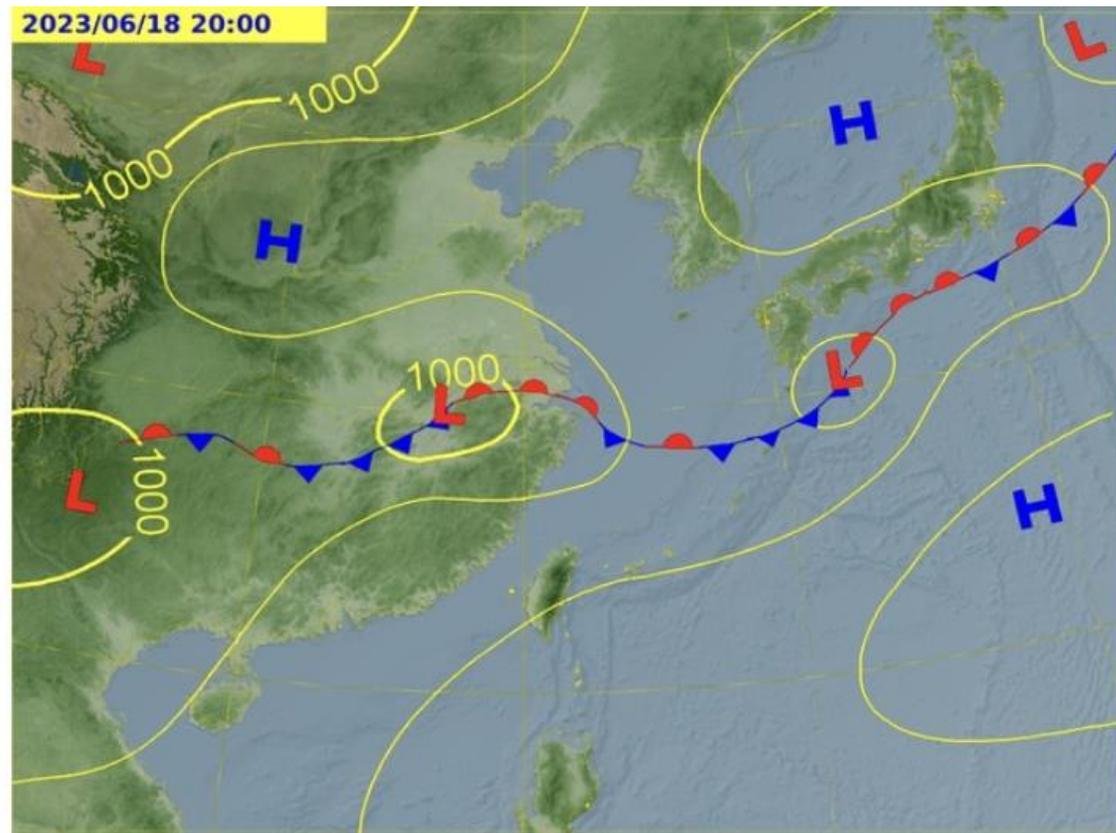
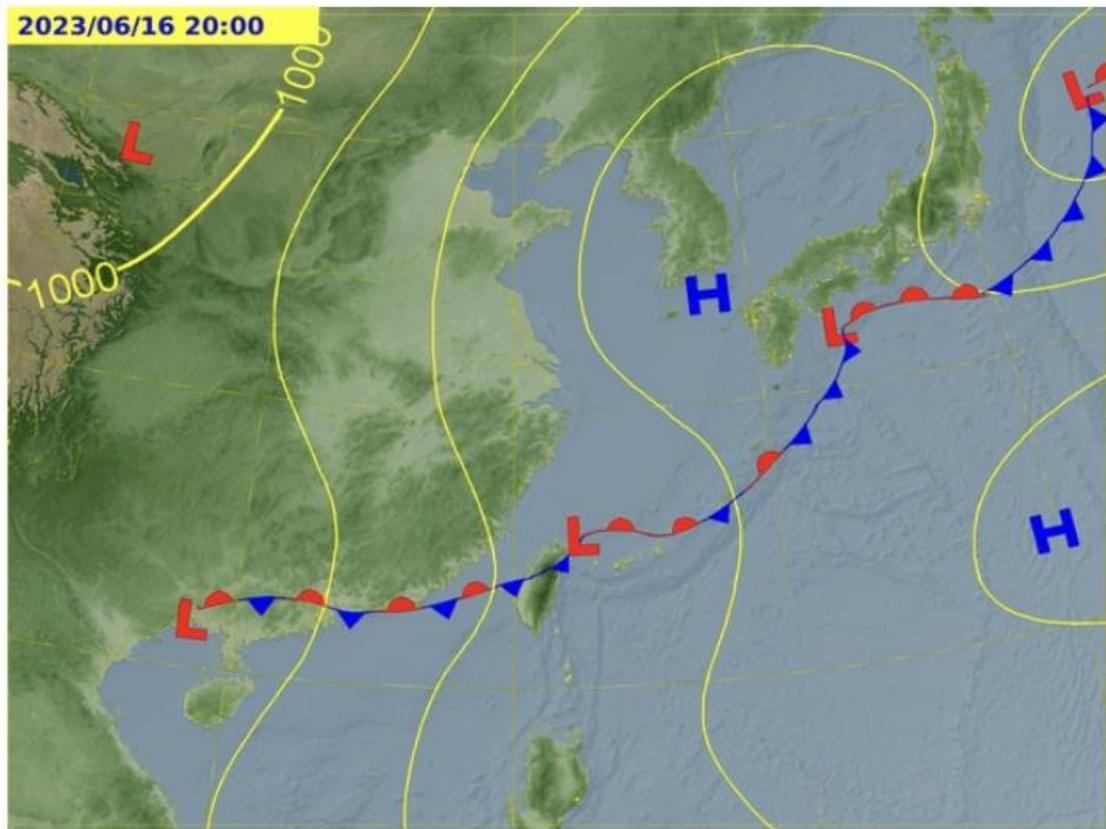
等壓線：把氣壓相同的地方連接起來的線

密集：風大  
疏散：風小

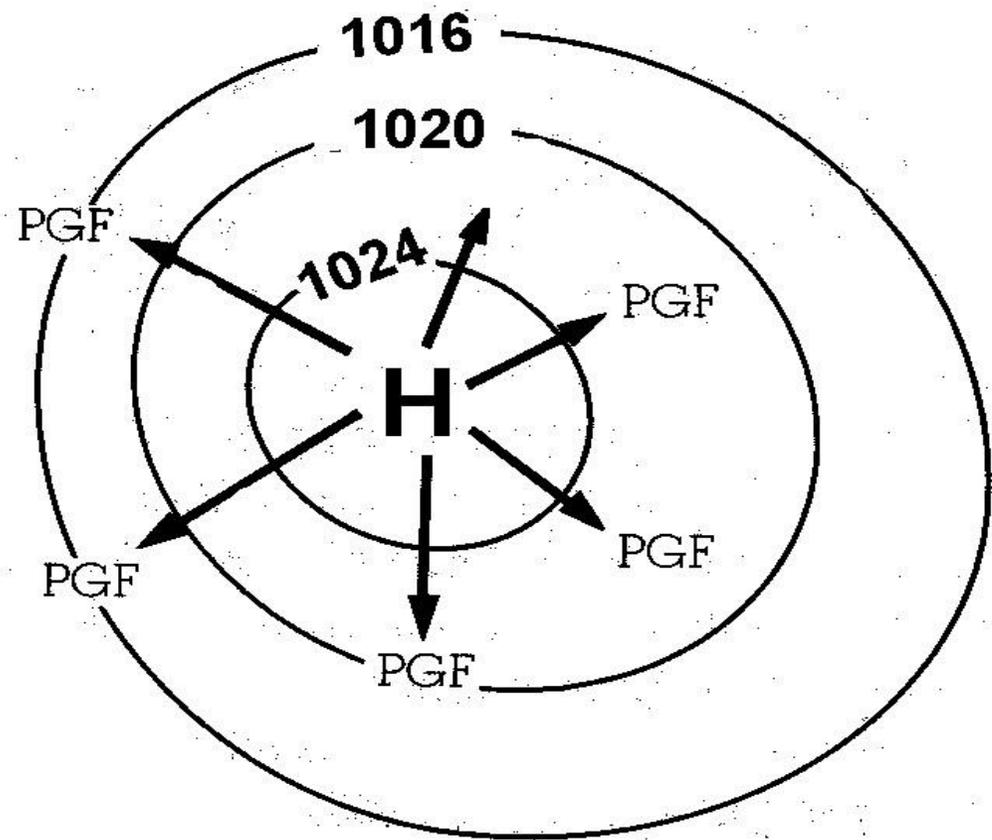
# 請標示出天氣圖上，各符號的意思



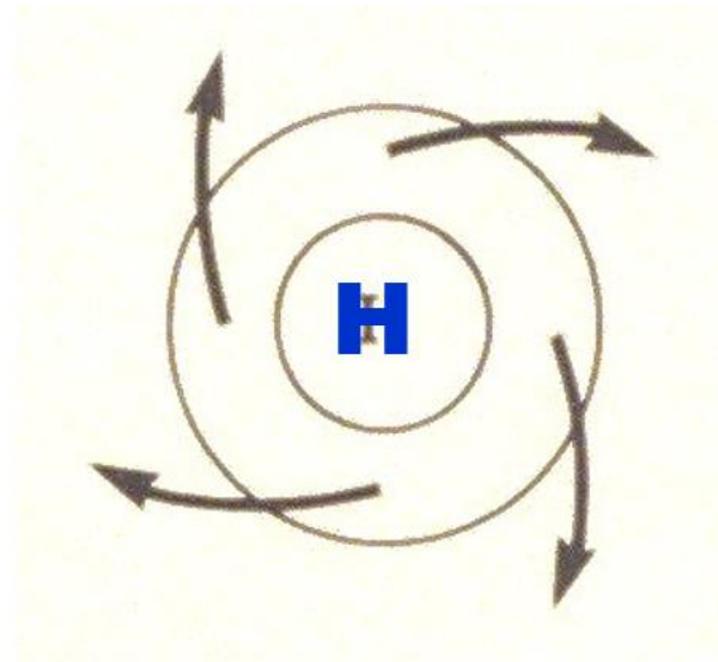
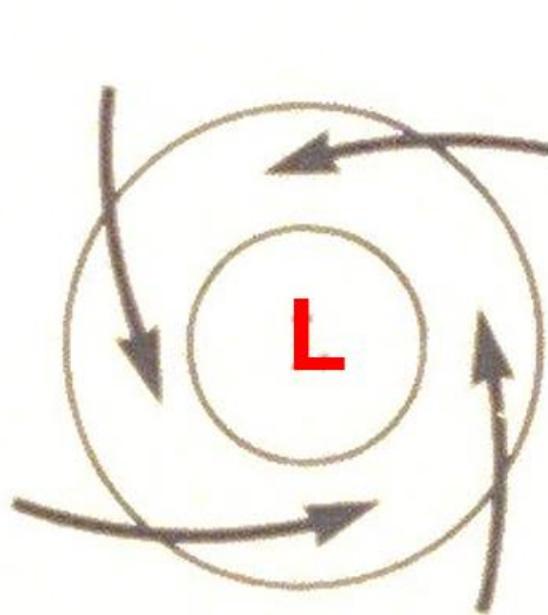
請大約描述16號到18號天氣的轉變嗎



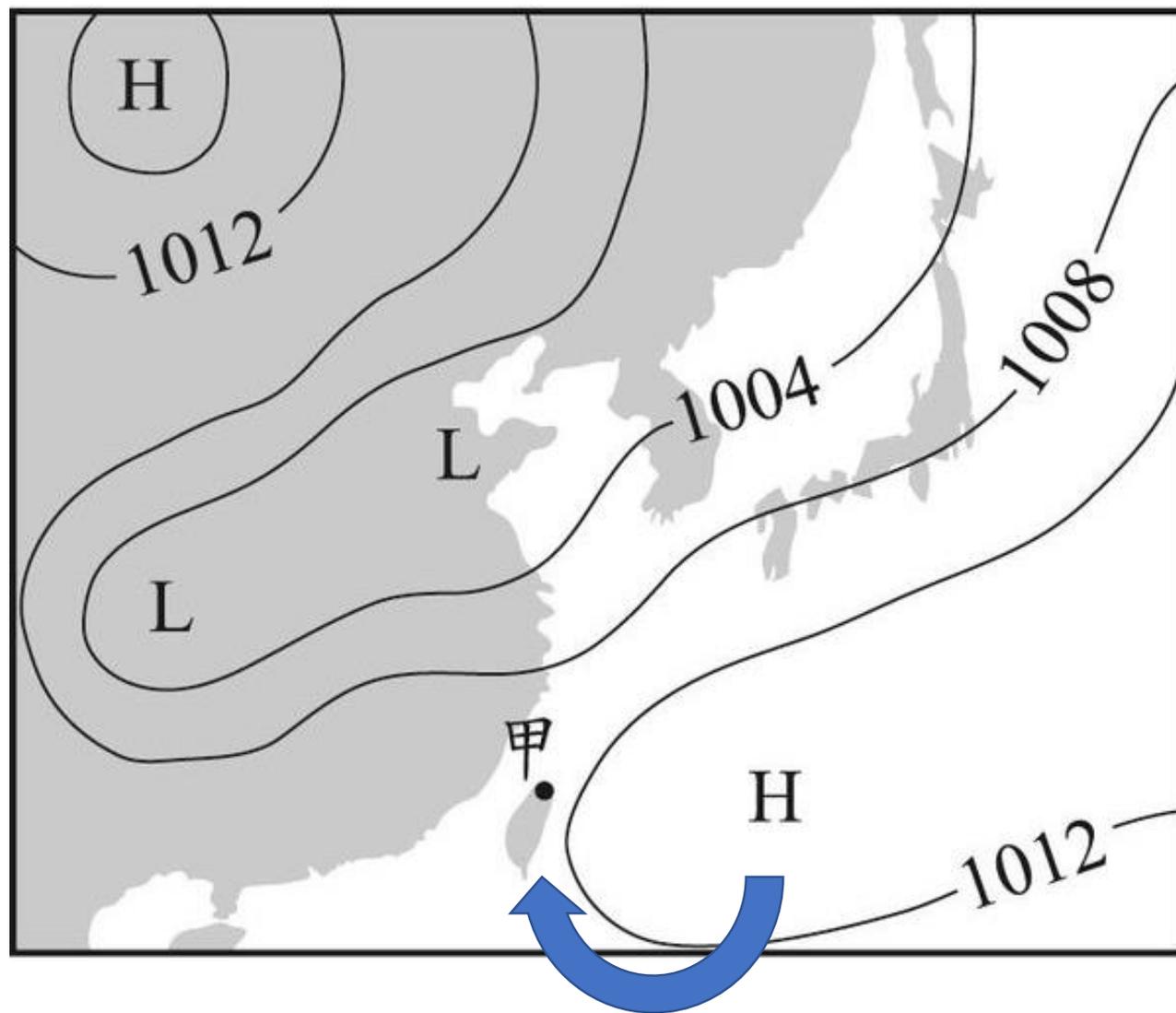
# 風的流動(高壓吹向低壓)

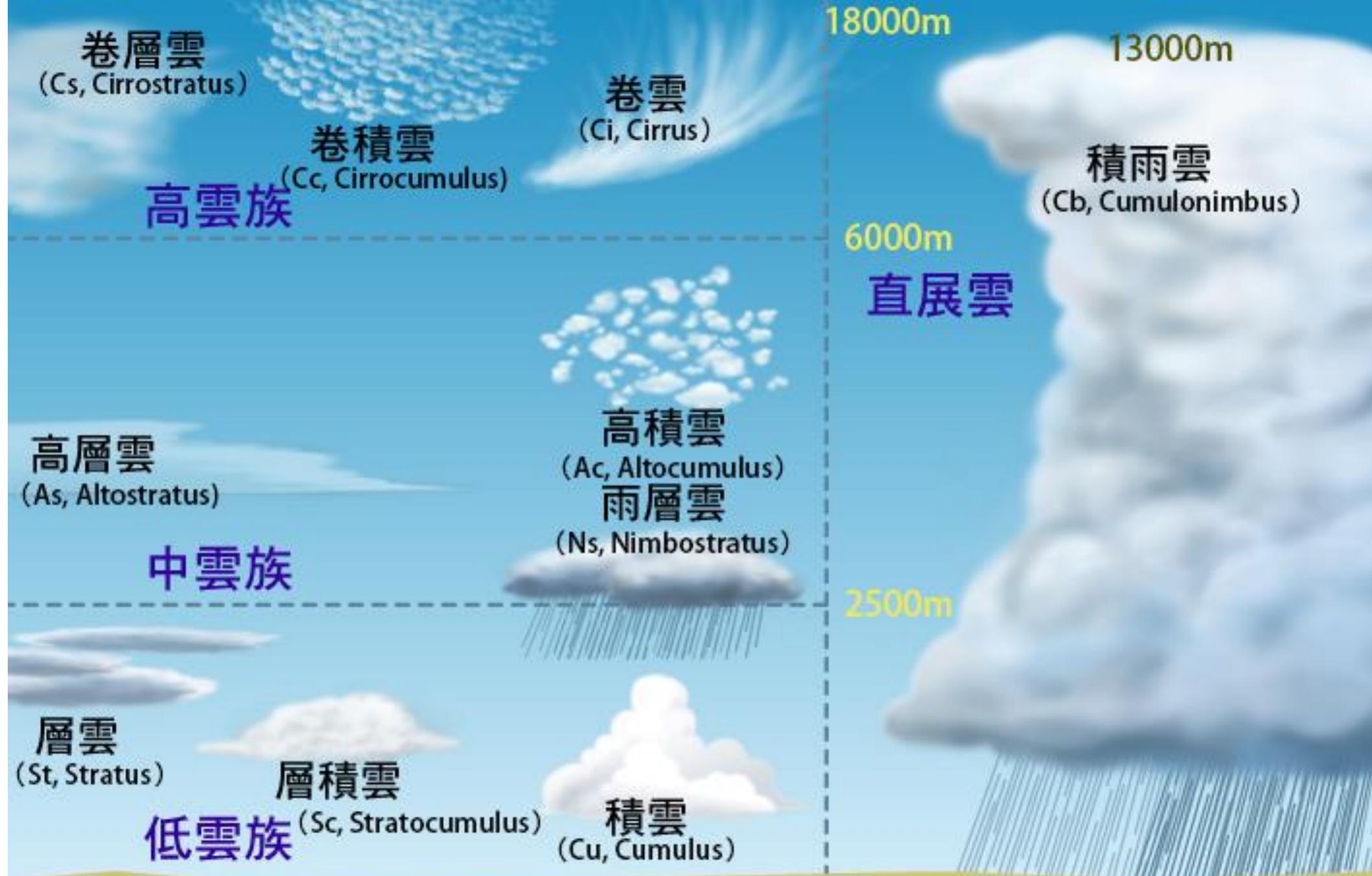


低壓：逆轉輻合      高壓：順轉輻散



請大致畫看看台灣目前的風向









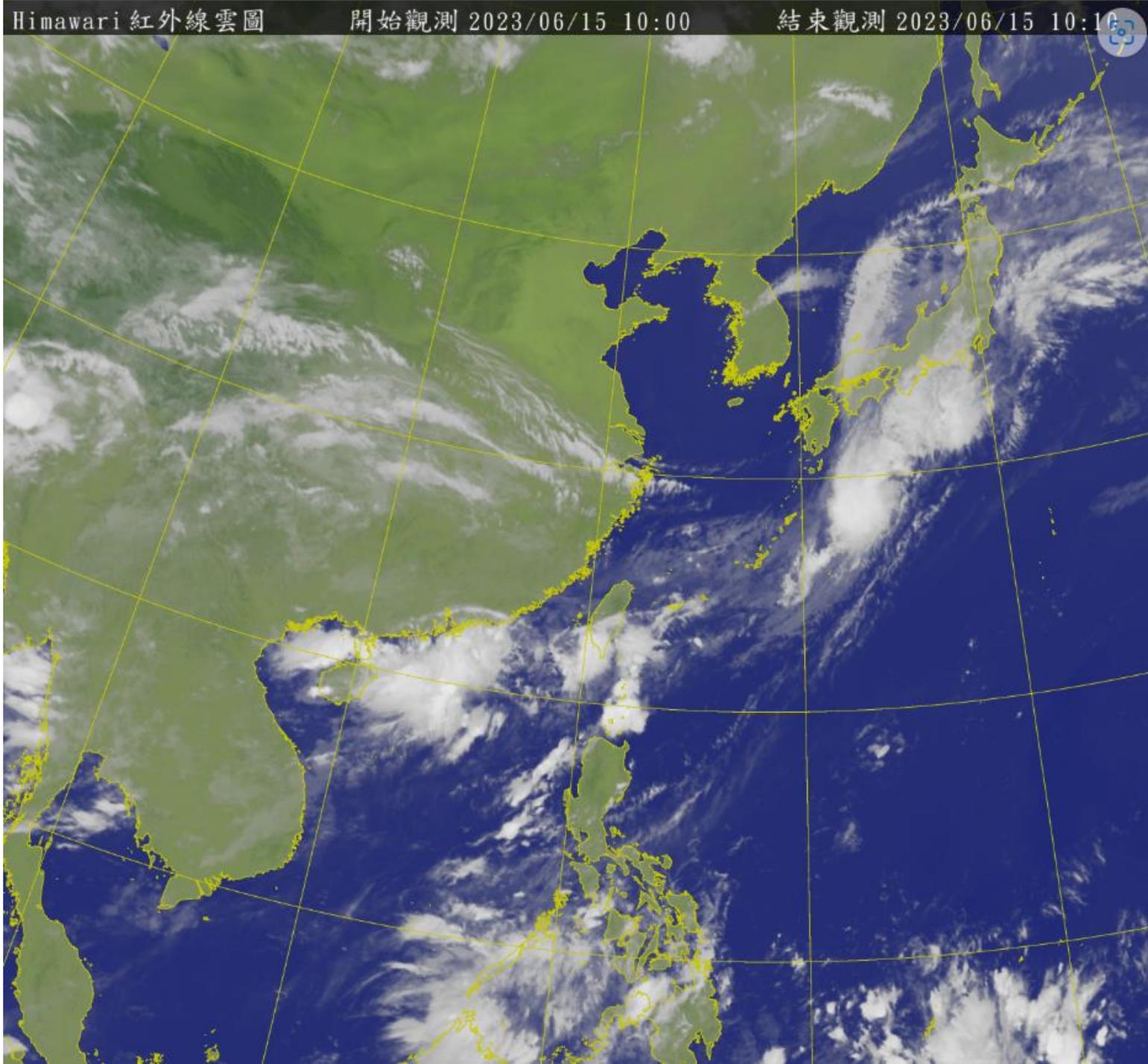


# 氣象情資判讀與研判

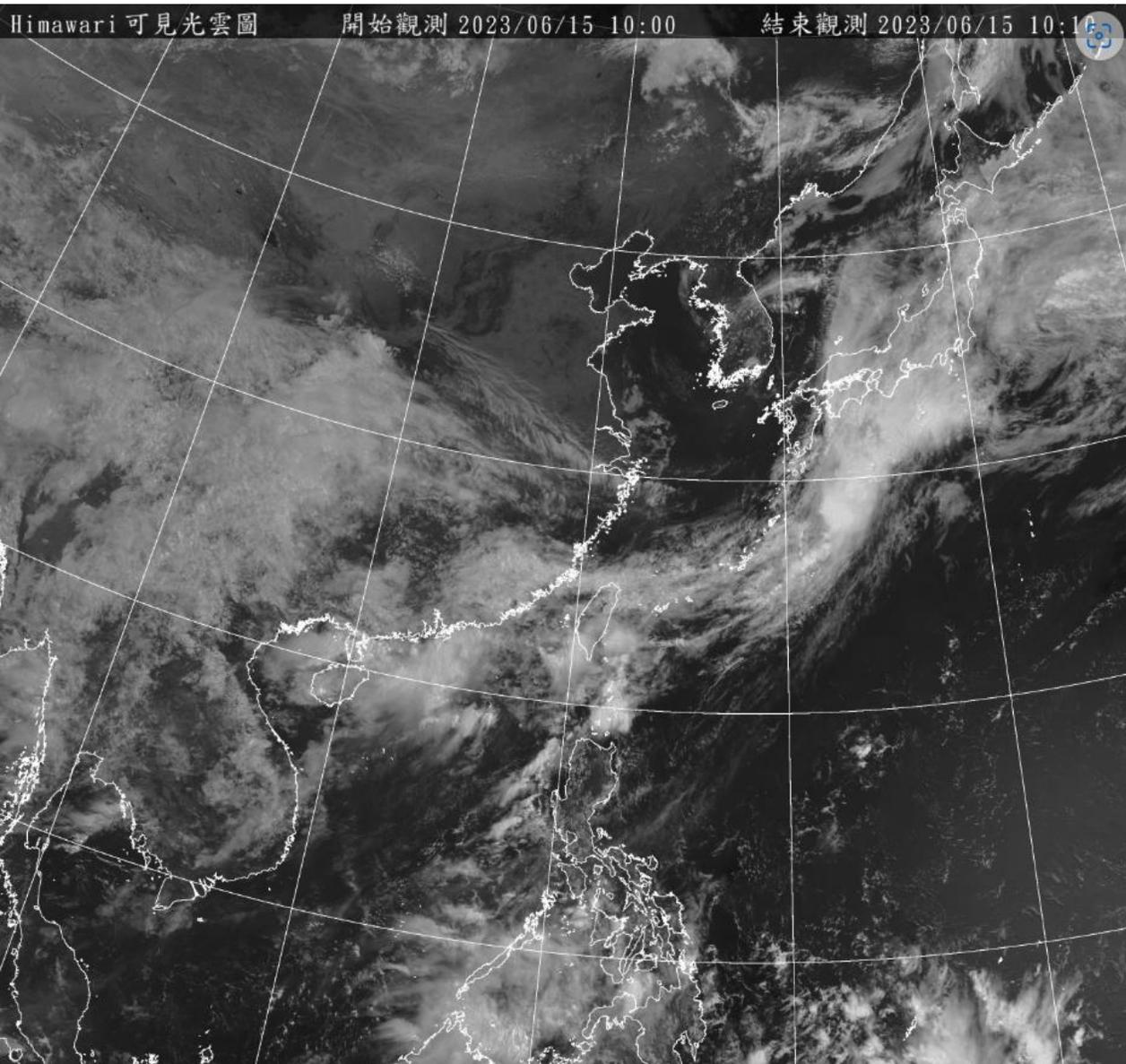
## 水氣在高空中形成雲

## 怎麼知道雲分布行情?

- ✓ 地球氣象衛星及繞極軌道衛星拍攝
- ✓ 回傳地面接收站由人員分析繪製而成

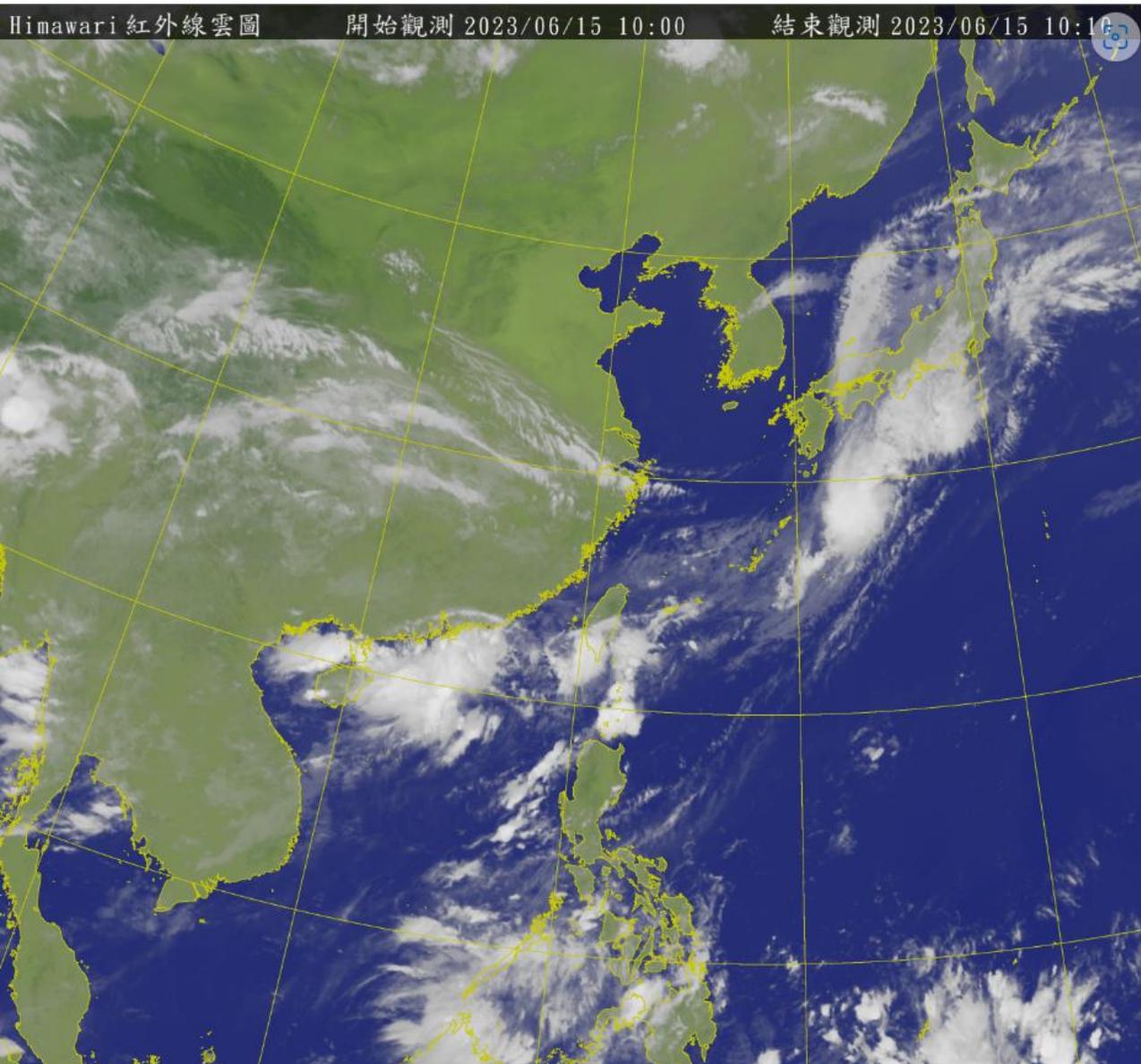


# 可見光



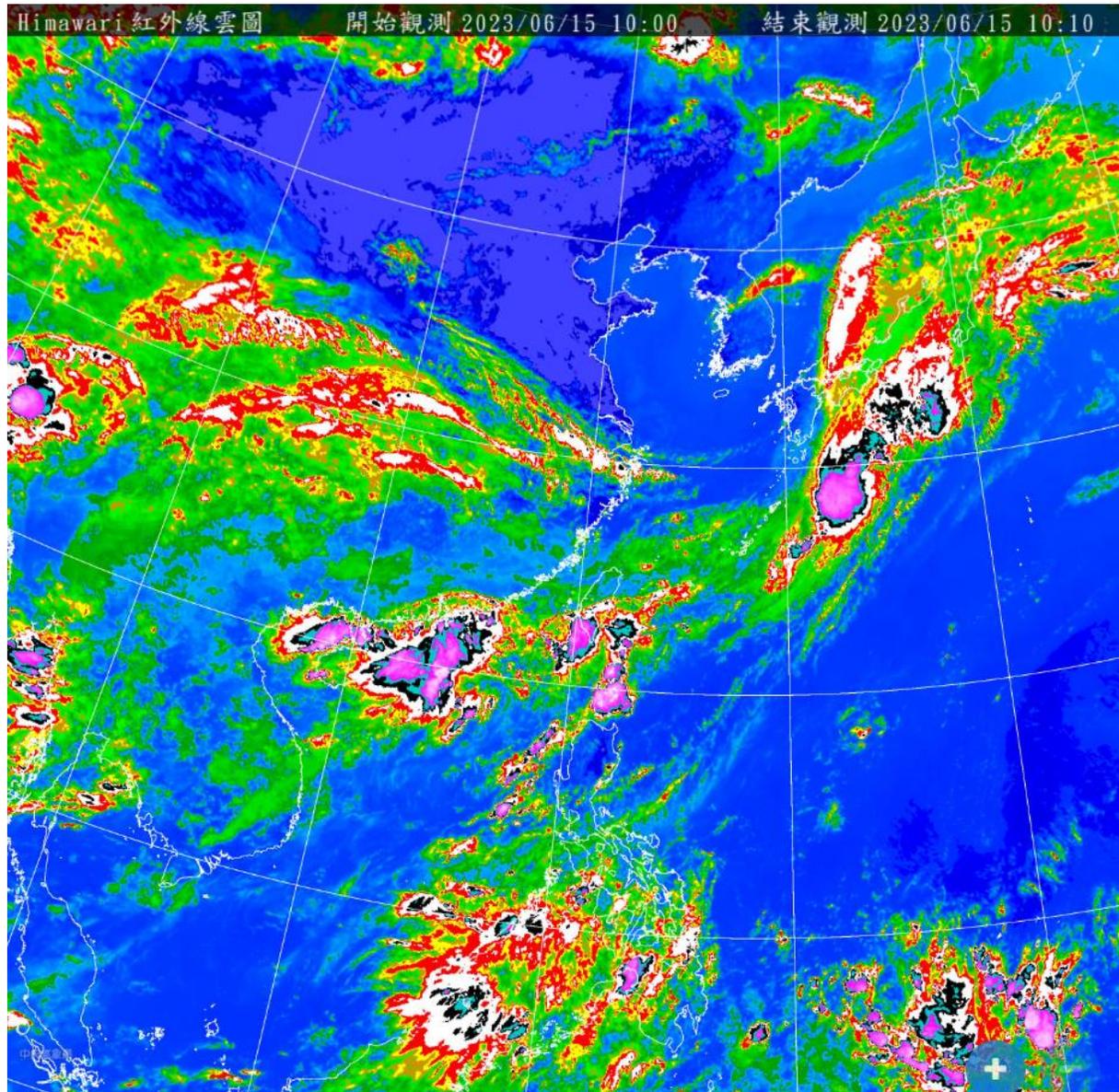
- ✓ 只能在**太陽**照射有亮度的地區拍攝
- ✓ 亮的部分雲層**厚** 暗的部分雲層**薄**

# 紅外線



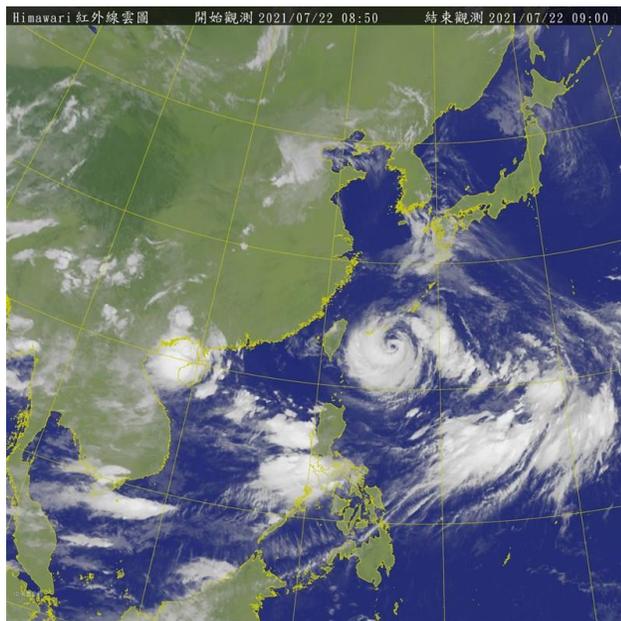
- ✓ 紅外線儀器來測量雲層之溫度
- ✓ 雲層**頂端較高**時溫度較低，輻射紅外線的能量較少，雲圖會以**亮白色**來顯示
- ✓ **近地面**的雲層溫度較高，雲圖會呈現**暗灰色**。

# 彩色雲雨圖



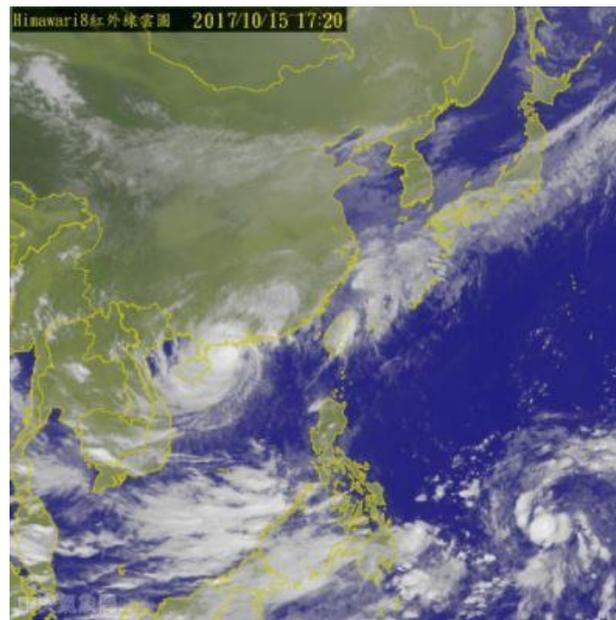
- ✓ 將不同溫度用不同顏色代表
- ✓ 雲頂溫度來推知雲的高度，進而判別是屬於那一類的雲及雲的垂直厚度，有助於降水預測

# 台灣常見的天氣系統



颱風

- 影響時間：1-2 day
- 預測能力：高



鋒面

- 影響時間：3-7 day
- 預測能力：高

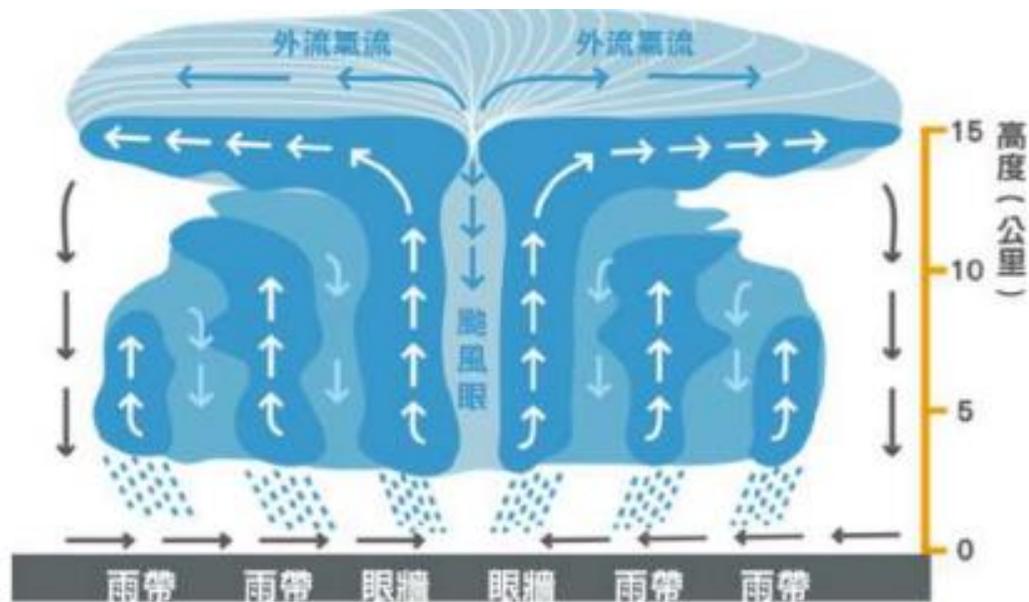
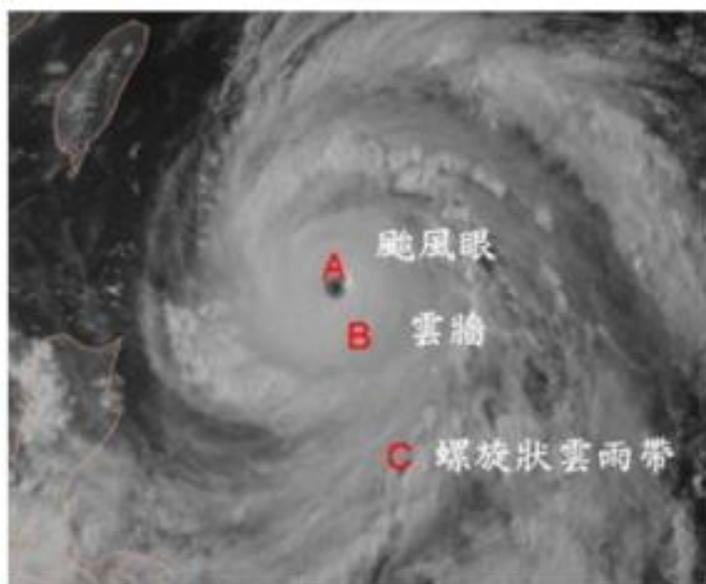


熱對流

- 影響時間：10min-3hr
- 預測能力：低

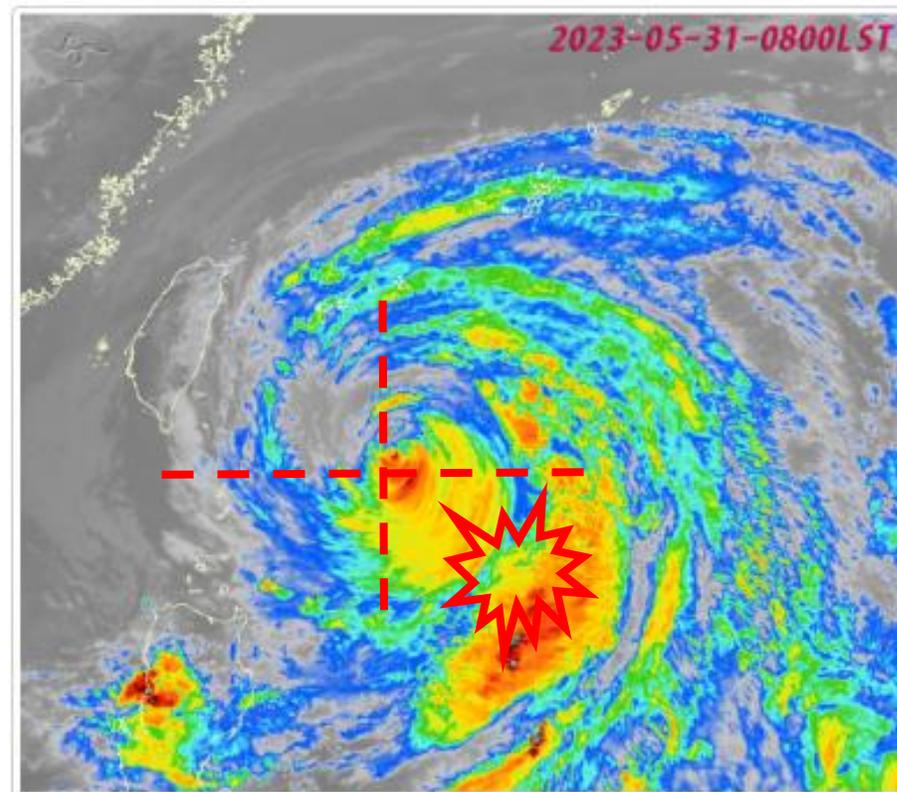
# 台灣常見的天氣系統(颱風)

- 颱風所涵蓋的範圍，小從半徑一百多公里的小型颱風，大到半徑超過五百公里的大型颱風都有，垂直方向則可以往上發展超過十餘公里，是一個大型的天氣系統。
- 颱風系統從颱風中心由上往下切開，可以將颱風分成三個部分，由內而外依序為「颱風眼」、「雲牆或眼牆」和「螺旋狀雲雨帶」。

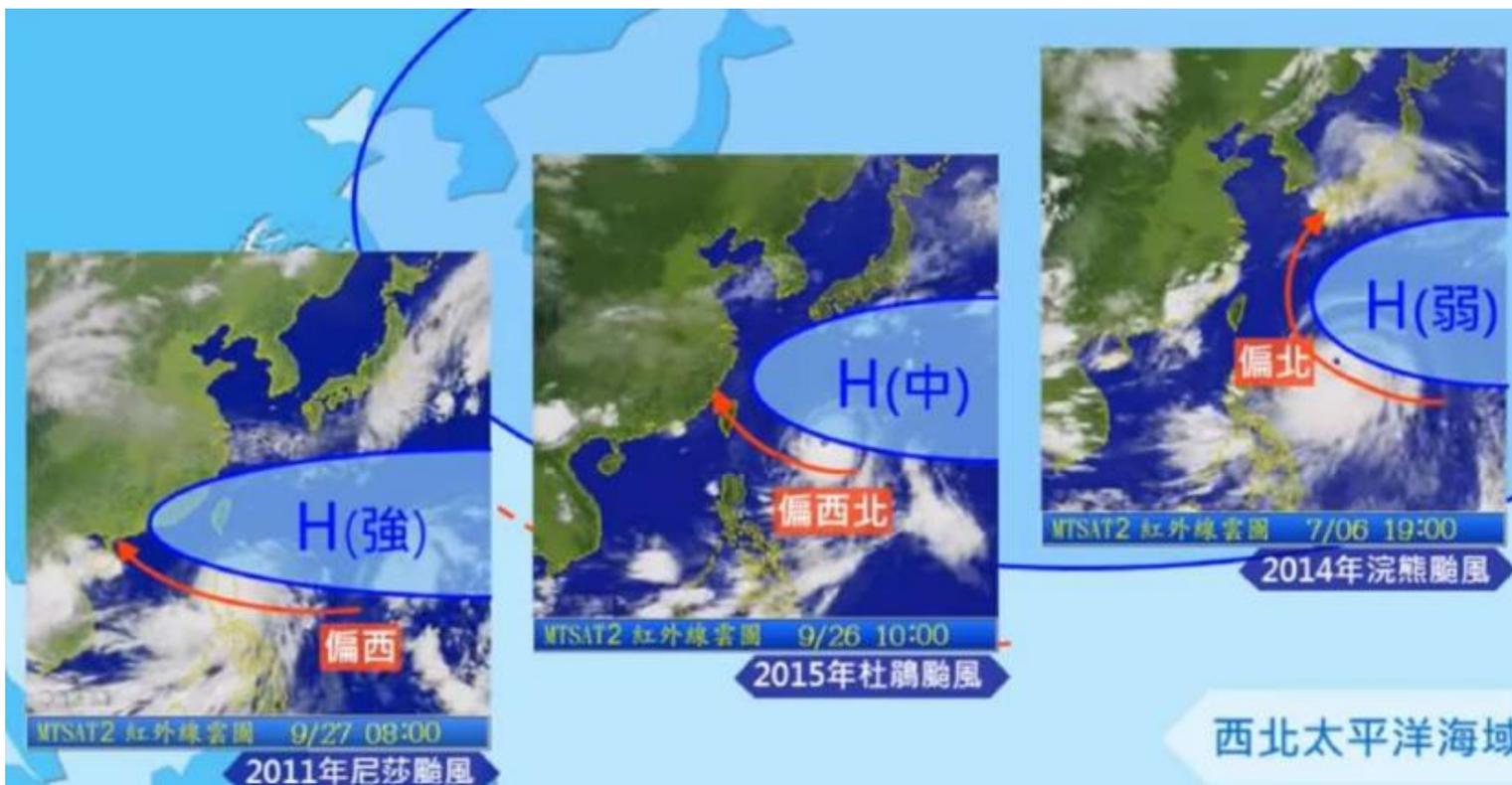
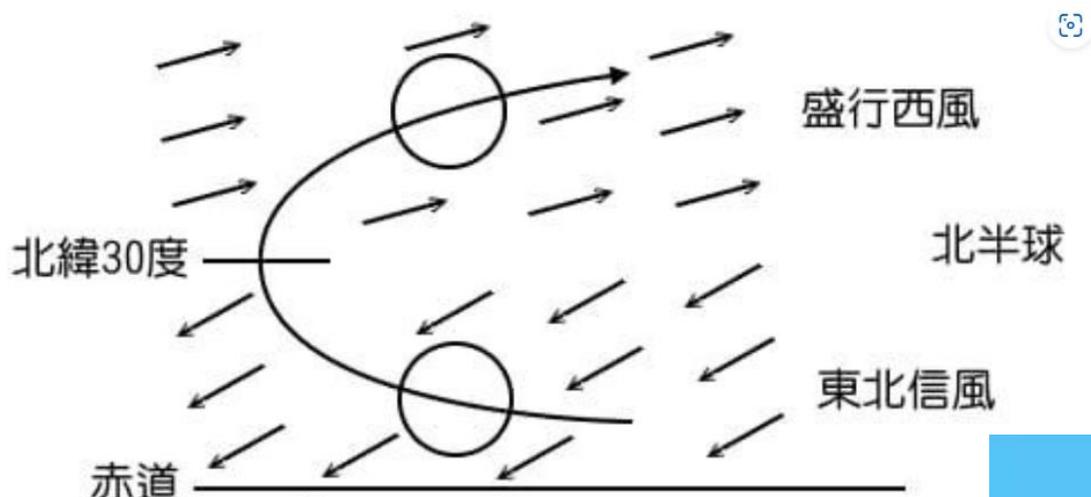


# 台灣常見的天氣系統(颱風)

- 逆時針方向(北半球)
- 一定強度後，有明顯颱風眼
- 颱風強度越強，鄰近周圍沉降作用越強(好天氣、高溫)
- 通常風雨較強的區域為颱風第四象限的位置



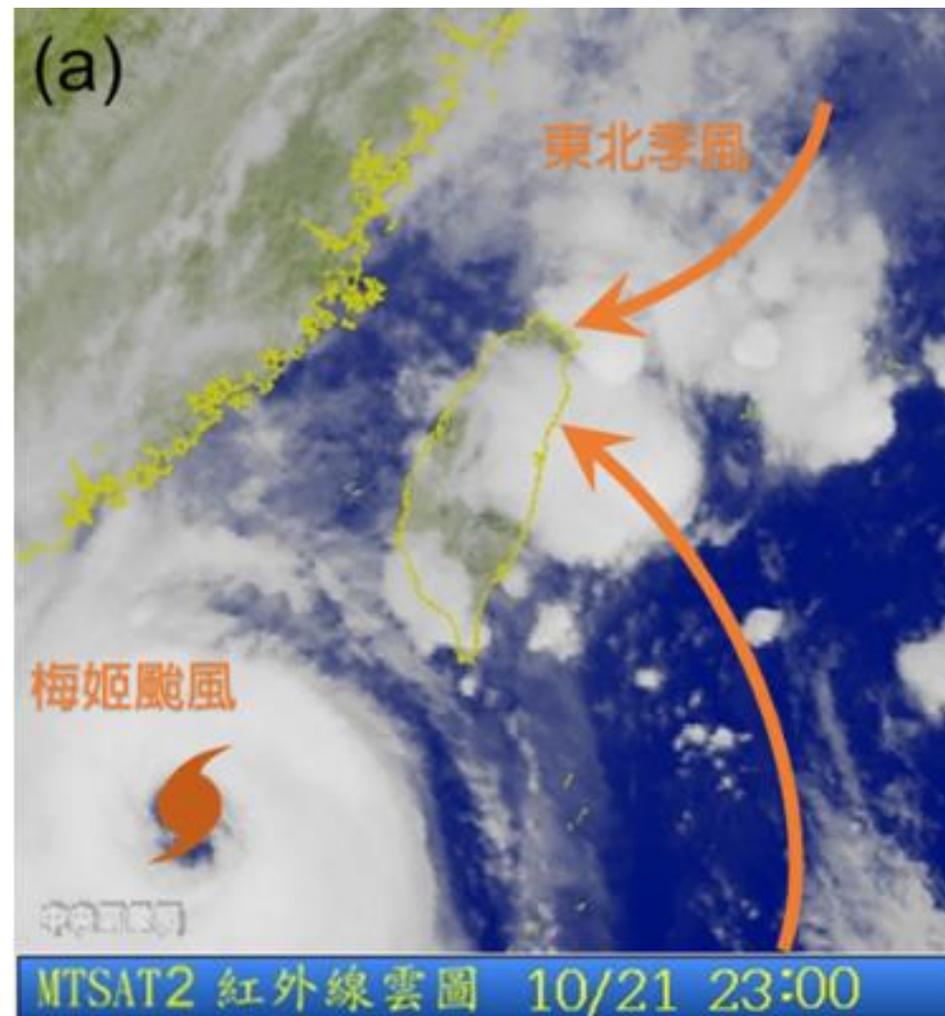
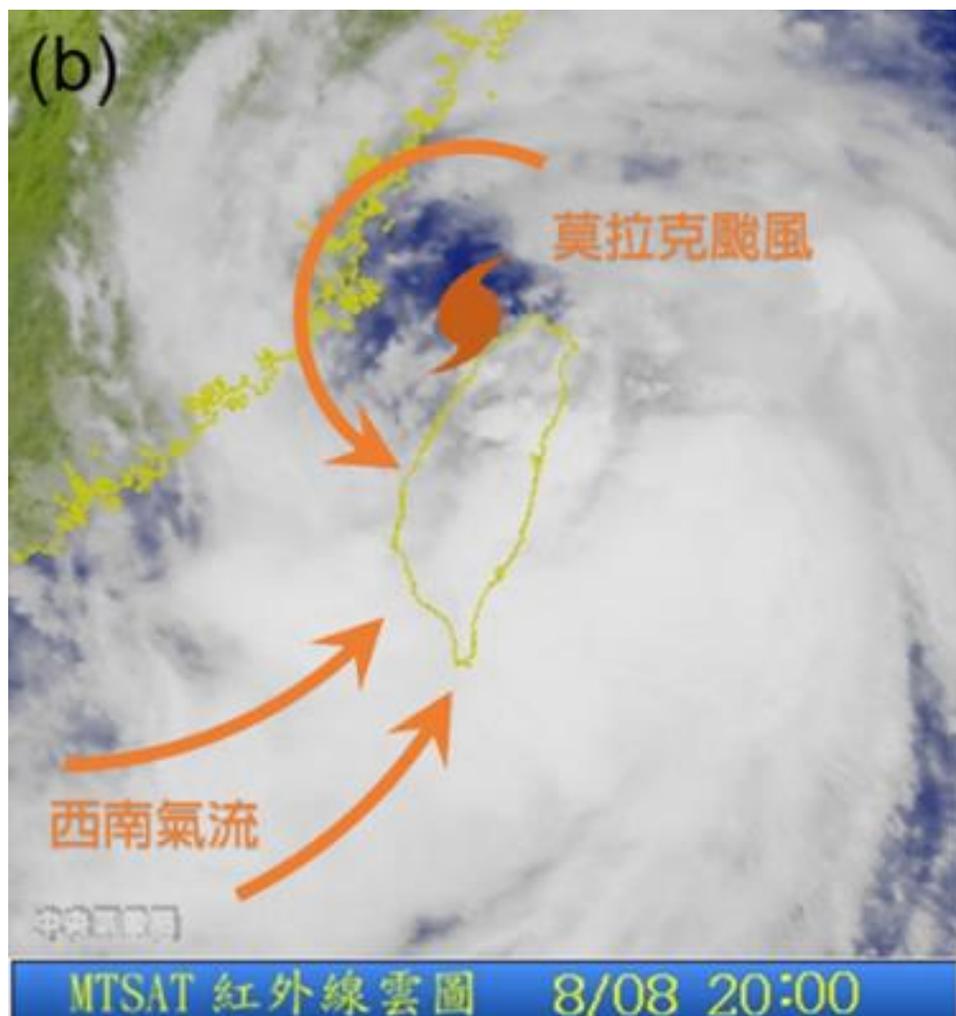
# 台灣常見的天氣系統(颱風)



# 台灣常見的天氣系統(颱風)

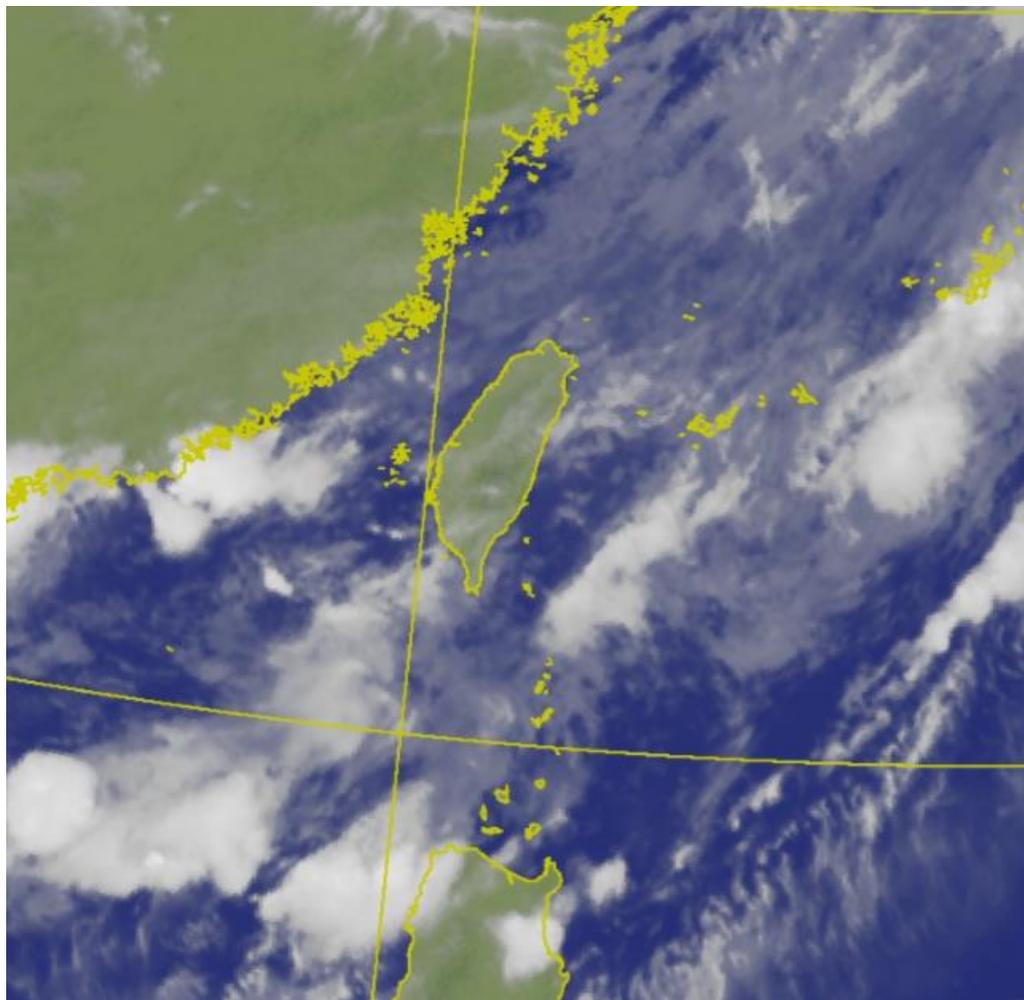
西南氣流共伴效應

東北季風共伴效應

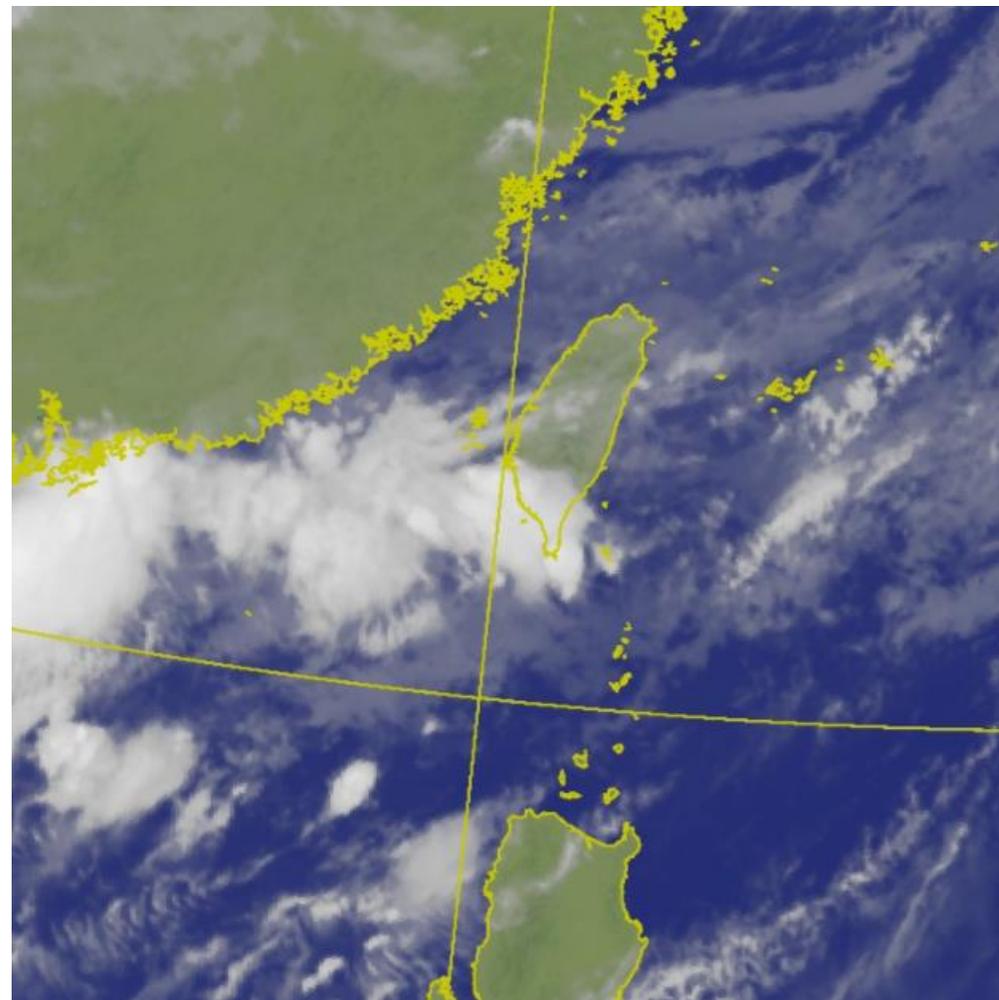


# 看一看台灣上方的雲層有什麼變化

2023/6/15 00:00



2023/6/15 05:00



# 氣象情資判讀與研判

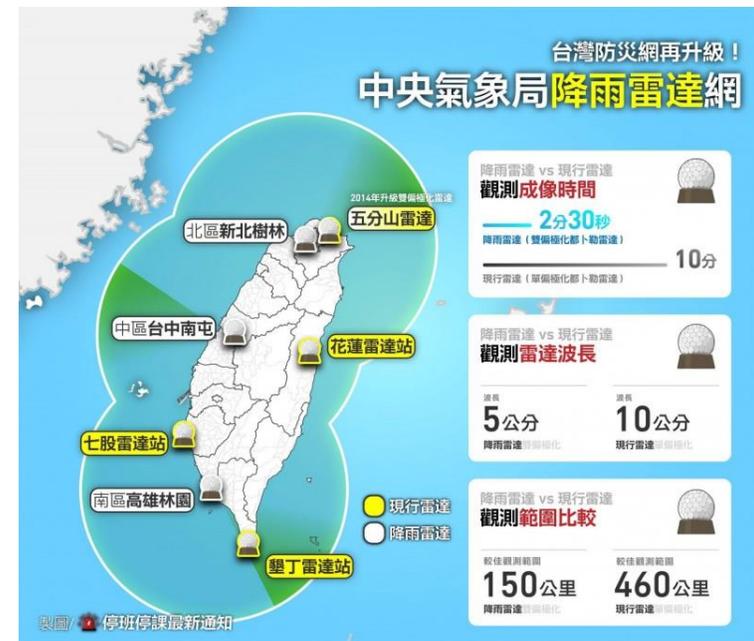
## 雷達回波圖

- 雷達發射之電磁波經由大氣中的降水粒子(雨、雪、冰雹等)反射回來的訊號，稱為雷達回波。
- 藉由雷達回波圖研判天氣系統的降水強度及分布狀況

氣象雷達主動發射出電磁波

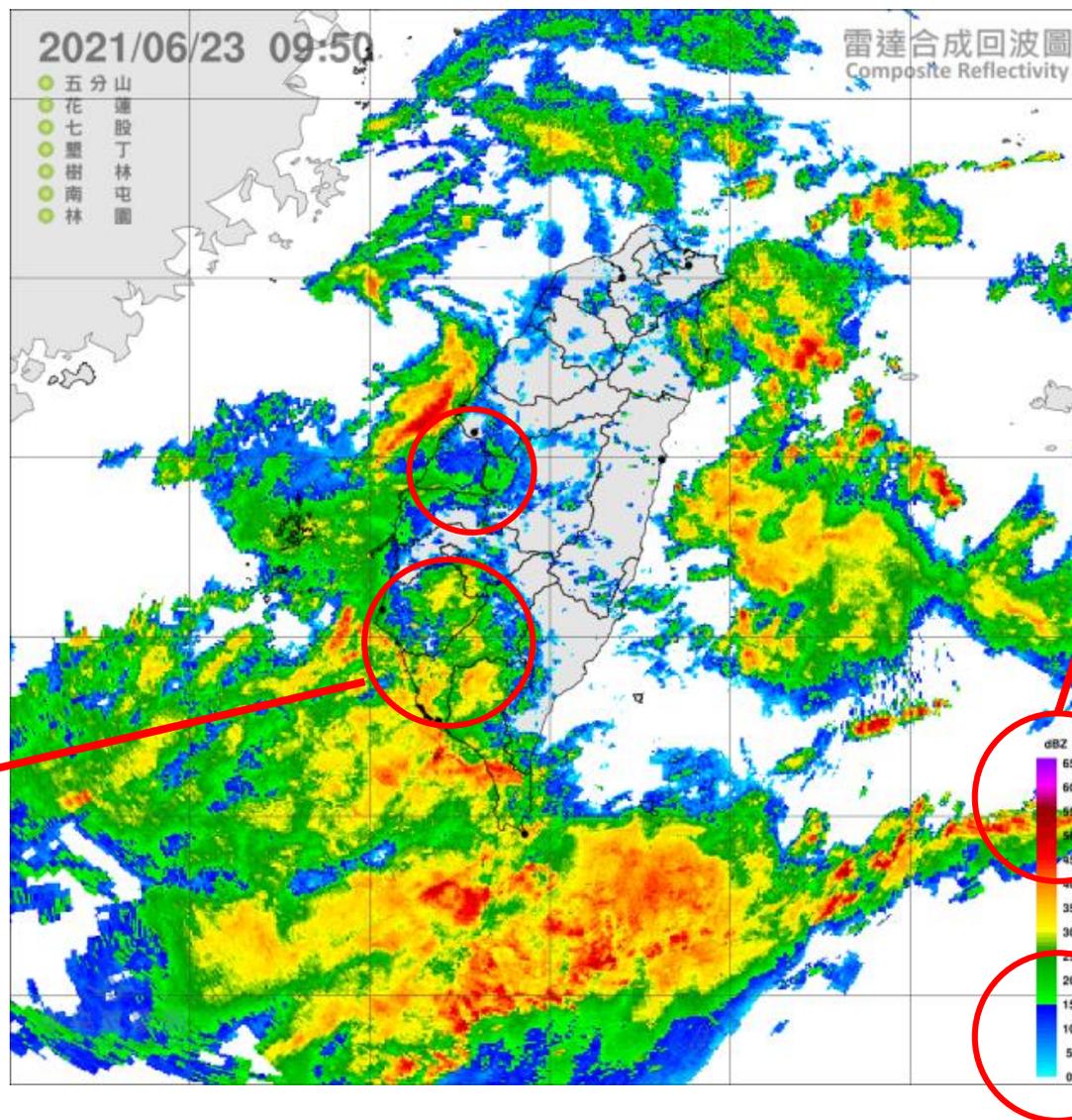
電磁波碰到雲中水滴、冰晶反射

反射回來的電磁波再被氣象雷達接收  
由回波強弱可推知水滴、冰晶多寡



# 氣象情資判讀與研判

## 雷達回波圖



屏東、高雄、台南可能有較強的降雨

回波強  
水滴、冰晶多

回波弱  
水滴、冰晶少

# 有較強的回波一定會降雨嗎？

## 即時雷達回波

● 較大範圍區域  
○ 臺灣鄰近區域

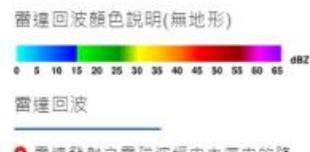
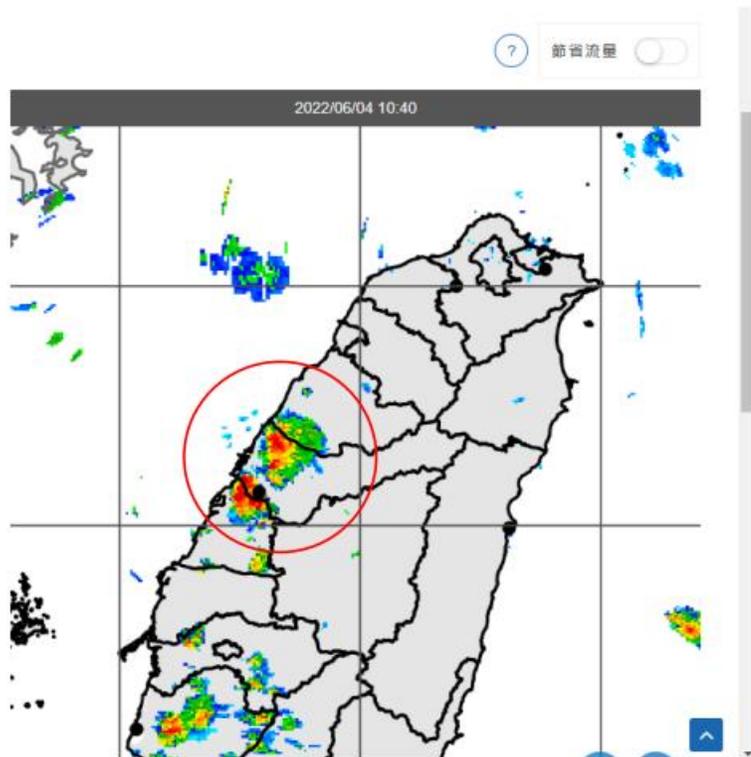
雷達顯示 (靜態)  
2022/06/04 10:40

● 播放 ● 停止 播放操作說明

動態顯示  
○ 3小時 ○ 6小時  
○ 9小時 ○ 12小時

播放速度 (1秒)

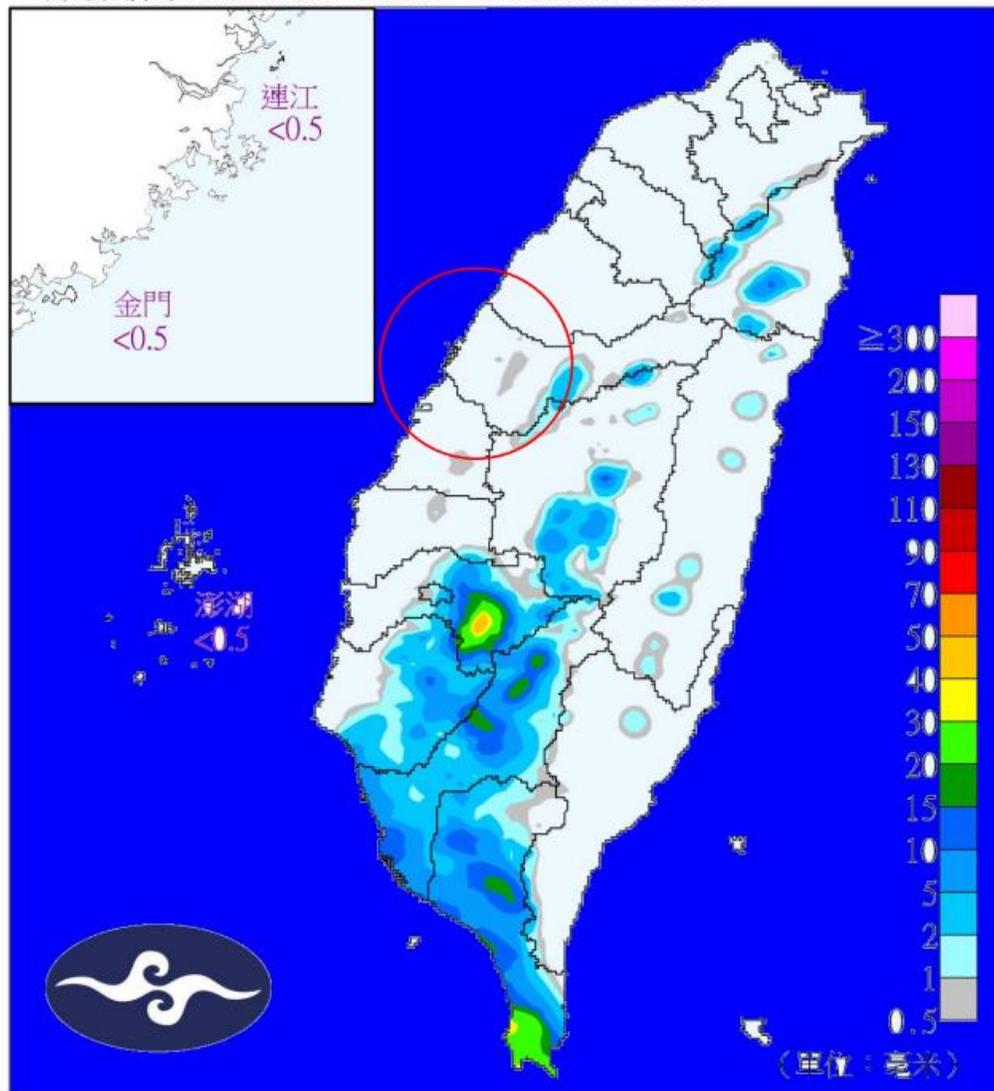
◀ 循環播放 ▶ 單次播放



## 定量降水預報 ( I )

發布時間：2022/06/04 05:30

有效時間：2022/06/04 08:00 ~ 2022/06/04 14:00



# 其它與降雨有關的資訊

交通部中央氣象局  
Central Weather Bureau

回首頁 EN 網站導覽 意見箱 常見問答 關於本局 小 中 大

警特報 天氣 生活 地震 海象 氣候 資料 知識與天文 常用服務

## 警特報



### 天氣警特報 ▾

- 天氣警特報
- ▶ 高溫資訊
- ▶ 熱帶性低氣壓特報
- ▶ 大規模或劇烈豪雨
- ▶ 大雷雨即時訊息
- ▶ 即時天氣訊息
- ▶ 長浪即時訊息

### 颱風 ▾

- ▶ 颱風強風告警
- ▶ 颱風警報
- ▶ 颱風消息
- ▶ 歷史颱風
- ▶ 颱風資料庫
- ▶ 暴潮預報

### 劇烈天氣監測

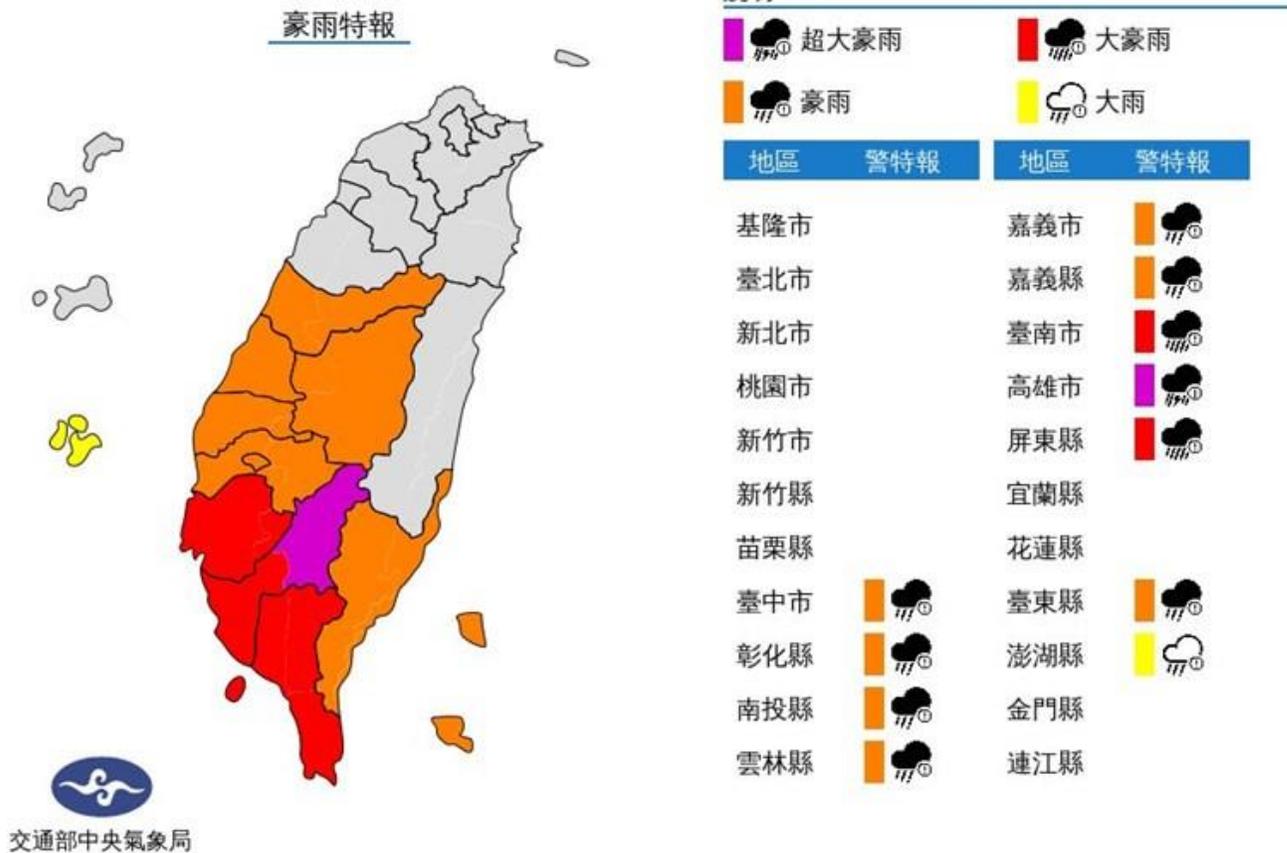
- 浪高潮位監測
- 定量降水預報
- 雨量觀測 ▾
  - ▶ 日累積圖
  - ▶ 小時累積圖
  - ▶ 區域圖
  - ▶ 前100名資料
  - ▶ 10分鐘資料
  - ▶ 整點小時資料
  - ▶ 各縣市最大值
  - ▶ 雨量與水庫
  - ▶ 縣市政府雨量資訊

### 地震報告

- 海嘯
- 災防訊息彙整
- 警特報顏色燈號
- 災害性天氣定義
- 防災研討會

# 天氣警特報

- 包括**颱風**、**豪(大)雨**、**強風**、**濃霧**、**低溫**及**熱帶性低氣壓**等天氣的警特報來警示防災單位及民眾注意。
- 依預報掌握能力，各類災害性天氣可掌握時效亦不同，氣溫可提前掌握程度較長，強降雨較短。



## 連續性降雨

80mm/24h以上

200mm/24h以上

350mm/24h以上

500mm/24h以上

大雨

豪雨

大豪雨

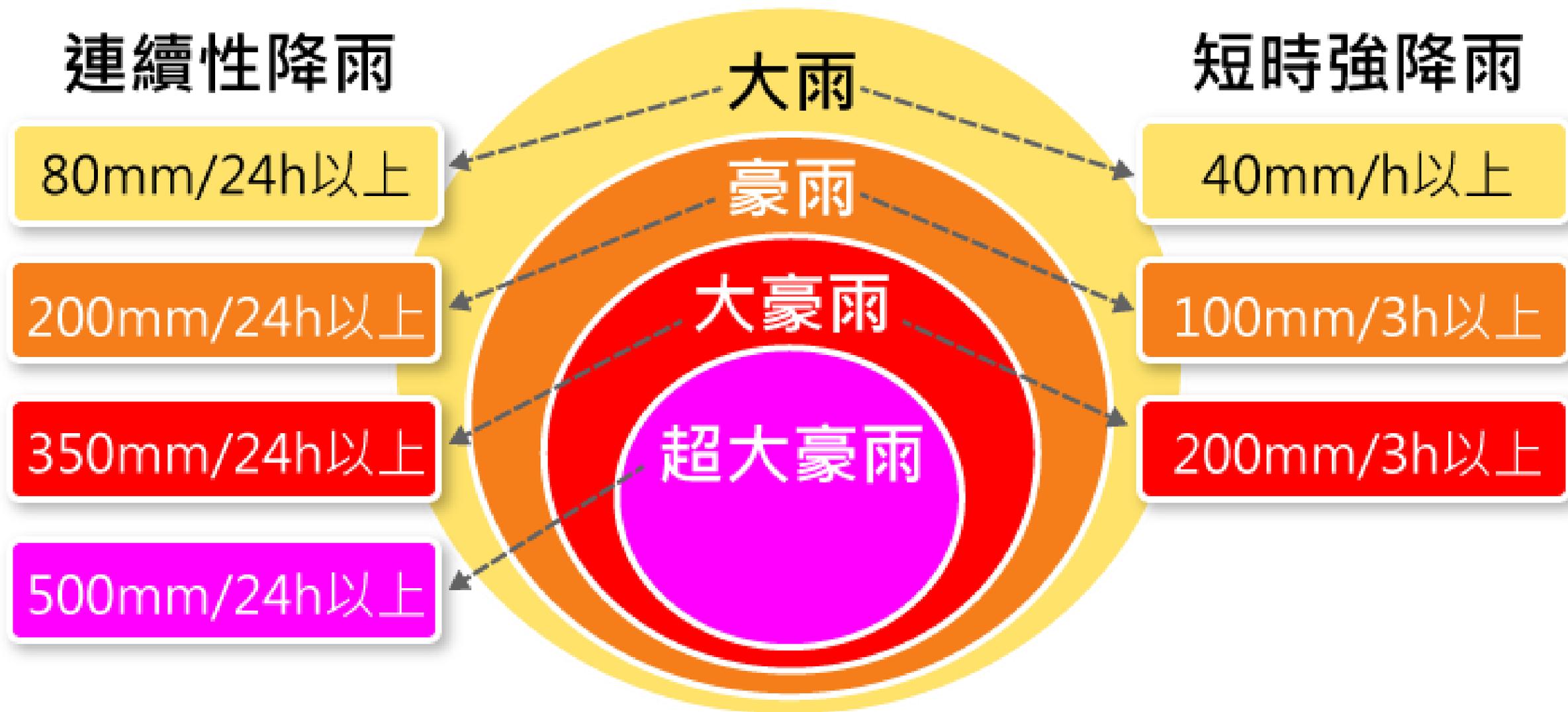
超大豪雨

## 短時強降雨

40mm/h以上

100mm/3h以上

200mm/3h以上



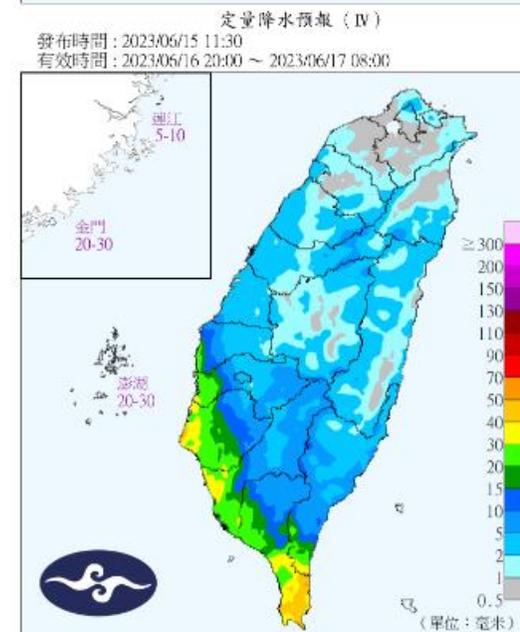
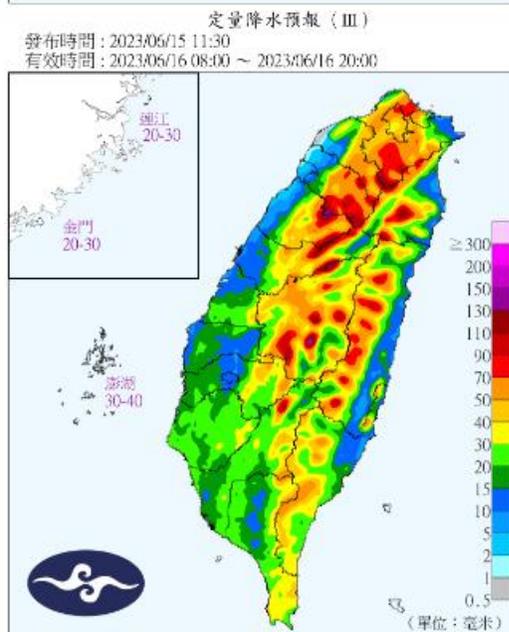
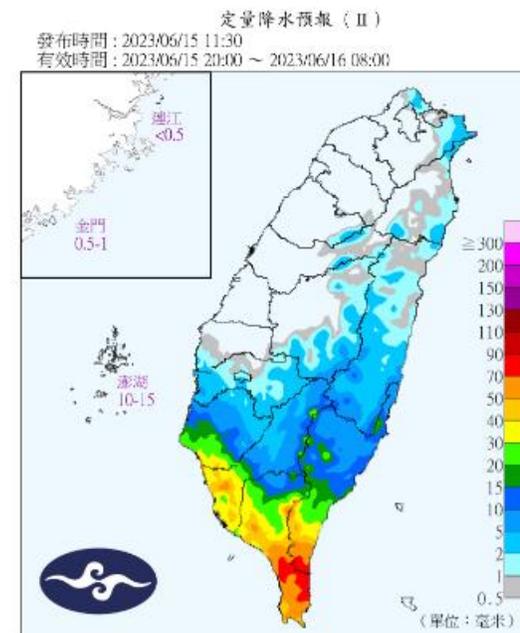
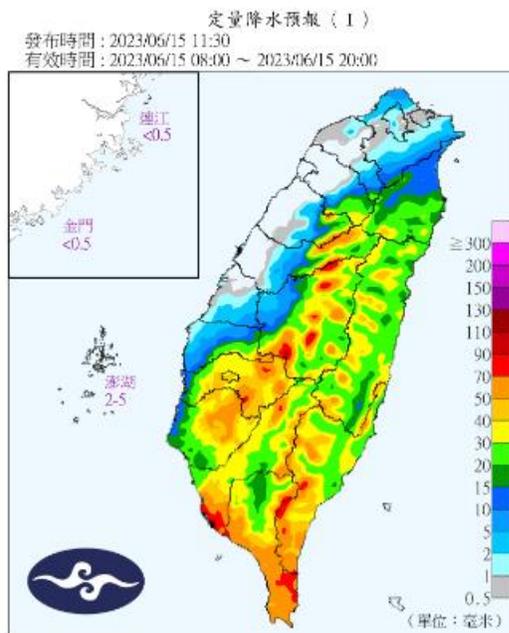
# 定量降雨預報

## 預報區間

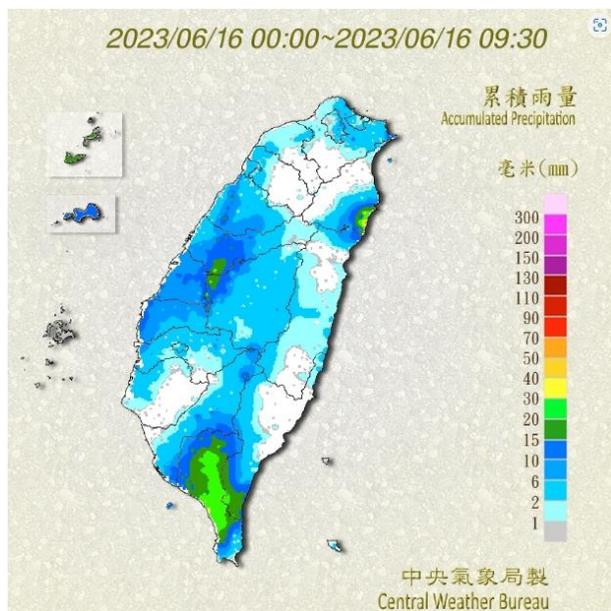
- 12小時
- 6小時
- 極短期 (劇烈天氣)

颱風及梅雨帶大量降水有較高的準確度

小範圍的對流降雨則準確度較低

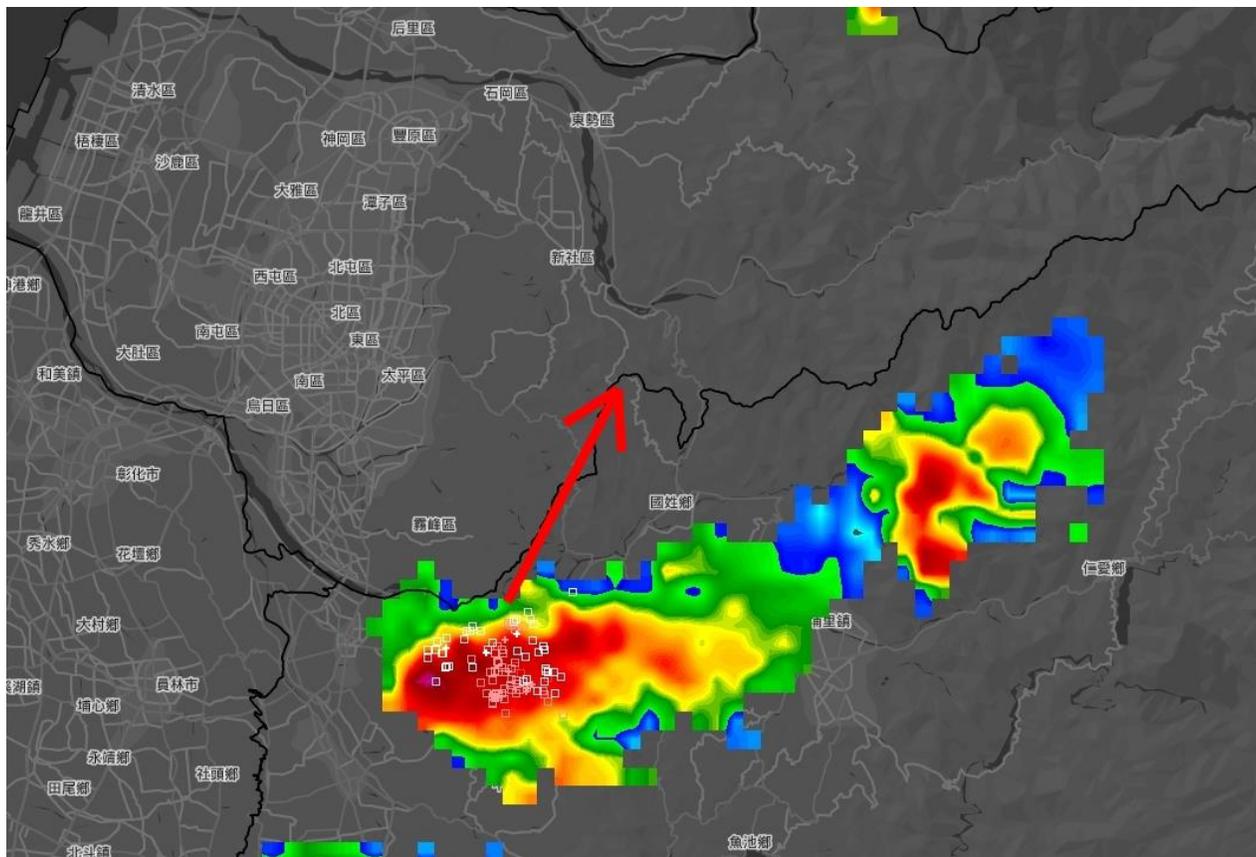


# 雨量觀測



排行	雨量 (毫米)	測站名稱	測站代碼	所在鄉鎮
1	58.0	觀音海岸	C1U85	宜蘭縣南澳鄉(和平事業區91林班)
2	34.5	內獅國小	81R66	屏東縣獅子鄉內獅村1號-水保局
3	33.0	內獅	COR81	屏東縣獅子鄉內獅村1號(內獅國小)
4	32.5	春日	COR26	屏東縣春日鄉(鄉公所資源回收廠旁)
5	32.0	大漢山	COR44	屏東縣春日鄉(大漢山頂)
6	31.0	武塔	01U47	宜蘭縣南澳鄉武塔村新溪路4號-第1河川局
7	30.5	枋山	COR70	屏東縣枋山鄉
8	30.0	大漢山	01R03	屏東縣春日鄉力里村-第7河川局
9	30.0	士文	01R04	屏東縣春日鄉士文村65號(古華國小士文分校)-第7河川局
10	29.0	獅子	COR74	屏東縣獅子鄉楓林二巷26號
11	28.5	楓港	COR67	屏東縣枋山鄉
12	26.0	三地門	01Q93	屏東縣瑪家鄉北葉村鳳景巷85號(瑪家鄉公所)-第7河川局
13	26.0	新瑪家	01Q92	屏東縣瑪家鄉瑪家村(內埔分局)-第7河川局
14	26.0	樟樹山	COUA6	宜蘭縣南澳鄉武塔村樟樹山附近山區
15	25.5	竹坑	COR90	屏東縣車城鄉海口尖山46號
16	25.0	蕃藿武	COR60	屏東縣泰武鄉蕃武村良武巷101號(蕃藿武村老人活動中心)

# 情境1：對流發展強，臺中東勢區發布大雨特報

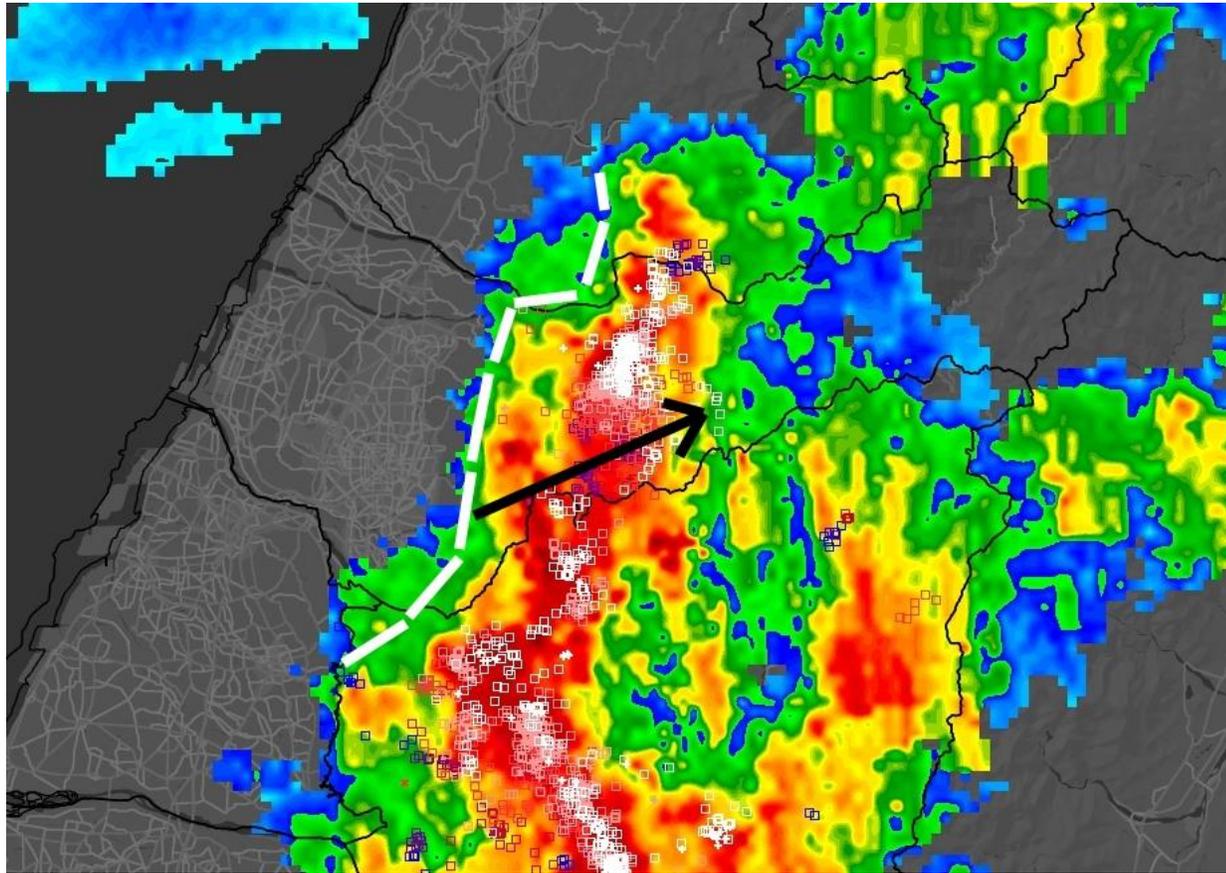


1.時間：6/6 16:00

2.南投有較強對流發展，逐漸往東北方移動，將通過霧峰、新社東南側、和平山區

2.東勢發布大雨特報，預計影響至18:00

## 情境2：持續降雨，東勢區發布一級淹水警戒



1.時間：6/21 21:00

2.新社區3小時累積雨量達60mm

3.預估未來1小時降雨量為50mm，降雨將持續到23:00

4.東勢區發布一級淹水警戒

面對氣候的轉變

你能做什麼



Courtesy: Litinsky

1人5回転



Courtesy: Sugimoto Akiyoshi (Japan)



