

臺灣山脈對熱帶氣旋波動的強制作用——臺中盆地的焚風

劉明禮 中央氣象局退休人員

摘要

2004 年的 Mindulle 與 2008 年的 Hagupit 兩個中度颱風活躍於臺灣近海，前者向北移行、後者向西北西移行，兩者都在中央山脈中北段部份的背風面，埔里和臺中盆地發生顯性擾波或焚風現象。

從古典力學的觀點，本研究認為構成此一顯性天氣擾波的動力機制為：(1) 縱貫臺灣南北的中央山脈，它的中北段或北花蓮山區部份，東西向縱深短，有利於強勁的擾流翻越高聳山脈。(2) Mindulle 颱風在移行路徑上，穩定地被臺灣山脈所擠壓，造成氣旋渦流圓柱體垂直伸展，此一現象與典型的鋒面氣旋爬升且橫越山脈，因而造成焚風的天氣動力學機制(劉明禮；2009)相似。(3) 對映於複合型熱帶氣旋渦流的風場分佈(劉明禮；2010)，當西北區強風域，持續或且增強地涵蓋有效產生焚風的山脈區，又背風面坡度大及凹陷的地形，顯性擾波或重力波因而會聚、增強及快速抵達平地，且向南、向北擴展，相對頗為強勁的 Mindulle 風場，此一現象更形劇烈，直到此山脈區域為強的對流雲雨所涵蓋取代為止；颱風 Hagupit 西行逐漸遠離臺灣，它涵蓋花蓮山區的西北強風域隨後被東北強風域取代；前者逐漸增強，背風面焚風發展及於臺中盆地；後者逐漸減弱，焚風活躍於接近山脈的埔里盆地。

從古典波動學的觀點，將上述的現象對映至物理光學的單狹縫繞射實驗，運用 Huygens 傳遞波波前理論，來追尋重力波能的會聚與分佈特徵，得到下列結果：(1) Fresnel 繞射原理：強而持續的擾波波源，傳遞波能在短時間或短的波程處，邊緣繞射效應顯現——「2004 年 7 月 1 日 10:00，Mindulle 造成南投縣水里、集集的濁水溪沿岸氣溫增高，並且出現大面積的沙塵暴」。(2) Fraunhofer 繞射：Mindulle 所造成的強而持續的擾波波源以及 Hagupit 所造成逐漸增強的波源，具有長時間或長波程的繞射或干涉效應，唯較弱的波源則顯性波能集中於中央部分，對於減弱型波源則波能傳遞只及於近程。(3) 產生擾波波源的山脈高聳，背風面到埔里盆地、臺中盆地，坡度大及凹陷的地形，與繞射實驗採用凸透鏡的功能相似，具有波能會聚與遠程傳遞作用效果。

關鍵名詞：傳遞波 travelling waves；波前理論 wavefront theory；對映 mapping

一、基本理論

本研究裡的兩個中度颱風，Mindulle (蒲公英) 於 2004 年 7 月 1 日以及 Hagupit (鞭子) 於 2008 年 9 月 22 日~23 日都在臺灣的中西部、特別是臺中盆地造成焚風。Mindulle 從 Philippine 東方近海幾乎沿著 121.6°E -121.8°E 的經向方向北移，移行的氣旋渦流左邊部分觸及中央山脈而被壓擠；Hagupit 則是從 Philippine 東方近海幾乎沿著 19.0°N~20.5°N 的緯向方向西北西移行，此種活躍於副熱帶海洋地區的熱帶氣旋，通常它的強度會逐漸增加和擴大。作者認為造成焚風發展的最有利的機制是：『區域型天氣擾波能持續地翻越山嶺，降水釋出潛熱或在山脊上空累積高層雲，並且在背風面乾熱的重力波，能會聚且快速沉降』，根據這個準則，本章將從古典力學及波動學觀點，來探討這兩個焚風生成及發展的基本架構。

(一) 渦旋流邊緣在山脈地形作用下的運動學理論

考慮當臺灣山脈地形對於氣旋渦流邊緣擠壓時的力學結構，應用古典力學裡的旋轉運動學，角動量(Angular Momentum)與力矩(Torque)用於表示剛體(Rigid Body)的圓周運動特徵及變化，將山脈地形作用於氣旋渦流周邊的小尺度氣塊(Air Parcel)，視為圓周運動的基本粒子，考慮當陡峭的山脈作用於渦流半徑上，擠壓氣塊而減少它相對於渦流中心的旋轉半徑，因為施力方向與旋轉半徑平行，所以沒有力矩的產生，因此在角動量守恆的狀況下，半徑減少會造成氣塊的動量增加；氣塊的動量為氣塊的密度、體積與速度的乘積，氣塊動量增加且氣塊體積被壓縮的狀況下，氣塊密度急增或且流速增強。

再者，當氣旋渦流邊緣持續地被陡峭的山脈地形擠壓時，取以時間週期的平均值，或者恆定性的氣旋渦流強度與山脈地形擠壓的力學架構屬於穩定狀態，則根據前一段所敘述的原理，若將整個氣旋渦流圓柱體在水平面做旋轉運動的總角動量，在沒有被擠壓時的自由狀態 (free state)與在山脈地形擠壓時的強制作用狀態(forced state)視為相等，即整個氣旋渦流圓柱體總角動量守恆，或謂：氣旋渦流圓柱體的平均旋轉半徑的平方值與平均旋轉角速度值成反比；因此在山脈地形擠壓強制作用下的整個氣旋渦流圓柱體：平均半徑減縮、旋轉角速度急增。如此狀況下，則通常造成整個氣旋渦流圓柱體垂直伸展，更加助長氣旋型渦流或擾波翻越高聳且陡峭的臺灣山脈。

(二) Huygens 傳遞波波前理論的應用

熱帶氣旋渦流邊緣翻越過臺灣山脈，造成區域性的顯性擾波波動，當山脈地形的有效作用範圍相較於整個氣旋渦流尺度或規模明顯較小的時候，運用紛擾理論(Perturbation Theory)做一區隔，來研討此擾流特徵是前一節的主題。

本節基本的理念，在於引用波能的觀念來探討區域性的顯性擾波的分佈特徵。臺灣山脈對於熱帶氣旋波動的地形強制作用，造成背風面下風區的小區域型顯性擾波或焚風的有效作用山脈範圍，相較於整個氣旋波而言，其尺度或規模明顯較小，和光學實驗裡的單狹縫繞射相似，在古典的波動學領域裡，Huygens(1629-1695)的傳遞波波前(Wave Front)理論，將波前各點當成新的點波源，來探討傳遞波波能會聚的干涉、繞射現象：Thomas Young

(1773 - 1829)所做的雙狹縫同步波源干涉實驗，Fresnel (1788 -1827)、Fraunhofer (1787-1826)和 Kirchhoff (1824 -1887)所做的繞射原理和繞射波動方程式，在物理學及數學模式 (model) 方面都已建立了完整的架構，揭示傳遞波在距離干擾波波源近程、遠程位置的波能會聚型態特徵與強度。從 Kirchhoff 繞射波動方程式的推論，Fraunhofer 繞射波動是當接收波能的位置與產生區域性擾波的波源距離遠大於波長，或相對於產生區域性擾波的波源為遠距離或長時間的波能會聚型態；Fresnel 繞射波動則是當接收波能的位置相對於產生區域性的擾波波源為近距離或短時間的波能會聚型態。據此，將繞射波動方程式數學模式與繞射實驗的現象，對映應用於發生焚風的天候特徵，對於分析區域性擾波是很恰當的方法。

二、活躍於臺灣東部和南部近海的熱帶氣旋與發生於臺灣中西部焚風的天候特徵

(一) 中度颱風 Mindulle 動態與臺中盆地的焚風天氣

(1) 中度颱風 Mindulle 侵臺初期的埔里及臺中盆地焚風天氣

2004年7月1日，中度颱風 Mindulle 靠近臺灣時，碰觸中央山脈，臺灣東半部籠罩在颱風暴風圈下，花東地區的風雨從白天開始就逐漸增強，事實上，中西部地區從上午10時開始出現異常高溫，南投縣水里、集集的濁水溪沿岸氣溫增高，並且出現大面積的沙塵暴；從新竹到彰化颯了將近6個小時的焚風，中午不到氣溫就衝破34°C、35°C；尤其是臺中，上午11時左右，就急增到37.6°C，不到半個小時，又向上推升到38°C，下午1時37分，再竄升到39.5°C，緊接著又在一個半小時內，氣溫屢創新高，從39.6°C、39.8°C，到下午3時04分進一步爬升到39.9°C，創下當地的歷史最高溫記錄，當日最低相對溼度為31%。除了臺中以外的新竹、梧棲和彰化，也先後出現36.8°C（最低相對溼度:45%）、36.9°C（最低相對溼度:54%）和38.8°C的異常高溫，以及日月潭最高溫度:32.0（最低相對溼度:40%），直到下午4時過後，氣溫才開始下降【表四】。當日所呈現的是一種極為歧異的天候現象：山脊以東為豪雨，山脊以西的新竹到彰化地區卻是焚風型的酷熱，尤其是臺中盆地。

(2) 中度颱風 Mindulle 在臺灣東部近岸的動態

根據中央氣象局的報告：中度颱風 Mindulle 的中心氣壓在7月1日早上2點為968百帕，8點為975百帕，此後直到當日晚間10時左右，颱風中心在花蓮壽豐登陸為止，中心氣壓強度維持不變。向北移動的颱風，中午時分中心通過蘭嶼（22.0°N，121.5°E）附近，颱風中心位置【表一】與奇萊山區〔24.1°N, 121.3°E；標高3560公尺〕的距離，在1日早上8點約為270km，之後兩者之間大約以10km/hr的穩定速度靠近，到了14:00，兩者距離減少為210km左右，此後的距離約以20km/hr加倍靠近：15:00時的距離約為190km、17:00時的距離約為150km【圖二、圖三、圖四】。

(二) 中度颱風 Hagupit 動態與臺中盆地的焚風天氣

(1) 中度颱風 Hagupit 在臺灣南方近海時的臺中盆

地焚風天氣

2008年9月22日中度颱風 Hagupit 暴風圈逐漸接近臺灣南方近海，22日至23日台灣東半部及南部地區有陣雨，北部地區亦有短暫陣雨，此兩天累積雨量以花蓮天祥238.5毫米為最多，中部地區的臺中及南投都有出現焚風。22日：位於南投中潭公路大雁隧道在下午1點46分，隧道入口的溫度計測到的溫度是37.8°C，附近路樹在焚風的吹拂下，樹葉枯黃或者焦捲，魚池鄉平地還出現37°C的高溫。日月潭（120.9°E, 23.9°N；海拔1017.5m），中午12點開始颯起焚風，下午1點開始到2點這一段時間，溫度大概都超過30°C，濕度則從平常的80%降到只有49%；臺中（最高溫度:35.4°C；最低相對濕:48%）。23日：已連續第二天埔里持續高溫，白天都在31°C以上，11點的走廊無日照最高溫34°C（昨夜最低也還28度）。日月潭氣象站上午11點的氣溫為31.9°C，相對濕度:49%；當天日月潭最高溫度達32.2°C，平該站設站以來同期最高溫紀錄，最低相對濕度:44%【表五、表六】。

(2) 中度颱風 Hagupit 在臺灣南方近海的動態

根據中央氣象局、日本氣象廳(JMA)、菲律賓大氣、地球物理及天文服務臺(PAGASA)以及香港天文臺的觀測資料彙整，所得的中度颱風 Hagupit 的中心位置，從9月22日06:00的19.0°N、123.9°E到23日20:00的20.6°N、114.2°E【表二、表三】，颱風中心向著西北西方向移動而且活躍於副熱帶海洋上。中心氣壓從22日02:00的965百帕、距離奇萊山區約700km，08:00的中心氣壓降低為955百帕、距離奇萊山區約650km，到了14:00的中心氣壓再降低為945百帕、此時距離奇萊山區約520km【圖五、圖六】，且約在17:00~18:00恰好經過與奇萊山區相同的經度，直到23日08:00時【圖八】的中心氣壓再下降至940百帕，暴風半徑再擴大，7級風半徑大於800km以上(JMA)，中心位置與奇萊山區的距離為620km，11:00的距離為650km；到了14:00，距離再拉大為750km以上，焚風發生的條件已消失。

三、討論與結論

本研究對於2004年的 Mindulle 與2008年的 Hagupit 兩個中度颱風，在臺灣山脈地形作用下，發生了埔里盆地及臺中盆地焚風天候現象的物理架構，分別從古典力學及古典波動學的觀點做探討。

(一) 臺灣山脈區域性地形對複合型熱帶氣旋強制效應：古典力學觀點

(1) 臺灣山脈、臺中盆地的地形特徵與焚風生成的因素

臺灣的中央山脈西北部份與雪山山脈併列、西南部份與玉山山脈及阿里山山脈併列【圖一】，唯中北段從合歡山、奇萊山區以南到卓社山區，西側接壤埔里盆地及位於大安溪與濁水溪間的臺中盆地；因山脈東西向縱深短，有利於大氣擾波越過山脊。產生擾波波源的山脈高聳達3000公尺以上，背風面的日月潭海拔1000公尺左右；山腳下的臺中盆地內，地勢中部最低約50m~150m，向北、向南漸高，西北端海拔約260m、南端海拔約160m、東端的頭料山區海拔約850m。中央山脈到臺中盆地平地快速下降的地形，造成擾波或重力波在越過山脈後的沉降作用增加強度且有會聚的效果，因此焚風

天氣現象強勁，在抵達平地後向南、向北方向擴展。

當熱帶氣旋渦流的一部分，規則性地被陡峭且高聳的臺灣山脈所擠壓時，造成區域性的擾波，通常對於整體大範圍的熱帶氣旋而論，氣旋渦流被擠壓部份的空氣塊，在山脈地形效應作用下的穩定型氣旋渦流動力現象，取用古典力學的剛體 (rigid body) 旋轉運動學，考量山脈作用施力於渦旋半徑上而沒有力矩(torque)的作用，則整個空氣塊平均總角動量守恆不變；因為臺灣山脈對氣旋渦流的擠壓作用，並未影響氣旋渦流的角動量，所以對於一個穩定狀態的氣旋渦流而言，整個圓柱體氣旋渦流的總角動量仍然維持恆定值狀況，則當整個渦旋圓柱體波動的半徑減縮、渦旋角速度急增，此時通常造成氣旋渦流的圓形柱體垂直伸展，更有利於熱帶氣旋型的擾波翻越山脈；此一現象與典型的鋒面氣旋爬升且能橫越山脈，因而造成背風面重力波沉降區，焚風的天氣動力學機制相似 (劉明禮；2009)。

(2) 活躍於臺灣近海的複合型熱帶氣旋結構與臺灣中西部焚風發展的基本因素

2004 年中度颱風 Mindulle，在 7 月 1 日上午一直維持穩定的強度與速度北移，它的中心位置與奇萊山區的距離，在 10:00 時約為 250km、15:00 時約為 190km、17:00 時約為 150km，颱風的圓柱形氣旋在移行方向左側的部份邊緣，持續為臺灣高聳的山脈所擠壓。對映到複合型熱帶氣旋風場強風域的分佈特徵 (劉明禮，2010)，則中央山脈的中北段或北花蓮的山脈區域，一直位處於氣旋西北強風域所涵蓋的範圍，但是當颱風中心位置與奇萊山區的距離約 150km 時，中央山脈在北花蓮的山區，應已完全涵蓋在強烈對流雲雨區內，焚風發展的因素消除；因此，本研究認為：北移型的複合型氣旋裡的西北風域，持續涵蓋山脈中有效產生焚風擾波的區域範圍，加上背風面到山腳下區域坡度大及凹陷地形，造成背風面重力波強度持續增強與會聚的效果，焚風強勁，並且在抵達平地後向外擴張；將此種類型熱帶氣旋【中心氣壓 975 百帕】的暴風區及強烈對流雲雨區的半徑範圍分別訂定為 250km 及 150km，做為預報作業的參考依據，值得研議。

2008 年中度颱風 Hagupit，9 月 22 日~23 日活躍於臺灣南方副熱帶海洋上，中心氣壓從 22 日 02:00 的 965 百帕到 14:00 的 945 百帕，強度持續增強，平均每 3 小時約下降 5 百帕；唯從 22 日 14:00 到 23 日 02:00，颱風中心位置與北花蓮山區的距離都在 520km 以內，此一時間內的颱風暴風範圍涵蓋臺灣，中心強度維持未增強。颱風繼續西進且逐漸擺脫臺灣的影響以後，在 23 日的 08:00 時的中心氣壓再降為 940 百帕，對映於此種類型的複合型熱帶氣旋風場分佈，東區風場增強，東北強風域涵蓋北花蓮山區，但隨著颱風繼續西行而逐漸減少涵蓋範圍，焚風減弱消失；將此種類型颱風【中心氣壓 945 百帕、940 百帕】強風域的西區及東區半徑分別訂為 550km 及 650km，做為預報作業的參考依據，值得研議。

颱風 Hagupit 的西北區強風域以及隨後的東北區強風域涵蓋中央山脈中北段部份；前者逐漸增強，背風面焚風發展及於臺中盆地；後者逐漸減弱，顯性擾波或焚風活躍於接近山脈的埔里盆地。颱風 Hagupit 比較於颱風 Mindulle 較為強勁且持續

的西北區強風域作用而言，雖然顯性擾波或焚風發展都及於臺中盆地，但前者再向南北擴展的現象不明顯。

(二) 臺灣山脈區域性地形對複合型熱帶氣旋波的強制效應：古典波動學觀點

兩個中度颱風 Mindulle 和 Hagupit 活躍於臺灣近海，分別沿經向及緯向北移及西移、且都在臺灣中西部地區發生區域型顯性擾波或焚風；突顯中央山脈對於熱帶氣旋波動的地形強制作用，產生區域型擾波的有效作用範圍是在中北段或北花蓮山區。地形的強制作用的有效範圍非常小於複合型的熱帶氣旋波的範圍。此種現象與光的波動學實驗裡的單狹縫繞射現象是相似的，據此應用 Huygens 傳遞波波前理論，將產生干擾波波源上各點當成新的點波源，來探討傳遞波波能的會聚現象應該是合理的方法。

本文第二章關於焚風天氣現象的描述裡，Mindulle 颱風侵臺初期，2004 年 7 月 1 日 10:00 在南投的水里、集集、濁水溪沿岸的焚風已經發威並且出現沙塵暴，此一現象適用於強波源近程或相當於短時間的 Fresnel 繞射現象，強波源造成邊緣繞射波明顯，或產生擾波波源的形狀以突顯波能的繞射會聚分佈。

又產生擾波波源的山脈高聳達 3000 公尺以上，背風面山坡地急降且臺中盆地的中央凹陷地形，對於沉降的重力波而言，坡度大又加上會聚作用。這對於持續且強的擾波波源而言，背風面重力波波能在傳遞的波程上被加速、會聚，造成顯性擾波或焚風發威；這與繞射實驗的凸透鏡的效能是相對等的，適用於 Fraunhofer 的長程或長時間繞射現象。本研究裡，將 Mindulle 所造成的強波源與 Hagupit 所造成較弱的波源傳遞波波能所呈現顯性擾波或焚風做比較，後者對映於繞射現象，僅中央部份較明顯。

(三) 結論

(1) 古典力學的觀點：

1. 中央山脈的中北段較北段及南段在東西向上縱深短，有利於氣旋波能翻越山脈及於背風面；再者，山脈背風面接壤埔里盆地、臺中盆地，坡度大及凹陷的地形，造成擾波或重力波在越過山脈後的沉降運動聚集與增加強度。

2. 高聳的山脈持續壓擠氣旋波邊緣，圓柱型氣旋波在角動量守恆狀況下，半徑減縮、旋轉角速度激增，通常造成圓柱體做垂直伸展，有利於氣旋型波動越過山脈。

3. 對於西進型的複合型熱帶氣旋而言，涵蓋北花蓮山區的西北風域持續且強勁或者強而逐漸增大範圍，焚風除了在山脈鄰近地區發展且及於臺中盆地，前者顯性擾波劇烈況且向南、向北伸展，直到此山脈區域為強的對流雲雨所涵蓋取代為止；涵蓋北花蓮山區的東北風域因為逐漸減少範圍，顯性擾波或焚風則僅及於山脈背風面鄰近地區。

(2) 古典波動學的觀點：

1. 臺灣山脈對複合型熱帶氣旋的地形強制作用，產生區域型的顯性擾波或焚風，突顯它和光學實驗的單狹縫繞射波動現象相似。產生擾波波源的山脈高聳，背風面到埔里盆地、臺中盆地，快速下降及後者的凹陷地形，具有與繞射實驗所用的凸透鏡一

樣，具有波能會聚與遠程傳遞作用效果。

2.2004年7月1日及2008年9月22~23日埔里盆地的顯性擾波或焚風：持續強波源在短時間或近程突顯邊緣效應的 Fresnel 繞射現象，呈現於 Mindulle 颱風侵臺時，造成在南投的水里、集集、濁水溪沿岸的焚風發威及出現沙塵暴。

3.持續型強波源加上傳遞波波程上的聚能效果，具有 Fraunhofer 繞射效應的長時間或遠程顯性波能分佈特徵，較弱的波源則對 Fraunhofer 繞射而言顯性波能集中於中央部分，對於減弱型波源則波能傳遞只及於近程。

四、感言與誌謝

本研究的資料，測站觀測資料由中央氣象局資料處理科鄭月娥小姐協助提供，地區性天候現象則來自網路儲存的資料，於此謹致謝忱。焚風的研究仍有待努力，臺灣處於相對濕度高的地理環境，如何降低焚風災害的方法應該值得思考。

再者，想要聽到清澈的聲音，在這個隨時都有引擎伴隨的環境裡非常困難，人類的聲音會越來越低沉混濁嗎？

五、參考文獻

- 1.交通部中央氣象局颱風資料庫
- 2.日本國土交通省氣象廳氣象統計情報
- 3.香港天文臺
- 4.菲律賓大氣、地球物理及天文服務臺（PAGASA）
5. Harris Benson, 1995: University Physics, John Wiley & Sons, Inc.
- 6.劉明禮，2009：臺灣山脈地形對大氣強制作用所造成的波動現象.,天氣分析與預報研討會論文集編 261-265.
- 7.劉明禮，2010：臺灣山脈對熱帶氣旋波的地形強制作用.,天氣分析與預報研討會論文集編,347-352.

時間	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
中心	21.7N	21.8N	21.9N	21.9N	22.0N	22.1N	22.2N	22.4N	22.6N	22.8N	23.0N
位置	121.8E	121.7E	121.7E	121.6E	121.6E	121.6E	121.6E	121.7E	121.8E	121.7E	121.8E

表一：2004年7月1日中度颱風 Mindulle08~18 逐時中心位置

時間	02:00	05:00	08:00	11:00	14:00	17:00	20:00
中心	18.7°N	18.9°N	19.0°N	19.2°N	19.4°N	19.4°N	19.5°N
位置	124.7°E	124.1°E	123.4°E	122.8°E	122.1°E	121.4°E	120.8°E

表二：2008年9月22日中度颱風 Hagupit 的中心位置

時間	02:00	05:00	08:00	11:00	14:00	17:00	20:00
中心位	19.8°N	20.0°N	20.2°N	20.3°N	20.4°N	20.6°N	20.6°N
置	119.1°E	118.1°E	117.3°E	116.9°E	115.5°E	115.2°E	114.0°E

表三：2008年9月23日中度颱風 Hagupit 的中心位置

2004/7/1	時間	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	極端值
日月潭	T	27.5	26.8	29.2	30.0	29.9	30.1	28.1	25.6	25.5	24.5	24.5	32.0(max)
	RH%	60	59	54	49	50	46	55	62	57	62	63	40(min)
臺中	T	30.2	33.3	34.3	37.3	36.8	38.8	39.0	39.7	36.4	35.2	32.3	39.9(max)
	RH%	75	64	59	48	50	38	33	36	37	39	59	31(min)
新竹	T	33.3	35.1	35.4	35.7	35.5	34.4	35.9	33.8	34.7	32.4	30.7	36.8(max)
	RH%	58	52	53	51	53	59	46	58	47	54	63	45(min)

表四：2004年7月1日日月潭、臺中、新竹測站逐時的溫度(T)、相對濕度(RH%)及當日的溫度最高(max)、相對濕度最低(min)值

2008/9/22	時間	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	極端值
日月潭	T	25.8	26.0	27.5	29.6	30.5	31.6	28.8	27.8	26.8	26.6	
	RH%	65	65	68	62	61	49	54	53	53	54	
臺中	T	28.7	30.2	31.7	32.6	33.5	34.5	35.1	34.7	32.7	30.6	35.4(max)
	RH%	76	70	67	66	63	57	53	54	66	72	48(min)

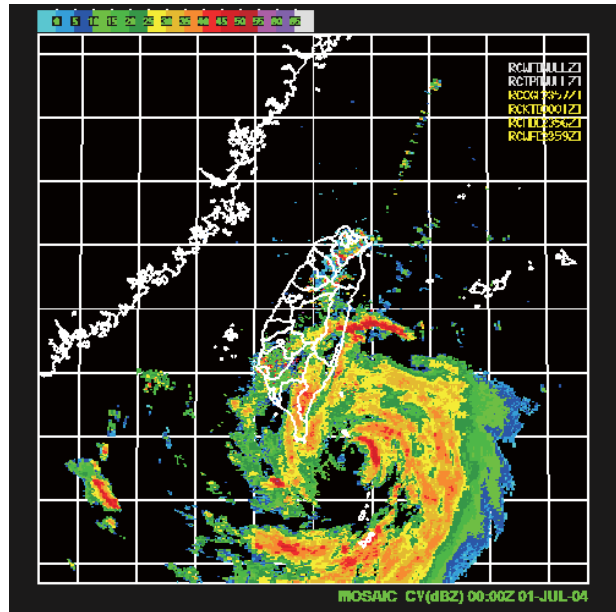
表五：2008年9月22日日月潭、臺中測站逐時的溫度(T)、相對濕度(RH%)值

2008/9/23	時間	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	極端值
日月潭	T	27.1	27.3	28.5	29.0	30.9	31.9	30.9	29.0	28.7	26.7	32.2(max)
	RH%	52	51	50	52	48	49	49	68	68	75	44(min)

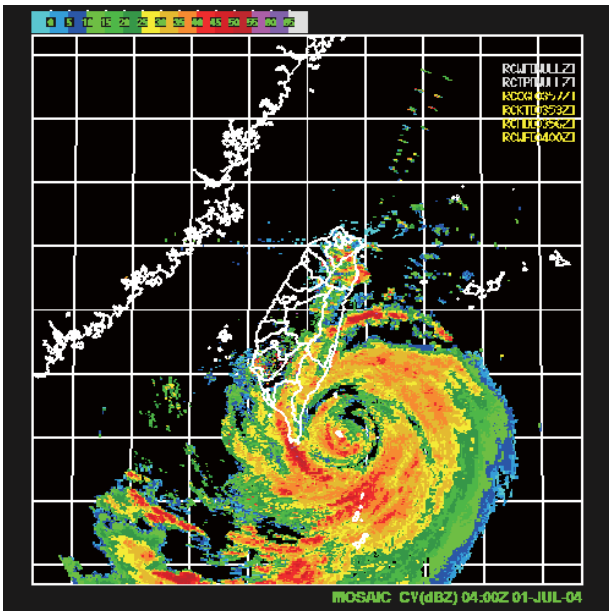
表六：2008年9月23日日月潭測站逐時的溫度(T)、相對濕度(RH%)值



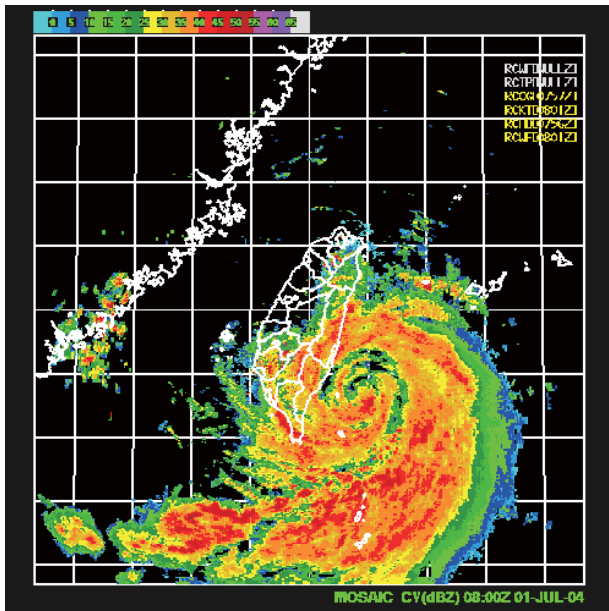
圖一：臺灣地形圖



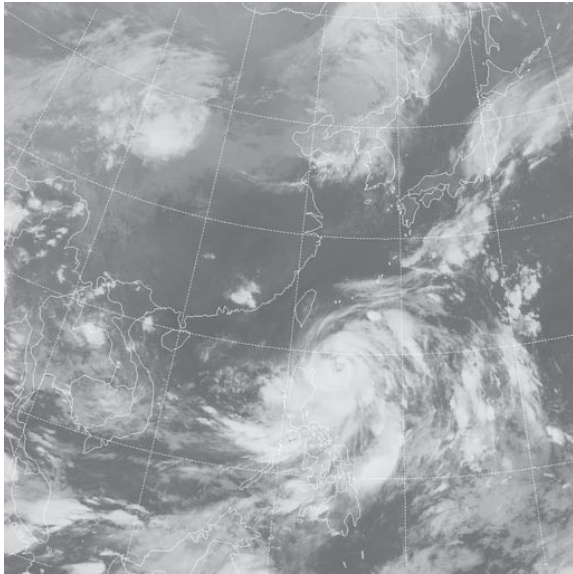
圖二：2004-07-01-08:00 雷達回波圖



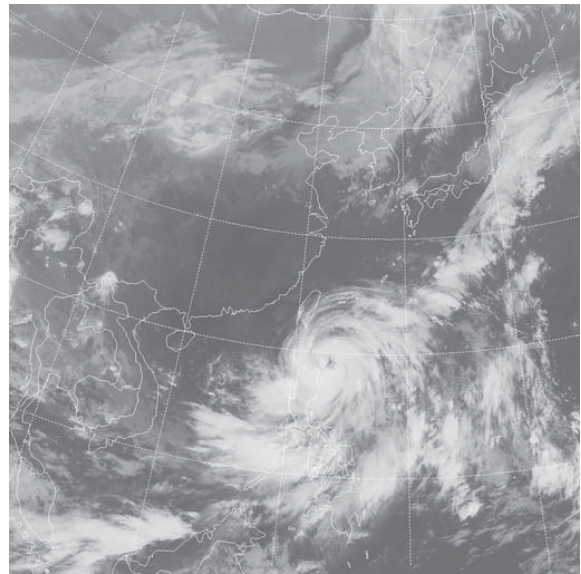
圖三：2004-07-01-12:00 雷達回波圖



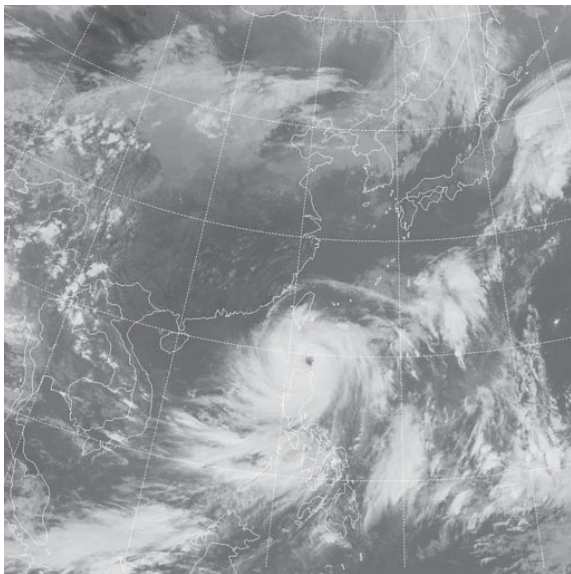
圖四：2004-07-01-16:00 雷達回波圖



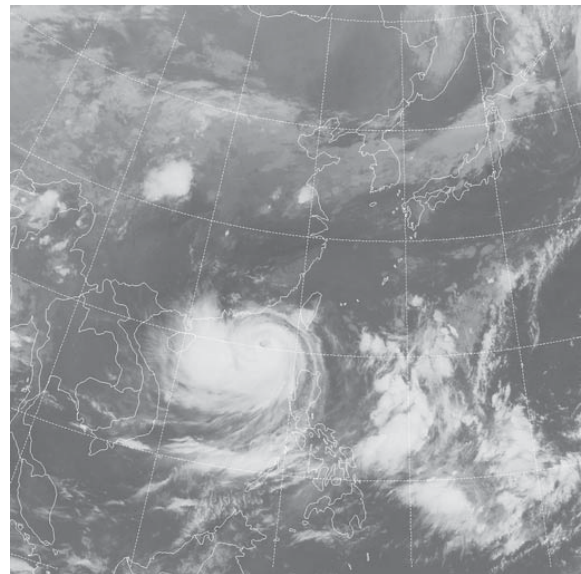
圖五：2008-09-22-02:30
中度颱風 Hagupit 衛星雲圖



圖六：2008-09-22-08:30
中度颱風 Hagupit 衛星雲圖



圖七：2008-09-22-14:30
中度颱風 Hagupit 衛星雲圖



圖八：2008-09-23-08:30
中度颱風 Hagupit 衛星雲圖