

氣象防災與教育宣導之策略

林銘作

財團法人國際海洋大氣研發基金會

摘要

依據 89 年 7 月 19 日總統公布訂定之災害防救法第二條將氣象直接災害定義為風災、水災、旱災、寒害及氣象間接災害土石流災害等五類，但對一個從事氣象應用工作多年者的經驗，認為這五類較顯著的氣象災害防救對人民生命財產之保障及生活品質之提昇似嫌不足。因此，進一步將氣象災害防救分類詳細才能契合民生之需求並提供政府施政參考及人民日常生活謹慎面對這些氣象災害進而採取最有效的因應措施。

氣象直接災害有風災、水災、乾旱、寒害、劇烈天氣引起龍捲風、低空風切造成飛機重落地或在起降時墜毀、跑道強大側風將起降跑道的快速飛機吹離跑道、機場大霧及豪大雨影響飛機起降、空中亂流輕者旅客不適重者造成飛機解體、空中過冷水造成飛機結冰失事、海上大霧能見度差造成船隻碰撞、海上雷雨下衝爆潮（downburst）及風變線打翻小船、強風巨浪減弱船舶穩定度造成小船翻覆或船體結構的強度及慢速船舶舵效差時操縱困難甚至將之打橫翻覆、遠處颱風熱帶氣旋造成的長浪使大船船中折斷（中垂與中拱）或貨櫃落海、大霧及強風豪大雨影響高速公路行車安全、強大側風將高鐵上之高速火車吹離鐵軌；氣象間接災害有地形造成的焚風破壞農作物及引燃火災或森林火災、乾旱易引起火災、雷電引起森林大火、強風巨浪引起海岸災害；氣象引起作物病蟲害等。既然明白氣象之直接或間接災害之種類及原因，其防患之策略可因其為人力能克服者則研發克天致勝之法，人類無力可回天應避之者則研究趨吉避凶之韜略用以減低災害所造成之損失。勿可置疑全民防災之效果遠大於僅少數具備防災知識及技術人員之努力及貢獻。為收全民皆能防災之至大功效，則如何做好防災教育宣導之策略就更加重要。以此本文亦將探討。

關鍵字：雷雨下衝爆潮（downburst）、飛機重落地、風變線、長浪、中垂與中拱、側風、船舶穩定度

一、前言

依據災害防救法規定的五種天然災害（風災、水災、乾旱、寒害、土石流）均受氣象之直接或間接影響，其受災範圍大且災情嚴重，對人民生命財產及國計民生戕害鉅深且長遠。以此，非傾全國力量從事防災救災及復建則難發揮功效，有時還得藉助國際力量始有效救災與災後重建。當今前揭五種法定中之風災及水災其防救策略在我國尚稱完備。若需補強者就是正在搶救災進行的最需要的氣象趨勢預報，這類預報資訊能夠提供中央災害防救中心長官決策依據及各種救災人力與物力之調度；同時提供在災害現場之應變措施的參考。至於目前我國旱災之防救，還有很多策略可參酌採用。特別是處在科技突飛猛進時代裡，各種造水的技術日新月異，水產品的價格亦隨之日日滯跌，以此防救旱災的策略不可一成不變。另有關農作物的防範寒害之策略，除傳統對果樹造防風林、作物做防霜牆外，現代科技如花室建造、地熱開發業已廣泛採用來防範寒害。由氣象豪大雨間接引起的土石流之防範，目前最大著力處仍放在預警系統之建置。其實土石流如無豪大雨時也會有山崩石落（landslip or landslide）之虞，所以這些土石流之潛在危險區乃值得事先探尋加以防治，才能避免往後每遇豪大雨時就醞釀成吞噬山村破壞建設毀損自然景觀的毒蛇猛獸。

除上述五項由氣象直接及間接造成之法定天然災害由中央災害防救中心負責防救外，其餘由氣象直接及間接造成之災害均由受災者自行防救。本文重點除補強五大類法定天然災害已有之防救方法外，將加強前揭五大類法定天然災害除外的氣象災害防救策略及教育宣導策略。

二、五大類法定氣象直接及間接災害防救現有方法之檢討

首先就風災、水災現有防救方法提出檢討。台灣的地理位置副熱帶除多颱風帶來風災豪大雨外，梅雨季強盛的西南氣流照樣可帶來水災。每當中央氣象局發布陸上颱風警報時，全國從中央政府致鄉鎮公所就成立防救災中心，全國動員準備防救災，當然可將災害減低。這種陸地上緊急應變措施可稱完備，惟在海上船隻特別是漁船因其本身通訊設備不足不易掌握颱風資訊非常容易發生海難，就算是發生海南也不能有效向行政院海難搜救指揮中心求救。通常這時因海況太差及搶救設備不足，每年均有不少漁民葬身海底，這是我國風災防救的一大漏洞。至於水災之防救也僅將全國力量集中在陸上颱風警報時，常有忽略梅雨季強盛的西南氣流帶來水

災，而未做全國性防救災動員，尚有檢討的餘地。特別應自行小心豪大雨或午後大雷雨帶來的山洪爆發之災害，如發現溪水突然混濁有大量枯葉及小枯枝流下時，係為山洪爆發之前兆，應立即遠離河域以維安全。

旱災防救現行辦法做一個約略描述。依據災害防救法，當旱災發生時比照風災水災發生時行政院成立中央旱災防救中心啟動全國性防救旱災機制。例如 91 年的春旱，為了對抗旱災，行政院於 91 年 5 月 1 日宣布成立中央旱災應變中心，要求各縣市成立旱災災害應變小組，回報各地旱災狀況；台灣省自來水公司在 6 月 2 日的因應枯旱用水供需對策會議中建議，立即在全台直接實施第二階段夜間減壓限水，而台北縣部分地區及桃、竹、苗缺水較嚴重區域，直接跳到第三階段的分區輪流供水，同時徵調民間水井提前因應。旱災應變中心要求各縣市應成立旱災災害應變小組，中央根據各地旱災現況，統一指揮調度用水，避免目前各縣市政府各自為政，可能造成不公平分配狀況。經濟部水利署也表示，假如未來限水措施必須擴大，將會考慮擴大農田休耕面積。自來水公司表示，全台實施夜間減壓供水，對民眾並無太大的影響，但每天可節省五％至十％的用水，若等到無水之時再實施全台性的限水，可能為時已晚，且衝擊較大。以上抗旱之措施確實僅為緊急應變方法，如果能體認二十一世紀最大危機是水資源危機，因應旱災之道，必須在開源與節流方法之研發投下大量人力物力。

至於寒害之防救，因台灣地處副熱帶難得有嚴重的寒害出現需行政院成立中央寒害緊急應變中心來處理寒害。一般台灣省冬季及早春受大陸冷氣團之影響，常常導致季節風與寒流的侵襲，造成氣溫瞬間降至 10°C 或 5°C 以下，使得蔬菜寒害的發生。

在學理上，寒害 (Chilling injury) 的定義，係指一定的低溫 (一般約在 0-15°C 之間) 對植物造成傷害稱之。為避免冬季蔬菜寒害的發生，造成農民嚴重的損失，建議可以採用下列措施予以預防，如選擇適當的蔬菜種類、品種，種植田區之選擇，適當的灌溉，覆蓋物的利用，設施的應用，注意寒流動態，以及作物冷馴化等措施或方法，以減輕天然災害一寒害對農作物的傷害。每當寒流來襲的期間一般河理魚群會游往水底深處而飼養在漁塢的魚則會躲在底床避寒。惟寒流持續發威水溫低於 10°C 以下躲在底床避寒魚蝦依樣會凍死。目前養殖業較常見的防凍方法設保溫棚及加熱系統二種。尚未見引用地熱太陽能，這是給未來研究禦寒者留下一個很大的空間。

台灣位於歐亞板塊和菲律賓板塊之交界，由於板塊之互相擠壓作用，使得台灣地盤之上升速度很快，由於地形上升快，溪谷下切之速度也變得很快，坡度就變得很陡，另因其自然環境是多崇山峻嶺與丘陵陡地，也多豪雨與地震，因此山崩與土石流也是台灣常見的自然現象。由於人口快速增加，經濟蓬勃發展，在平原面積不足的情況下，山坡地開發

成為必然的趨勢。然而由於對山崩與土石流的認識不足，以致土地利用不當，發生重大的生命財產損失。台灣過去幾十年發生過死傷較嚴重之山崩以及其形成因素，希望粗略了解一下造成這些山崩的原因。(1) 草嶺山崩：台灣有記錄的最大山崩應該是雲林縣草嶺的山崩。草嶺之山崩不但規模大，且在同一地區重複發生。此地最早之山崩傳言是發生於民國前 50 年(1862 年)，是地震(1862 年 6 月 6 日)引起的；第二次大山崩是發生於民國 30 年 12 月 17 日，是由於嘉義大地震引起的；第三次大山崩發生於民國 31 年 8 月 10 日，是由於豪雨將上一年地震造成之鬆動土石推動下滑造成；第四次大山崩發生於民國 68 年 8 月 15 日，是由於豪雨造成；第五次大山崩是發生於前年(88 年 9 月 21 日)，是由大家所熟悉的 921 集集大地震造成。(2) 半屏山：民國 50 年 6 月 4 日，位於高雄市北部之半屏山發生山崩，這次山崩產生的主要原因是由於山腳下採礦引起。當山腳下之石灰岩被水泥公司逐漸採去做水泥原料之後，其底部之支撐漸漸減弱，終於無法負荷其上方之重量而下滑。(3) 中山高速公路八堵交流道工地山崩：民國 63 年 9 月 28 日，中山高速公路八堵交流道在豪雨後發生山崩，此地也是屬於順向坡，地層傾斜角約為 30 度，地層則為厚層砂岩夾薄層頁岩。造成這個山崩的原因和半屏山之例子很類似，是為建造公路將順向坡之坡腳挖掉後使得上方之岩層變成不穩定，在雨季時雨水下滲軟化頁岩地層加上地下水水壓使得砂岩沿著地層交界面下滑。(4) 林肯大郡民國 86 年 8 月 18 日，颱風造成台北縣汐止鎮林肯大郡社區後方山坡地滑動，並使擋土牆斷裂，和前面幾個順向坡滑動例子不同處是，此邊坡產生大規模破壞前已做了擋土牆及岩錨等保護工程，只是工程設計時少考慮到一些因素(例如雨水下滲所產生之地下水壓)，加上施工時又有偷工減料之嫌，因此不幸地在豪雨來臨時產生崩塌。(5) 九份二山：1999 年 921 集集大地震造成之第二大山崩是九份二山。九份二山也是一個順向坡，地層之傾斜角約為 20-30 度，坡面之平均傾斜角約為 23 度。由以上五個例子，可看到台灣死亡最慘重之山崩有幾個特性。(一) 是這些山崩之邊坡全都是順向坡。(二) 是同樣的現象會重複產生，探究其基本原因不外為豐富的堆積物、充份之水分及足夠的坡度等三項，歷史會重演的，往後在山坡地開發時應嚴加謹慎避開造成土石流的人為因素。

三、五大類法定氣象直接及間接災害防救現有方法之補強策略

風災的防救常被忽略焚風災害之防治。此風輕者毀損農作物重者引起森林大火，事關焚風預報仍闕如宜增補。在台灣的風災大都數由颱風引起少有龍捲風但仍不可忽略龍捲風之預報。至於颱風預報準確度雖稱尚可，惜乎再遠洋的颱風目前僅依賴氣

象雷達資料卻缺乏早期美國駐關島黑天鵝颱風偵察飛機直接飛進出颱風中心而缺乏颱風垂直結構資料。這些資訊對颱風未來強度的變化提供非常寶貴資訊，雖然陸基的新一代雷達具有部分上述偵察飛機的功能（風的結構，沒有氣壓、氣溫、露點），而且其涵蓋半徑亦僅為 464 公里這對遠洋颱風之偵測仍嫌不足。縱使我國曾嘗試使用吾人駕駛小飛機取代偵察飛機後來還是耐不了颱風的風切才宣告失敗。最近台大吳俊傑教授偶而僱用飛機從事颱風偵察，飛例行作業恐其資料雖寶貴但有個別化之疑，建議類似偵察工作能例行化及密集化。又台大海研所楊教授及中央氣象局分別在蘭嶼東方海面二百公里左右處佈置各一個資料浮標，建議未來能再往東延伸的海上多佈置多個資料浮標，廣收遠洋颱風海面上的海氣象資訊，俾提供更早的颱風資訊，當然台灣週遭海域有密集的氣象觀測船舶從事即時氣象資訊蒐集這對提昇颱風預報的準確度則更有助益。至於漁船通訊設備須加強，漁業電台在颱風來臨前不僅將颱風警報通告漁船最好能夠從事領航作為，通知漁民他們如何避開颱風帶來的大風大浪。

水災的防救常被忽略梅雨季節強盛西南氣流所帶來的豪大雨水災。就以 95 年 6 月初旬的梅雨豪大雨帶來南部水災對農作物毀損慘重決不在颱風豪大雨水災之下。後者有中央風災防救中心搶救，損失減少外復原也較快；後者乃是縣市政府自行負責防救災，常見農民自生自滅，那敢期盼政府協助搶救農作物及災後復原工作。建議將來在梅雨季節強盛西南氣流會所帶來的豪大雨水災時，中央政府仍應成立中央防救災中心，才能發揮水災的防救。另應投資在氣象雷達可降水量之精確預報的研究，才能發會防救功效。當然台灣週遭海域有密集的氣象觀測船舶從事即時氣象資訊蒐集這對提昇豪大雨預報的準確度則更有幫助。

旱災的防救常被忽略乾旱是未來二十一世紀人類將面臨的最大且致命的災難。肉食者僅求短近的政治利益或施政績效，不會用時間及金錢在防範長遠潛在危機的處理上。為防救旱災我國的水資源在開流方面還有很大空間，諸如海水淡化、深層海水過濾、豐沛雨水儲存。至於水資源的節流方面諸如農工業廢水再處理利用、家庭用水分道處理循環使用等，皆有待加強之處。

寒害的防救是五大法定天然災害中最常被忽略。因為我國地處副熱帶出現寒害機會不大外，又全台灣已經高度城市化及工業化，僅偏遠地區的農作物及養殖業會受害，因此較不易引起人們注意及關心。目前雖然很少有中央寒害防救中心成立的機會，但寒害每年還是多少貸給農漁民損失。建議農委會在中央氣象局發布寒潮爆發時，對有寒害可能發生的縣市，仍須要求各該縣市政府依照年度防救災計劃自行成立寒害防救中心辦理縣市農漁民寒還之搶救及復原工作。倘各該縣市政府需要中央協助時，農委會必須負責協辦。

目前對土石流災害之防救僅注重消極的警戒。例如水土保持局於 95 年 6 月上旬公布土石流警戒值增 2

個級距即原有累積雨量由 200 毫米、250 毫米、300 毫米、350 毫米四個級距增加 400 毫米、450 毫米二個級距，往後全台有高達八成約一百二十四各鄉鎮，累積雨量達 400 毫米才會發布土石流警戒。實際作業上累積雨量資訊取得後再發布警報供相關單位或人民採取應變措施的時間是否足夠釋一大問題，倒不如加強準確的總雨量預報來得更多逃命黃金時間是比較實用的作法。分析土石流的原因，雨水僅減低覆土或鬆動的土石之摩差力並加重覆土或鬆動的土石重力使其大於摩差力而下滑。追根究柢倘無覆土或鬆動的土石，再大的雨水也不會產生土石流。當然自然戒的風化作用及地震造成的覆土或鬆動的土石，應用人工植被獲各類擋土牆固定它，甚至剷除移走。惟針對人惟在山坡地製造覆土或鬆動的土石，必須使用法律來禁止。特別在主要交通幹線兩旁邊波之覆土或鬆動的土石，必須在豪雨來臨前應派專人巡察補強，避免發生土石流輕者阻斷重者成大交通事故，例如 95 年 6 月 9 日凌晨苗栗山線鐵道被土石流沖垮，有一烈自強號翻覆，所幸僅少數旅客受輕傷。

四、非法定氣象直接及間接災害防救現有方法之檢討

劇烈天氣引起龍捲風在台灣發生的機率不高範圍不大災情相對也不嚴重，以此常被忽略，甚至媒人從事相關方面的研究，不若在美國幾乎成為顯學。低空風切造成飛機在跑道上重落地或在起飛時墜毀，目前針對這類低空風切之偵測在中正及松山兩個機場均裝有警告系統，適時將資訊提供飛行員小心應變。跑道強大側風將起降跑道的快速飛機吹離跑道，目前遇到跑道側風大到各類機型限制值時則限制該類型飛機起降。機場大霧及豪大雨其能見度值因各機場設備不同影響飛機起降程度也不同，每當各該機場保道能見度低於限制起降值時，一般因應措施乃將此跑道關閉。空中亂流輕者旅客不適重者造成飛機解體，雖然雲中亂流由飛機上雷達偵測到而採取繞道避開，但晴空亂流則較難偵察不易避開。後者場由高空風切及逆溫層存在造成，因無水滴或雲滴等目標物供電磁波反射，是無法使用無線電波雷達偵測到，杜普勒雷達偵測到風切及光達可偵測到逆溫層，維二者可偵測距里皆不遠，因其常受阻於雲霧。空中過冷水遭遇高速的飛機很容易在機頭鼻、雙翼前端結冰使飛機在空中產生擾流失去平衡而墜機或在螺旋槳處結冰迫使螺旋槳減速甚至不轉動而造成飛機失事。噴射機在機頭鼻處裝置除冰罩，螺旋槳飛機只有避開結冰區一途。這種過冷水經常存在強對流雲中，少數也會出現在溫度突然降低於 0°C 的層雲中。以目前台灣現有的觀測設施絕難偵測到過冷水。

海上大霧能見度差造成船隻碰撞時有所聞，縱使船上安裝雷達也難以避免，特別在繁忙的港口裏當值的影響不容忽略。海上雷雨下衝爆潮 (downburst) 及風變線時常帶來大浪打翻小船。強風巨浪減弱船舶穩

定度也容易造成貨物移動或自由液面之產生，使穩定度更爲惡化，增加船隻翻覆機率，花蓮一號一般相信強烈東北季風帶來巨浪將船艙裡的砂石搖晃使船隻失去穩定重心而沉沒海底；當然這種巨浪是可以降低船體結構的強度使之解體；或者造成慢速船舶舵效差時的操縱困難甚至將之打橫翻覆。每當遠處颱風或熱帶氣旋產生的長浪能使大船的船中折斷（中垂與中拱）或貨櫃落海。

大霧及豪大雨造成低能見度影響高速公路行車安全，強側風亦能使快速車輛操運困難，應變之道除在道路旁裝置能見度儀及測風儀，適時提供用路人減速慢行。

強大側風將高鐵上之高速火車吹離鐵軌，例 95 年 4 月 24 日暴風雪中日本一列 JR 特快車在時速 100 公里的高速中在山形縣被強風吹出軌，六節車箱中有二節脫軌，三節撞上民宅造成四人死亡。日本新幹線的因應措施，規定最大之陣風超過每秒 25 公尺，列車必須放慢到時速 120 公里，如果最大之陣風超過每秒 30 公尺，列車必須停駛。至於我國的行車規範，將由台灣高鐵公司負責訂定。

氣象間接災害有地形造成的焚風破壞農作物及引燃火災或森林火災。乾旱易引起火災，這是季節性的乾旱，所謂天乾地燥謹慎火燭是也。雷電常引起森林大火，相關單位不得不注意。

強風巨浪引起海岸災害，主要災害爲暴潮摧毀海岸及溢淹海堤造成沿海地區水災。我國有關海岸禦潮防災是水利署負責辦理。目前該署的施政目標之一，爲執行「防災國家型科技計畫」中的重要工作「沿海地區暴潮之淹水潛勢分析」，本計畫目標係建立一套海岸災害決策系統，作爲水利署從事海岸災害預警、救災搶險的決策參考。至於沙灘的縮小及海岸被颱風侵蝕後退是另一類的海岸災害，不容被忽視。

氣象的氣溫、最高氣溫、最低氣溫、降水量、降水日數、日照時數對作物的赤霉病、紋枯病、白粉病、菌核病等病蟲害發生均有影響。

五、非法定氣象直接及間接災害防救現有方法之補強策略

航空氣象方面首重晴空亂留級飛機結冰之補強策略。晴空亂流不論由風切或逆溫層造成的，其偵測僅能藉助於杜普勒雷達或光達。至於過冷水亦僅有依賴雙偏極化雷達（Dual-polarization Radar）才能偵測到，所幸現代化噴射機均裝有除冰設備因以失事機會太小。不過在前揭最新雷達設備未裝置前，氣象人員應特別注意飛機報告及參考外國氣象預報，適時提出顯著危害天氣預報。

航海界以現代化的貨櫃輪之設備、人員素質大概只有颱風會威脅他們的航安，特別是國內有幾家大航運公司均已向國外大氣象公司購買航海氣象資訊自行提昇航安外還利用氣象航海術節省運輸成

本。不過我們呼籲他們能夠做一點公益，在台灣經濟海域上仍能遵守我國氣象法規定或 SOLAS 規定向我國海岸電台提供海上氣象觀測資料。最好能熱心公益自動參加 WMO 的 VOS 計畫，除利己利人外，讓台灣能夠走出去。海巡署船隻基於安全及漁船基於商業機密的考量，不便提供即時氣象資訊，但事後應可向中央氣象局彙送氣象資料裨益氣象科技之研究。其餘船隻我們懇求基於利己利人並兼公益的善事，能夠從事海氣象觀測即時提供所蒐集之資訊。以此，台灣島上及週遭海域構成綿密的觀測網，這對危害我們的中尺度劇烈天氣預報助益頗巨。當然針對這類中尺度劇烈天氣的預報如果能輔以一天二十四小時均有預報員守視它們，適時提出警報，必然可提升預報準確度。

六、氣象直接及間接災害防救現有教育宣導之檢討及補強策略

目前氣象災害防救宣導僅由中央氣象局每年辦理幾場座談會，這是不夠深入及普及的。縱使依據災害防救法之規定，相關單位在颱風季節來臨前會進行宣導防颱。惟仍有勸者諄諄，民眾藐藐之憾。

以上均是消極作爲，應該比照環保宣導作法，從小學至大學將法定氣象直接及間接災害防救方法均列入教導課程。至於非法定氣象直接及間接災害防救方法才委由各相關社團針對各專業性的單位及人民團體從事教育宣導。以此，始可收補強功效。

七、結論

沒有氣象人類就無法存活。氣象對人類的正面意義是提供人類的生命，負面意義是帶來災害毀滅人類的生命。人類對它的消極作爲乃預報準確裨益趨吉避凶，積極作爲乃善加利用它如風車推磨、抽水、發電及太陽能發電、曝曬；風帆、波浪航行術等。

不論氣象災害防救或氣象利用均賴人民的重視及準確的氣象預報，才能收事半功倍之宏效。前者在我國著實令人堪虞，補救之道乃得從學校教育做起；至於後者在我國雖尚稱合人意，但欲達成高度的準確氣象預報除須具備優秀的從業人員外，充分又精準的氣象資料是不可或缺的。目前我國確實已擁有優秀的從業人員，維欲蒐集精準的氣象資料仍須依靠良好的觀測儀器，就此應將現有氣象雷達升級至雙偏極化雷達（Dual-polarization Radar）；另欲蒐集充分的資料須依賴密集的氣象觀測站。截至目前，台灣島上的氣象站、自動氣象站、自動雨量站之密度當下可稱首屈一指，當然島上的氣象資料算得上充足，但台島四周的海上氣象資料確實不足。倘能增設氣象資料浮標觀測站及推動並組織我國氣象觀測船隊，進而積極參與 VOS 活動計畫，如

此我國商船自然能符合 SOLAS 的規定外亦能讓台灣輕輕鬆鬆地走出去，同時前述台灣四周海域缺乏氣象資料之窘境必能迎刃而解。這是多方面均贏的策略，有何疑懼不行之理？

八、參考文獻

1. 林銘作、劉榮座，1977，“低空風切對飛航安全之影響”，交通建設，26；1期，56-59，台北
2. 林銘作，1979，“民國六十八年三月二十二日台灣颶線個案研究”，氣象預報與分析，80期，6-9，
3. 陳泰然，1980，“晴空亂流之診斷分析與研究”，大氣亂流與飛航安全研討會論文集編，317-342，台北
4. 陳泰然、林銘作、李金萬，1980，“東亞 A-1 航路晴空亂流及雲中亂流之研究”，大氣亂流與飛航安全研討會論文集編，411-441，台北
5. 劉昭民、柴客麟、林銘作，1993，“春季急行冷鋒結構之分析”，八十二年天氣分析與預報研討會論文集編
6. 林民生、李汴軍、張文亮，2001，“從氣象、海洋、水文觀點潭水資源”，財團法人國際海洋大氣研發基金會編撰
7. 兩岸海運即時航行安全資訊服務系統之建立 (1/2)、(2/2)
8. 海氣象觀測站之評估及擴建 (1/3)
9. 岸颶風溢淹災害潛勢及風險評估 (1/3)
10. 台灣海岸災害防治技術之研究 (1/2)
11. 高萃，2005，“氣象型病蟲害預報系統”，財團法人國際海洋大氣研發基金會與江蘇省氣象學會 2005 年「兩岸氣象科技運用」研討會暨「天然災害之預測與防範」座談會論文集編