

# 宜蘭地區秋、冬季降雨特性之研究

陳盈曄 林沛練  
中央大學大氣物理研究所

## 摘要

蘭陽平原三面環山，東向太平洋，方圓五十公里內地形陡峭，山高幾乎都在 2000 公尺以上，尤其西南側的山更高達 3000 公尺以上，整體地形結構上呈現一口袋形狀。在無劇烈天氣系統直接影響的情況下，宜蘭地區秋冬季的降雨量經常達到 100 (mm/day) 以上，且大多為連續性的降雨，主要集中在蘭陽平原東南方的地形迎風面與平原交界處，由其獨特的降雨型態不難看出口袋狀地形對降雨分布所造成的影響。

本研究利用 1996-1998 年中央氣象局的觀測雨量資料針對宜蘭地區秋冬季的降雨進行統計分析，希望了解該地秋冬季降雨的氣候特性，並由其中挑選出 1998 年 12 月 10 日到 14 日的連續降雨個案作為進一步分析模擬的對象。本研究使用第五代中尺度數值模式 (MM5) 和五分山都卜勒雷達回波資料來模擬及驗證蘭陽平原降雨的生成及發展，期望能夠找出一個較為接近真實狀況的物理解釋。研究結果顯示，大尺度的綜觀天氣情勢對宜蘭地區降雨成因的影響佔有舉足輕重的地位，大陸冷高壓與菲律賓附近的熱低壓兩者流場合流提供了有利於降雨的綜觀尺度環境場。此外，當東北季風進入蘭陽平原之後由於地形的作用被迫形成兩種不同的流場，一方面沿地形繞流，另一方面則是直接遇山阻擋爬升，這兩股氣流最後會在蘭陽平原東南方地形迎風面上輻合而造成大量降雨。模擬結果也顯示地形、地表可感熱以及水氣通量傳輸對蘭陽平原秋冬季的劇烈降雨有相當大的影響。

## 一、前言

由氣候統計資料得知台灣地區的天氣變化主要受到夏季的西南季風與冬季的東北季風所影響，加上台灣主要由平均高度 2500 公尺的山脈所組成，不論過去或現今的統計以及研究均指出在地形的影響下，台灣地區春夏季降雨主要發生在西南部的地形迎風面上，秋冬季則發生在東北部的地形迎風面上。值得注意的是，在無劇烈天氣系統影響的情況下，秋冬季宜蘭地區的降雨量經常達到 100 (mm/day) 以上，且大多為連續性的降雨，對於民生和經濟上的發展造成一定程度的阻礙，如山洪爆發造成的土石流、山區道路毀壞及農作物損失等，而其獨特的口袋狀地形似乎就是造成此一結果的主要原因。張 (1993) 利用都卜勒雷達資料和衛星雲圖對 1992 年 9 月 12 日造成宜蘭地區豪雨的 MCS 做分析，發現暖平流輸入、地形、東北風和東南風在此區域合流和中尺度對流系統的影響為造成宜蘭地區豪雨的可能原因。故在無強烈綜觀天氣系統直接影響的前提下，氣流在此地區受地形影響如何繞流、輻合及抬升是我們迫切需要釐清的問題。除此之外，口袋狀地形、大氣中高層狀況及地表通量傳輸對影響中尺度對流系統在宜蘭地區所造成的降雨都是本研究有興趣的課題。

在整個研究的過程中首先對 1996-1998 年降雨資料做統整分析，以找出宜蘭地區秋冬季降雨的分布型態及日夜變化情形，並利用這些資料挑選出豪大雨 (日降雨量 > 100 mm) 的個案作為個案研究的對象。經過分析後，本研究主要選取 1998 年 12 月 10 日到 14 日的連續降雨個案作為分析模擬的對象。

在個案分析模擬的部分，先對個案發生的綜觀天氣型態作分析，並利用降雨觀測資料和五分山都卜勒雷達資料對降水回波的時序變化作完整描述，以期對個案的生成及發展有一個初步的了解。接下來利用第五代中尺度數值模式 (MM5) 模擬個案生成及發展的詳細過程，深入探討動力及熱力上的機制。最後對整個研究做一完整的結果討論。

## 二、觀測資料分析

### ● 1996-1998 年秋冬季降雨資料分析

分析了 1996-1998 年秋冬季的日平均降雨資料之後，可明顯見到降雨主要發生在台灣東北部和東部地區 (圖 1)，尤其是東北角和宜蘭地區，其降雨的極大值發生在東北角和宜蘭地區的地形迎風面上，日平均降雨量最大值為 20.7 公釐。受到東北季風的影響，此時的風幾乎均為東北風，但值得注意的是，蘭陽平原南方地形迎風面的風並不是東北風，這主要是受到地形的影響，使得風有沿地形繞流的現象，即風剛進入蘭陽平原時為東北風，遇到地形阻擋之後變為西北風，最後變成西風而從蘇澳測站的位置離開。基於以上理由，初步的分析發現當風沿著地形繞流，加上原本就吹向地形迎風面的東北風，兩者在蘭陽平原東南方迎風面山區輻合抬升會造成此處的大量降雨。

為了更進一步了解降雨發生的時間及其日夜變化，本研究將日平均細分為小時平均，分析結果發現秋冬季宜蘭地區是屬於連續性的降雨，24 小時中幾乎都有大於台灣其他地區的降雨發生。由熱力上的日夜變化來看，較大的降雨約在下午 2 點開始發生，變化較明顯的地區為宜蘭地區的迎風面山區，接下來中

央山脈兩側的迎風面上也開始有降雨發生，而由於海風加上東北季風的雙重效應，在蘭陽平原南方迎風面山區產生大量降雨；到了下午 7 點左右，局部環流由陸風轉變為海風，中央山脈兩側的降雨亦在此時減弱，而原本位於蘭陽平原東南方地形迎風面的較大降雨區域亦逐漸減弱。

由宜蘭地區測站的 24 小時降雨時序中可發現(圖 2)，蘇澳測站(467060)發生較大降雨的時間較晚，且結束時間亦較其他測站晚，主要的原因為流場在此處輻合，而使得較大降雨發生的時間較其他地方延後。發現位於迎風面山區斜坡上的測站發生較大降雨的時間會較平原上的測站來得早，這可以說明宜蘭地區降雨日變化中較大的降雨是先發生在迎風面山區斜坡上，然後才延伸到平原上，表現的較明顯的幾個測站分別為 C0U710、C1U510、C1U670 及 C0U640，其位置由山坡向平原分布幾乎成一直線。

### ● 個案統計及分析

個案選取的標準為宜蘭地區日降雨量達 100 公釐以上，此外，受到颱風和鋒面系統直接影響的個案並不列入考慮，意即所選取個案的綜觀環境條件為沒有受到強烈綜觀尺度天氣系統的直接影響，如颱風、鋒面等。依此一標準選取了 14 個個案，共 31 天(表 1)，除此之外，依各個個案發生時的綜觀天氣狀況分為三大類，分別為台灣位於鋒前、鋒後和無鋒面存在時，其中又依降雨區域分布分成二類，即降雨僅集中在宜蘭地區和廣布台灣其他地區(表中加陰影的日期部分)兩種。

統計分析所選取的 14 個個案在尚未分類之前的日降雨分布和風場之後發現和之前的分析結果極為相似，降雨主要發生在台灣東北角和宜蘭地區，而台灣東部則是只有零星的降雨。若我們將焦點放在宜蘭地區，發現降雨主要發生在蘭陽平原東南方的迎風面上，降雨極值約為 149.6 公釐，而風則沿著地形繞流從東北風變成西北風，最後轉為西北西風從蘇澳測站離開蘭陽平原。

經過三種天氣狀況的統計分析之後，以下就這三種天氣狀況的綜觀天氣情勢以及降雨分布特徵作簡單的介紹。

當鋒面位於巴士海峽時為第一種天氣狀況，此時的綜觀天氣情勢在大陸地區有高壓存在並即將出海，中心強度大約為 1040 hPa，而菲律賓附近存在一由東向西移動的低壓，當大陸冷高壓強勁的東北風與菲律賓附近低壓所造成的東南風合流將海面上的水氣帶入宜蘭地區，加上宜蘭地區周圍高聳的山勢，在地形的影響之下會在宜蘭地區的迎風面山區降下大雨，主要的降雨區域位於台灣東北角和宜蘭地區，而降雨極值則是位於蘭陽平原東南方的迎風面山區，風場則是東北風沿地形繞流，最後變成西北西風由蘇澳測站離開宜蘭地區。

當鋒面位於台灣北部海面時為第二種天氣狀況，此時的綜觀天氣情勢在大陸地區有高壓出海，強度大約為 1020 hPa，而菲律賓附近存在一由東向西移動的

低壓。與第一種天氣狀況不同的是此時大陸冷高壓強度較弱，中心強度約為 1020 hPa，降雨的分布較第一種天氣狀況時為廣泛，但大部分仍是發生在台灣東部和東北部地區，其餘地區降雨量則較少。

當無鋒面存在時為第三種天氣狀況，此時的綜觀天氣情勢在大陸地區有高壓出海，而菲律賓附近則存在零星由東向西移動的低壓，台灣地區主要受到東北季風所影響，而其水氣來源應是太平洋上向西移動的低壓和出海的高壓兩者流場合流將海面上的水氣輸入宜蘭地區。此種天氣狀況的降雨區域較為集中，大部分僅分布在宜蘭地區。此種天氣狀況的降雨個案十分稀少，一方面是因為台灣地區秋冬季的天氣型態主要受到接連不斷的鋒面所影響，另外則是因為沒有菲律賓附近明顯的低壓的東南風與大陸高壓的東北風合流直接將水氣輸入宜蘭地區，故此一種天氣狀況的降雨量較少，無法符合個案選取的標準。

## 三、降雨個案分析與模擬

### ● 個案簡介

所選取的個案時間為 1998 年 12 月 10 日到 12 月 14 日的降雨個案，降雨形態為為期 4 天的連續降雨，圖中所示的時間為台灣地區地方時，即世界標準時加上 8 個小時，降雨開始發生的時間約在地方時正午 12 點，在下午 3 點左右達到最高點，然後逐漸減弱，接下來在隔日的正午 12 點又開始另一波的降雨發生，連續 4 天的降雨都是相同的形態。

參考日本氣象廳 12 月 9 日 12Z 的綜觀天氣圖，鋒面由日本東方海面向西南延伸到菲律賓東方海面，大陸地區山東半島南端有一高壓(中心強度 1038 hPa)正要出海，菲律賓東方存在一颱風(中心強度 996 hPa)，此時台灣位於鋒後，天氣形態主要由高壓所主導，風場為東北風，台北測站的風速約為 7.5 m/sec。

12 月 10 日 12Z 綜觀天氣情勢顯示，鋒面的位置仍無太大的改變，先前於西伯利亞地區生成的高壓逐漸向東移動，強度變化不大(中心強度 1046 hPa)。原位於菲律賓東方海面的颱風現已在菲律賓陸地(中心強度 975 hPa)，垂直結構發展的更為深厚，從紅外線衛星雲圖可看出整個菲律賓已被颱風所籠罩，而其外圍雲帶與鋒面雲帶結合漸漸向台灣移動中。此時台灣地區吹的為東北風，台北測站風速約為 5 m/s。

12 月 11 日 12Z 綜觀天氣情勢上，鋒面位置大致上維持不變，仍位於巴士海峽，台灣地區的風場仍以東北風為主，台北測站的風速約為 5 m/sec。大陸地區的高壓(中心強度 1036 hPa)已由渤海口出海，其後面有另一高壓(中心強度 1036 hPa)生成。原在菲律賓的颱風現已通過菲律賓陸地而位於菲律賓西方海面，由紅外線衛星雲圖來看，颱風外圍和鋒面結合的雲帶正跨在台灣地區，

在個案期間的垂直穩定度分析方面，主要是參考台灣東方約 200 公里處的宮古島探空資料所求出的位溫( $\theta$ )、相當位溫( $\theta_e$ )和飽和相當位溫( $\theta_e^*$ )

的垂直剖線圖及斜溫圖，整個個案期間低層呈現出非常潮溼且不太穩定的狀況。

### ● 個案模擬

模擬實驗的模擬時間從 1998 年 12 月 9 日 12 UTC 到 12 月 11 日 12 UTC，初始時間為 12 月 9 日 12 UTC，總共模擬 48 小時，模擬的主要對象為第一波和第二波的降雨。模擬所使用的初始資料為 ECMWF（歐洲氣象中心） $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$  的經緯網格資料，爲了加強中小尺度天氣系統的表現，額外加入了船舶、地面和探空的資料，模式的垂直層數總共 15 層。

將模擬的日累積降雨量和降雨分布與實際雨量站觀測得到的結果相互比較，發現模式在個案期間的降雨模擬有非常好的結果，1998 年 12 月 10 日實際雨量站觀測的日累積降雨量極大值約爲 148 公釐，位置在宜蘭平原東南方地形迎風面上，而同一時間所模擬的日累積降雨量極大值約爲 148 公釐，發生的位置亦在宜蘭平原東南方地形迎風面上，兩者相比較之下幾乎相同（圖 3）；1998 年 12 月 11 日觀測和模擬的日累積降雨量及降雨分布與 10 日有相似的結果，觀測的日累積降雨量極大值約爲 125 公釐，模擬的結果約多了 20 公釐，而極大值的位置在宜蘭平原東南方的地形迎風面上。

相對濕度場的模擬結果顯示出台灣地區主要受到東北-西南走向的潮濕帶所影響，尤其是在降雨發生的時候，較大相對濕度的區域整個向西南移到台灣東北部地區，若由地面水氣通量的變化來看，當宜蘭地區尚未發生大量降雨時，除了在台灣東北部地區地形迎風面上有水氣的輻合外，在台灣東北方海面上亦有較大的水氣輻合區域，且向西南延伸成一帶狀區域。隨著時間的發展，原本在台灣東北方海面較大的水氣輻合區域向西南方移動到宜蘭地區東方海面，並且在隨後影響到宜蘭地區，而在整個過程中仍不斷有水氣輻合，從台灣東北方海面向西南傳輸過來。

在 2 度空間的流場變化上，進入宜蘭地區的流場可分爲二種主要的形式，一方面沿著宜蘭地區口袋狀地形繞流，而此一沿地形繞流的流場與另一直接進入宜蘭地區的東北風在蘭陽平原東南方地形迎風面上輻合。此外，在降雨發生之後由於降雨的下衝流在山前造成下降運動，故在流場的表現上山前會有逆流的現象，但整體仍是繞流的現象，而在降雨開始較爲減弱並外移時，流場又恢復成原先沿地形繞流的形式。

爲了進一步了解降雨系統在 3 度空間上的發展情形，我們順著流場的方向從海面到山上切了一個與宜蘭平原南方地形迎風面正交的東北-西南走向的垂直剖面，以期能藉此了解降雨系統以及流場在垂直上的變化情形（圖 4）。垂直上高層約 750 hPa 以上以西風爲主，而低層則是以東北風爲主，因山前有空氣阻塞的現象，所以 1102 UTC 宜蘭地區尚未發生大量降雨時，流場在還未到山前即有爬升的現象；1105 UTC 爲降雨系統發展的旺盛期，此時降雨的區域主要位於較低的地形迎風面和平原的交界處，山前低層的流場現階段由降雨產生的下衝氣流所主導，而海面上則有

另一波降雨系統往宜蘭地區陸地移動；1108 UTC 爲降雨系統發展的後半段，此時降雨系統往宜蘭平原東南方的地形迎風面移動，所以在這個剖面上的降雨情形會較爲減弱且降雨會往較高的斜坡處移動。

除了與地形迎風面正交的垂直剖面外，另外順著宜蘭平原南方地形迎風面切了一個東-西走向的垂直剖面。1102 UTC 因爲在蘇澳測站東南方所殘留前一波降雨系統的關係，所以在地形上仍可以看到微弱的降雨系統，山前的流場可分爲三種主要的形式，即東北風進入蘭陽平原之後分別向西及向東的兩個分量，以及由海面上來的東風分量，在降雨系統的位置上，向東和向西的兩個分量輻合形成了上升的氣流；接下來的 3 個小時之後的旺盛期，降雨系統發展的較爲完整，降雨區域主要位於斜坡和平原間；再 3 個小時之後的降雨似乎有增強的現象，這主要是因爲迎風面上的降雨系統受到沿口袋狀地形繞流的流場作用而移動到地形迎風面的東南方，而海面上的降雨造成的原因一方面是因爲降雨系統外移引起，另一方面則是因爲流場在宜蘭平原東方海面上輻合而造成降雨。

經由以上兩個垂直剖面的分析大概可以知道宜蘭地區降雨系統生成和發展的狀況，而藉由空氣塊移動軌跡的分析應可以讓我們對空氣塊在 3 度間上的移動情形有更深一層的了解。利用 Backward 的方式於 1102 UTC 在地形迎風面上釋放 6 個空氣塊，可以得到空氣塊在 1102 UTC 之前的移動軌跡，如此便可以知道空氣塊如何到達釋放點。進入宜蘭地區的空氣塊移動路徑可以分爲二支，一爲沿口袋狀地形繞流，另一則直接進入宜蘭平原，兩者均受到地形的影響而爬升，最後交會的地點是位於蘭陽平原東南方的地形迎風面上。至此，從空氣塊的移動軌跡分析中，更明確的解釋了降雨極大值爲何會發生在宜蘭平原東南方地形迎風面上的原因。

爲了更進一步了解宜蘭地區降雨的分布情形，利用五分山都卜勒雷達的合成回波圖說明降雨的過程（圖 5），當 1022z 蘭陽平原尚未發生大量降雨時，較強雷達回波區域主要位於宜蘭平原外海，而 1107z 大量降雨開始發生時可以在宜蘭平原東南部迎風面山區看到明顯的強雷達回波區，且此回波一直延伸到蘇澳測站東南方海面，受到地形阻擋的影響在蘇澳測站以南的陸地並無明顯的雷達回波區域，即降雨系統並沒有延伸到此處。

經過以上各階段的討論，造成宜蘭地區降雨的水氣主要是源自於台灣東北方海面的水氣輻合帶，且降雨發生時恰爲較大水氣輻合區往西南移到宜蘭東方海面時。當降雨發生時，源自於海面的水氣遇地形阻擋爬升而形成降雨系統，在山前則有因降雨產生的下衝氣流；另一方面，流場在口袋狀地形內繞流，與直接進入宜蘭地區的東北向流場在東南方的地形迎風面上輻合，並在此處產生大量降雨。

### ● 影響降雨之因素

從前幾節的討論得知，影響宜蘭地區降雨的因素大致上爲地形阻擋抬升作用和地表熱力作用，接下來

利用模式對這兩個主要的影響因素做敏感度測試，以期了解其對降雨的影響程度。模式的敏感度測試主要可分為三個部分，即無地形影響、無口袋狀地形影響及無地表通量影響下宜蘭地區的降雨情形。

當台灣沒有中央山脈存在時，宜蘭地區幾乎沒有降雨發生；而當利用橢圓地形代替中央山脈以表示沒有宜蘭地區的口袋狀地形時，雖仍有因地形阻擋效應而產生的降雨，但降雨量較控制組少了約一半左右；最後，當在沒有地表通量的情形下，結果顯示宜蘭地區幾乎沒有降雨發生，足見地表的可感熱通量和水氣通量對宜蘭地區降雨的重要性。

#### 四、結論

蘭陽平原三面環山，東向太平洋，方圓五十公里內地形陡峭，山高幾乎都在 2000 公尺以上，尤其西南側的山更高達到 3000 公尺以上，整體地形結構上呈現一口袋形狀。由 1961~1990 年中央氣象局降雨氣候資料可知，受到東北季風的影響，台灣東部迎風面山區秋冬季的降雨較其他地區為多，尤其是宜蘭地區更甚之。

本研究分析的資料為 1996~1998 年中央氣象局降雨觀測資料，並依秋冬季台灣地區三種主要的天氣狀況作個案上的分類，這三種天氣狀況分別為台灣地區位於鋒前、鋒後及無鋒面影響時。分析結果發現，當宜蘭地區有降雨時大陸地區會存在一高壓，菲律賓附近則會存在一低壓，此時台灣地區的風場均為東北風，雖然當宜蘭地區降雨時三種天氣狀況都有相當類似的綜觀天氣情勢，但在高壓的強度上卻有明顯的不同，即當台灣位於鋒後時，大陸上的高壓中心強度約為 1040 hPa，此時台灣地區有較強的風速；當台灣位於鋒前時，大陸上的高壓中心強度較弱，約為 1020 hPa，此時台灣地區的風速較弱；當無鋒面影響台灣地區時大陸上的高壓中心強度約為 1020 hPa，菲律賓附近並沒有明顯的低壓系統存在，且台灣地區的風速亦較弱。

除了降雨觀測資料上的分析外，本研究針對 1998 年 12 月 10 日到 14 日的降雨個案做分析與模擬研究。此個案的降雨情形為 4 天 4 波的連續降雨，降雨約在中午 12 點開始發生，然後約在下午 4 點出現降雨極大值，之後逐漸減弱。

研究結果發現，大尺度的綜觀天氣情勢對宜蘭地區的降雨佔有舉足輕重的地位，大陸冷高壓與菲律賓附近的熱低壓兩者流場合流將海面上的水氣輸入宜蘭地區提供了有利於降雨的綜觀尺度環境場。在宜蘭地區發生大量降雨之前，台灣東部海面會有水氣輻合區域形成，隨時間的發展向宜蘭地區東方海面移動，並呈現東北-西南走向的帶狀分布。當宜蘭地區發生大量降雨時，此一輻合區域恰位於宜蘭地區東方海面，對宜蘭地區的降雨產生了直接的影響。

當東北季風進入蘭陽平原之後由於地形的作用被迫形成兩種不同的流場，一方面沿地形繞流，另一方面則是直接遇山阻擋爬升，這兩股流場最後會在東南

方地形迎風面上輻合而造成大量降雨。從降雨系統在 3 度空間上變化來看，降雨系統主要是由外海移入蘭陽平原，首先在山前形成較大的降雨系統，後面則是不斷有水氣移入以維持降雨系統的發展，由於流場會在東南方地形迎風面上輻合，故整個降雨系統會維持在此處，並降下大雨，而當降雨系統減弱時會有往較高的斜坡移動移動的情形。此外，模擬的結果顯示在台灣東方海面上有降雨帶存在，這主要是因為受到台灣地形影響的風場與東北風在此處輻合所造成。不論是由降雨觀測資料或是五分山都卜勒氣象雷達合成回波圖來看，整個降雨模擬的過程都有非當好的結果。

在影響宜蘭地區降雨的因素探討上，當台灣為一平坦地形時，因為失去了地形阻擋抬升的效應，宜蘭地區幾乎沒有降雨的產生，風場均以東北風為主；當宜蘭地區的地形結構不為口袋形狀時，因為沒有沿口袋狀地形繞流的流場與東北風在東南方地形迎風面上產生輻合，故在迎風面上雖有降雨產生，但降雨量只有控制組的一半左右，且平均分布在地形迎風面上，並無集中在東南角落的情形發生；當模式中的地形解析度無法精確的將宜蘭地區的口袋狀地形結構表現出來時，雖然仍會有降雨集中在東南方地形迎風面的情形，但降雨量比起控制組足足少了約 60 mm/20hr，顯見能否在模式中精確表現出宜蘭地區的口袋狀地形結構是影響降雨模擬結果好壞的主要因素之一；最後，當把模式中的地表通量項關掉之後，對降雨發生了非常大的影響，即宜蘭地區幾乎沒有降雨發生，足見地表可感熱通量和水氣通量對降雨系統發展的重要性。

#### 誌謝

感謝中央氣象局五分山都卜勒氣象雷達站提供雷達圖像。

#### 參考文獻

張耀升，1993：宜蘭地區連續降水初步探討。氣象預報與分析，第 144 期，11-20。

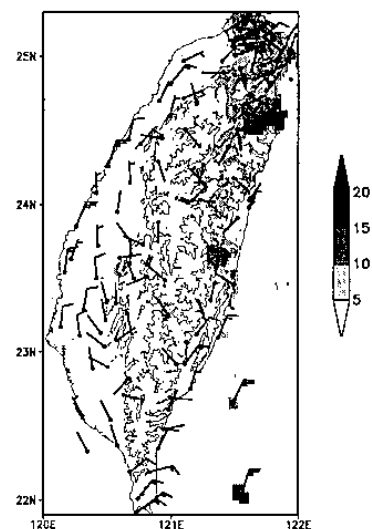


圖 1：1996-1998 年秋冬季日平均降雨及風場分布。陰影區為降雨量分布。

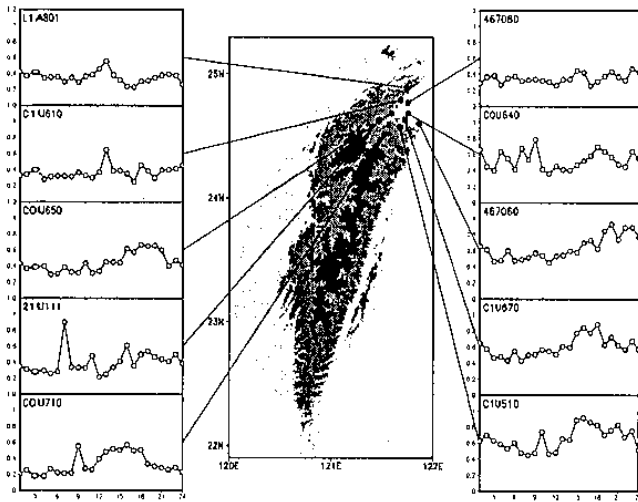
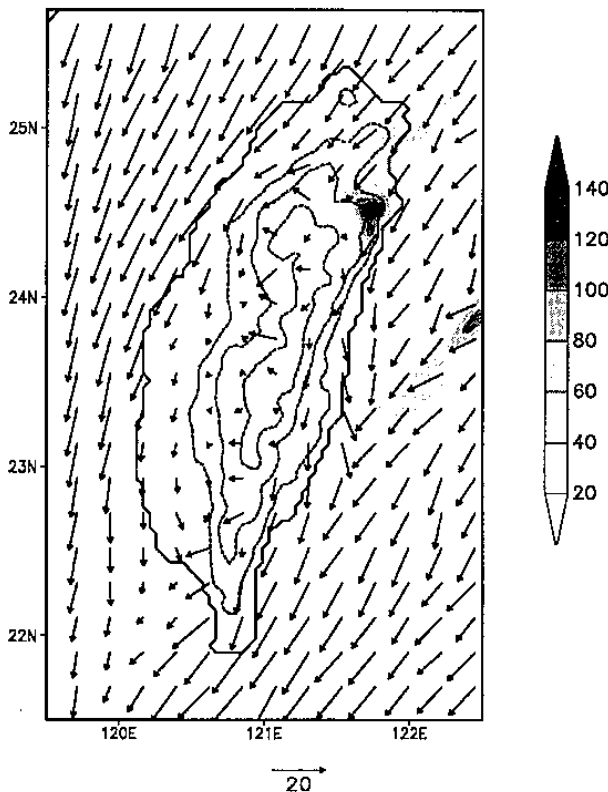


圖 2：1996-1998 年宜蘭地區小時平均降雨時序圖。

第一種狀況：鋒面位於巴士海峽			
96 年	11/14,11/15,11/16		
97 年	2/6		
98 年	11/19,11/20,11/21,11/22,11/24,11/26,11/27		
	12/10,12/11,12/12,12/13	12/19,12/20	
第二種狀況：鋒面位於台灣北部海面			
96 年	10/9,10/10	10/20	11/2,11/3
97 年	9/7		
98 年	10/3,10/4,10/5	11/18	
第三種狀況：無鋒面存在			
96 年	10/11,10/12	11/25	
97 年	1/22		
98 年			

表 1：個案統計結果。其中加陰影者為降雨涵蓋整個台灣地區的個案，而未加陰影者為降雨集中在宜蘭地區的個案。

(a)



(b)

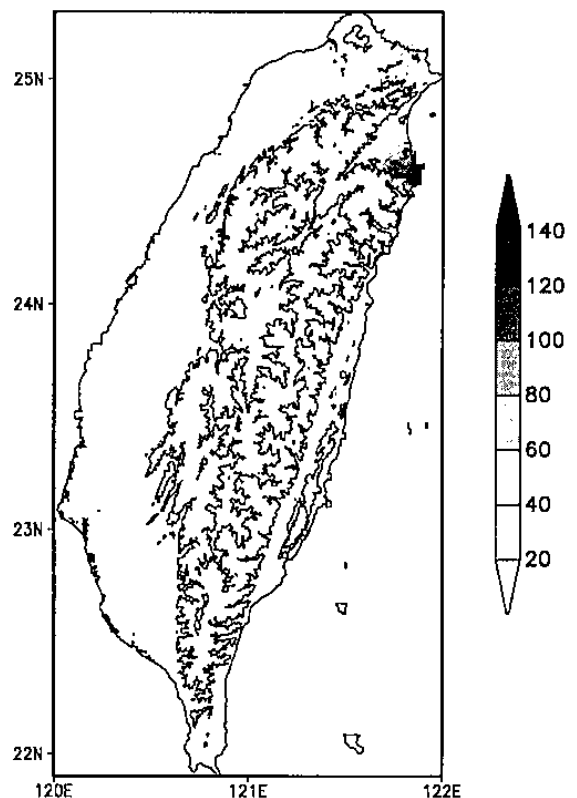


圖 3：1998 年 12 月 10 日模擬和觀測日累積降雨比較圖。(a) 為模擬結果 ( $\delta=0.995$ )，陰影區域為雨量分布，極大值約 148 (mm/day)，箭頭為風場 (m/sec)；(b) 為觀測結果，陰影區域為雨量分布，極大值約 148 (mm/day)。

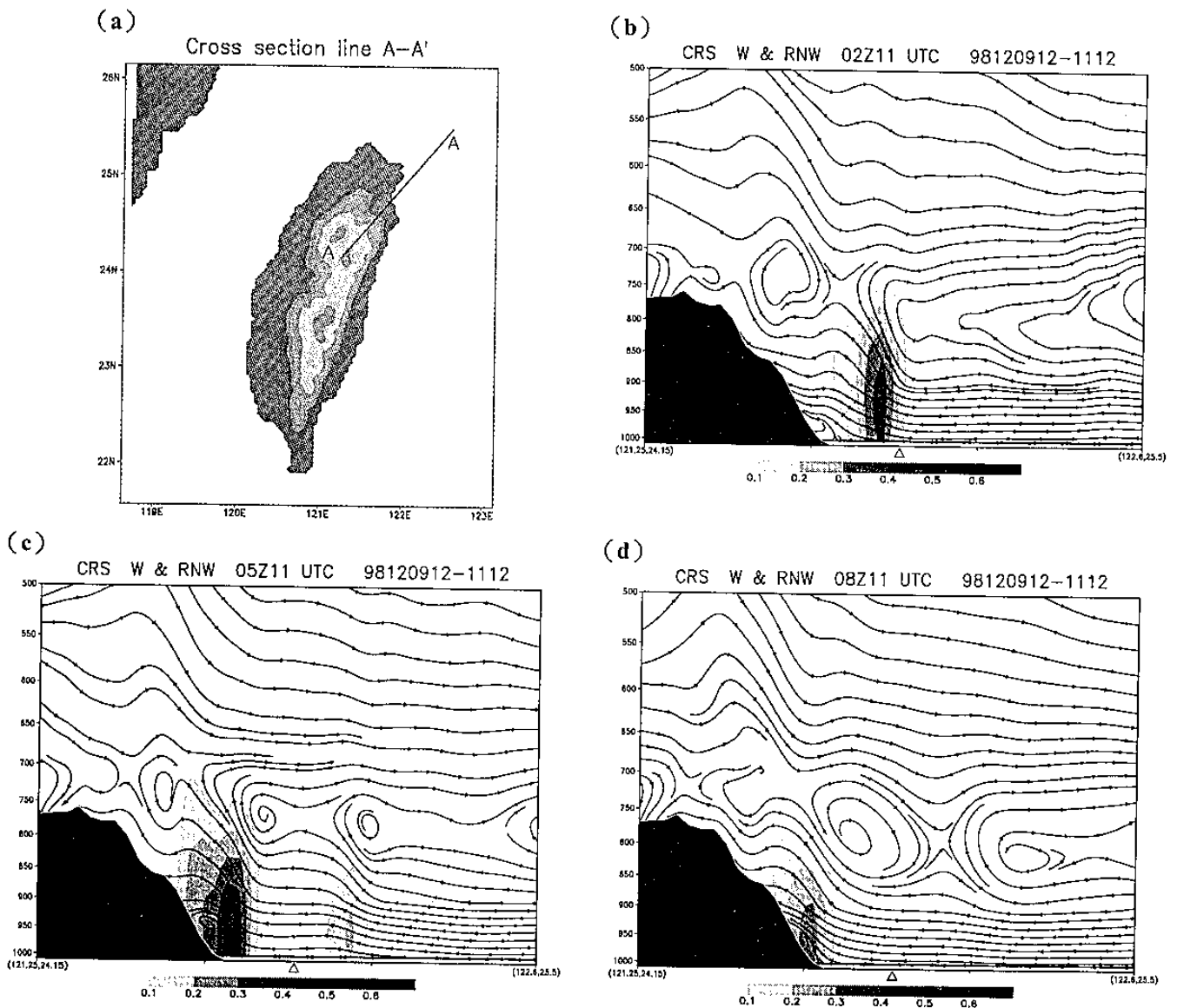


圖 4：垂直剖面圖。(a) 垂直剖面位置，即 AA 線段；(b) 98/12/11 02z 剖面圖，陰影區域為可降水量分布 (g/kg)，線條為流線場，深黑色區域為地形，空心三角形為海陸交界；(c) 同 (b)，但時間為 98/12/11 05z；(d) 同 (b)，但時間為 98/12/11 08z。

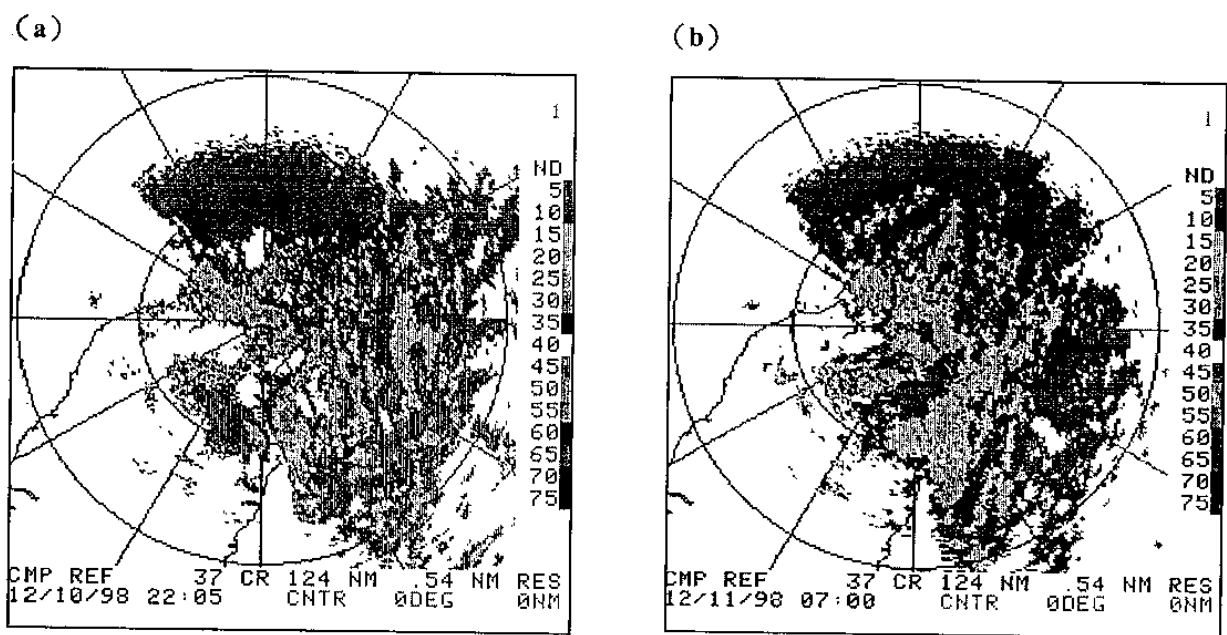


圖 5：五分山都卜勒雷達合成回波圖，(a) 1022z；(b) 1107z。