農業氣象災害之因應策略

楊純明*

行政院農委會農業試驗所作物組

摘要

去(2009)年的莫拉克颱風襲臺伴隨前所未見的超級豪大雨量，給臺灣中南部與東南部地區“製造”了空前的八八水災，更形成河山變色的世紀大災難，卻也因此喚起了舉國對於氣候變遷及氣象災害的強烈關注。事實上由於特殊的地理位置及地形條件，臺灣之氣象變化原本就十分複雜，氣象災害種類亦多而發生頻繁，經常造成民眾生命財產之重大損失，也給產業帶來嚴重災情。又綜合科學數據及近百年來的災變天氣頻率、分佈與強度，概顯示全球氣候有快速變遷的趨勢，使得包括臺灣在內的世界各地之極端天氣事件頻頻發生。預料臺灣未來之災變天氣可能將會逐年增加，無論政府部門或社會大眾都應當正視此一問題，積極地從各個影響層面深入探討並謀求因應對策，以確保糧食安全和國家長治久安。對農業而言，欲針對災損研擬防災與救災策略，首先必須充分瞭解發生於臺灣之各種農業氣象災害，才能匯集應變資源和人力成立防救體系予以有效因應。本文建議政府在規劃農業氣象災害的防救策略時，除了循常之一般農業氣象災害，亦必須考量極端天氣可能引起重大災害之防災、救災與復建，設置「常設小組」以統一事權和作業體系。該小組平時可專責規劃科技研發方向、演練各種可能防救狀況及制定相關法令規章，遇事則立即運作迅速進行防救工作。本文所研擬之「農業氣象災害之因應策略」架構涵蓋了六個細部策略，或謂六大主軸，希望經由資源運用、方法設計和主導行動來完成細部(主軸)目標，再進階達到通盤(政策性)目標。惟本文雖摘點出農業氣象災害因應策略的架構與涵蓋內容，仍屬於紙上談兵，因為無論政策面、法令面或科技面的切入，都需要政府公權力的積極角色推動才能克盡其功。(本文部分內容已發表於本(2010)年 3 月 29 日於國立中興大學舉行之「因應氣候變遷農業調適策略座談會」)

關鍵詞：農業氣象災害、氣候變遷、因應策略、因應氣候變遷農業調適策略座談會。

* 通信作者, cmyang@ tari.gov.tw

作物、環境與生物資訊 7:63-71 (2010)

Crop, Environment & Bioinformatics7:63-71 (2010)

189 Chung-Cheng Rd., Wufeng, Taichung Hsien 41362, Taiwan ROC

The Responsive Strategies to Agricultural Meteorological Disasters

Chwen-Ming Yang*

Crop Science Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung Hsien 41362, Taiwan ROC

ABSTRACT

Typhoon Morakot, formed on August 2, 2009 as an unnamed tropical depression, upgraded to a tropical storm on August 3 and developed to a typhoon by August 5, has been the deadliest typhoon to impact Taiwan in recorded history. The storm attained its peak intensity with winds of 150-155 km h^{-1} early on August 7, equivalent to a Category 2 hurricane on the Saffir–Simpson Hurricane Scale, and emerged back over water into the Taiwan Strait 24 h later after making landfall in central and southern Taiwan. The typhoon produced extreme amount of rain triggered enormous mudslides and hillslides and severe flooding throughout central and southern Taiwan that wrought catastrophic damage in this island.

In the wake of the typhoon, people live in Taiwan are aware of the potential threats of meteorological disasters and extreme weather events caused by climate change and global warming phenomenon. The aims of this paper are trying to, but not exhaustive to, formulate the scheme of the responsive strategies to agricultural meteorological disasters as well as to make suggestions to the contents should be included in the context. (Parts of this paper have been presented in the Forum for Responsive Adaptation Strategies in Agriculture to Climate Change held in National Chung-Hsing University on March 29, 2010.)

Key words: Agricultural meteorological disasters, Responsive strategy, Forum for responsive adaptation strategies in agriculture to climate change.

前言

去(2009)年 8 月 5-10 日莫拉克颱風侵襲臺灣，在強風之外亦伴隨前所未見的超級豪大雨量，在短期間內累計超過 3,000 毫米之降雨(最高峰在阿里山測站 2,777 mm，大於 1996 年賀伯颱風之 1,736 mm)，給臺灣中南部與東南部地區“製造”了空前的八八水災。此一極端天氣事件(extreme weather event)形成了河山變色的世紀大災難，並造成非常嚴重的災情損失(千億元以上)，農業總體災損亦近於 164.7 億元(Table 1)，尤有甚者其對水、土、林的破壞更可能將禍延子孫後代。所幸，卻也因此喚起了舉國對於氣候變遷及氣象災害的強烈關注，亦再次印證絕大多數國人的愛鄉愛家情懷和豐沛的同胞愛。

事實上由於特殊的地理位置及地形條件，臺灣之氣象變化原本就十分複雜，氣象災害種類亦多而發生頻繁。在循常平年，諸如颱風、豪雨、寒害、冰雹、乾旱等災害性的天氣現象，已經常造成民眾生命財產之重大損失，也給產業帶來嚴重災情(Yang 1995, Chen 2000, COA 2008)。又綜合科學數據及近百年來的災變天氣頻率、分佈與強度，概顯示全球氣候有快速變遷的趨勢，使得包括臺灣在內的世界各地之極端天氣事件均頻頻發生(IPCC 2007, DFDN 2010)。1998 年「聯合國氣候變化綱要公約」已指出氣候變遷係影響糧食安全的主要因素之一，全球的暖化趨勢加快了氣候變遷腳步，相對的氣候變遷也促使全球溫暖化趨勢更形明顯，其最終及最差的負面結果可能將造成全球性的饑荒，各國都應該依照本身狀況及早因應。

Table 1. The estimated economic loss of agricultural produces and facilities caused by typhoon 'Morakot' occurred in Taiwan during the period from the 5th to the 10th of August in 2009 (921 Earthquake Relief Foundation 2010).

Disaster category	Estimated loss (NTD)	Percentage (%)
Sum of produces loss	10,830,618,000	65.77
(Crops)	(4,932,034,000)	(29.95)
(Fishery)	(4,173,795,000)	(25.34)
(Livestock)	(1,487,300,000)	(9.03)
(Forestry)	(237,489,000)	(1.44)
Field loss	4,774,870,000	28.99
Fishery facilities loss	488,123,000	2.96
Agricultural facilities loss	244,856,000	1.49
Livestock facilities loss	130,165,000	0.79
Total	16,468,632,000	100.00

Table 2. The estimated economic loss from agricultural disasters in Taiwan in 2008 (source: COA 2008).

Disaster category	Estimated loss (NTD)	Percentage (%)
Sum of produces loss	13,419,717,000	70.18
(Crops)	(12,559,055,000)	(65.68)
(Fishery)	(117,984,000)	(0.62)
(Livestock)	(719,862,000)	(3.76)
(Forestry)	(22,816,000)	(0.12)
Field loss	160,228,000	0.84
Fishery facilities loss	105,266,000	0.55
Forestry facilities loss	509,124,000	2.66
Soil and water conservation facilities loss	4,146,950,000	21.69
Field irrigation facilities loss	780,462,000	4.08
Total	19,121,747,000	100.00

Table 3. The estimated economic loss from agricultural disasters occurred in Taiwan during the period of 1990-2008 (source: COA 2008).

Disaster category	Estimated loss(NTD)	Percentage (%)
Sum of produces loss	181,060,124,000	74.58
(Crops)	(134,695,987,000)	(55.48)
(Fishery)	(29,246,844,000)	(12.05)
(Livestock)	(13,679,972,000)	(5.63)
(Forestry)	(3,437,364,000)	(1.42)
Field loss	14,588,082,000	6.01
Fishery facilities loss	3,819,028,000	1.57
Forestry facilities loss	6,827,037,000	2.81
Soil and water conservation facilities loss	32,909,226,000	13.56
Field irrigation facilities loss	3,578,349,000	1.47
Total	242,781,846,000	100.00

綜觀世界各地和國內之經濟與文明發展方向，臺灣未來之災變天氣預料將無可倖免地逐年增加。無論政府部門或社會大眾都應當正視此一問題，積極地從各個影響層面深入探討並謀求因應對策，以確保糧食安全和國家長治久安。對農業而言，欲針對災損研擬防災與救災策略，首先必須充分瞭解發生於臺灣之各種農業氣象災害，以及各產業或產物遭受之災損，才能匯集應變資源和人力成立防救體系予以有效因應。從農業生產結構開始，以至於災害的類別、農業氣象災害損失所占比例及各種農業氣象災害損失金額的高低，各種分析資料都應當完全掌握，方能依照問題源頭和緩急輕重排列出優先處理次序。

廣義之農業涵蓋了農、林、漁、牧四個產業，行政院農業委員會也將臺灣之農業生產結構區分為農、林、漁、牧四大類(Fig. 1)，在 2008 年出版之「農業統計年報」各產業產值分別約 1,791.1 億元、4.5 億元、918.4 億元及 1,461.0 億元，比例則分占 42.90、0.11、22.00 及 34.99% (COA 2008)。其中，產值最高之農產業(指農作物)又區分為七大農產品，產值比例依序為果品(38.05%)、蔬菜(27.09%)、稻米(穀)(17.51%)、花卉(6.61%)、特作(4.63%)、雜糧(4.08%)、菇類(2.04%)等(Fig. 2)，除了菇類及部分花卉以設施栽培為主之外，絕大比例(超過 92%)以露地栽培。由此可知，臺灣之農業生產，乃至於農產品生產，皆暴露於高環境風險而極易受到天然災害之衝擊。以

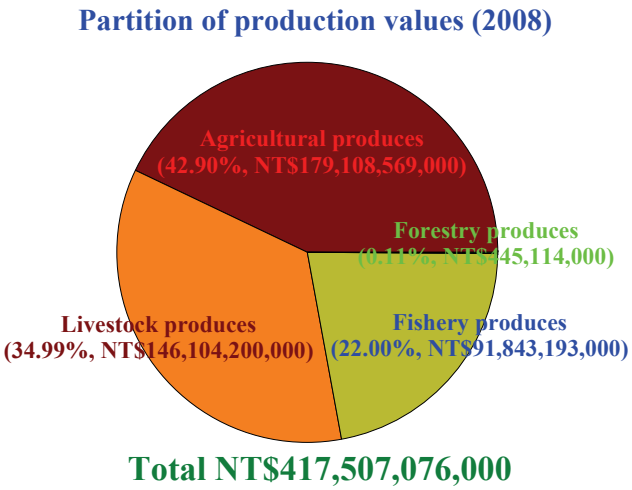


Fig. 1. The partition of production values in sectors of agriculture, forestry, fishery, and livestock in Taiwan in 2008 (source: COA 2008).

2008 年為例，農林漁牧業產物加上相關設備(施)之災害估計損失約 191.2 億元(Table 2)，占當年農業生產總值 4,175.0 億之 4%，驗證了災害對農林漁牧產業的鉅大影響及可能造成的鉅額經濟損失，確實值得國人警覺與重視。

臺灣之農業氣象災害類別及災情估計損失

進一步分析前臺灣省政府農林廳出版之「臺灣農業年報」(DAF 1946-1994)資料，自 1945 年至 1993 年之農業災害估計損失約 902.0 億元(均以當時幣值估算)，而農業氣象災損高達 877.2 億元，比例超過 97% (87,718,959,000 元 / 90,203,180,000 元 = 0.9725) (Yang 1995)。換言之，農業氣象災害係臺灣農業災害的最主要根源。以當時統計之農作物，在這 49 年期間遭致之農業氣象災害估計損失累加值約 877.2 億元(平均每年 17.9 億元)，尤以颱風危害最劇烈約有 532.6 億元(60.72%)，其次依序為水災(豪雨)約 190.6 億元(21.73%)、乾旱約 46.4 億元(5.29%)、低溫(寒流加上冰雹)約 19.5 億元(2.23%)、風害(強風、龍捲風加上焚風)約 6.1 億元，其他種類合計則約 82.0 億元(9.34%)(Yang 1995)。值得注意的是此一期間的災變天氣發生比例，亦以颱風最高(97.67%)，居次為水災(93.88%)及乾旱(67.35%)。簡單的說，49 年中分別有颱風災損 48 年、水災災損 46 年、乾旱災損 33 年，發生頻率相當之高。

行政院農業委員會於 1999 年接辦「農業統計年報」發行業務後，將原本僅有農作物被害狀況之數據，擴增為農作物、畜產、漁產及林產等四類之產物損失，並添加農田、漁業設施、林業設備及水土保持等四項硬體估計損失，2006 年起再增加農田水利設施損失一項。以前述 2008 年統計資料而言(Table 2)，農林漁牧業產物損失約為 134.2 億元(70.18%)、農田損失約 1.6 億元(0.84%)、漁業設施損失約 1.1 億元(0.55%)、林業設備損失約 5.1 億元(2.66%)、水土保持損失約 41.5 億元(21.69%)、農田水利設施損失約 7.8 億元(4.08%)，合計達 191.2 億元(COA 2008)。年報中繼而分析農林漁牧業產物個別損失內容，農作物災損約 125.6 億元最高(65.68%)，其次分別為漁產 7.2 億元(3.76%)、畜產 1.2 億元(0.62%)、林產 0.2 億元(0.12%)。若將農

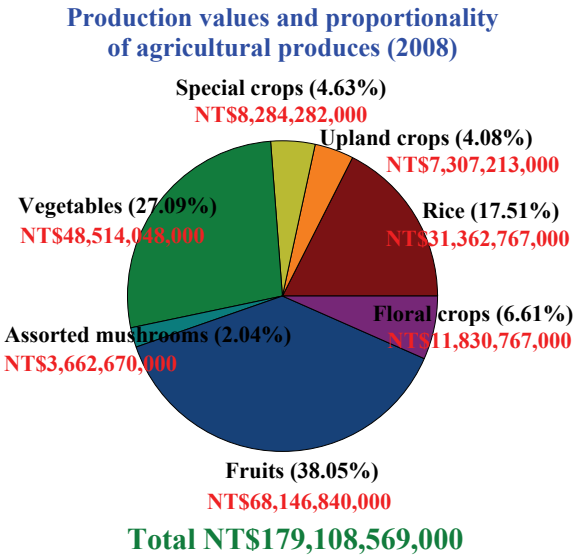


Fig. 2. Production values and proportionality of agricultural produces in Taiwan in 2008 (source: COA 2008).

業災害估計損失往前推 19 年(1990-2008 年)，災損總金額放大至 2,427.8 億元(Table 3)，平均每年損失亦達 127.8 億元(COA 2008)。顯見這些天然災害造成國家龐大經濟耗損，倘若再加上人命、體傷和財損等社會成本，數字將會更為驚人。

在 1991-2008 年這段 19 年期間，農林漁牧業產物損失占農業災害損失的最大宗(74.58%)約 1,810.6 億元。而在「農業統計年報」分類的颱風、豪雨、寒害、冰雹、地震及乾旱等六大類農業災害類別當中(Fig. 3)，扣除地震之外的農業氣象災害占 97.77%，類似於 1945-1993 年的 49 年統計比例(97.25%)(Yang 1995)，再次證明臺灣之農業氣象災害損失幾乎等同於全部農業災害估計損失。最近 19 年(1991-2008 年)之災害損失高低依序為颱風(73.25%)、豪雨(12.24%)、寒害(7.67%)、冰雹(3.88%)及乾旱(0.73%)，相較於 1945-1993 年期間，颱風(由 60.72%升至 73.25%)及低溫(由 2.26%升至 11.55%；寒流加上冰雹)災損比例為升高趨勢，豪雨(由 21.73%降至 12.24%)及乾旱(由 5.29%降至 0.73%)災損比例則呈現下降。這些災損之變化，究竟係反應農業氣象災害種類之發生頻率及強度的改變，或是整體防災救災功能的發揮，尚有待深入探究。然而，氣候變遷因素當在其中，若能依照個別地區的氣象災害演變交叉比對與分析，應當有助於釐清特定地區遭受特定氣象災害的脆弱度，以及氣候變遷影響，從而加強相關防災與救災策略。

由於近年來極端天氣事件發生頻率、分佈及強度不斷地升高，其所造成的嚴重災情更是觸目驚心令人扼腕，本文乃特別將 2009 年發生的莫拉克颱風八八水災災損資料整理於 Table 1。據報導該颱風於數天內(8 月 7-9 日)在特定地區內降下超過 2,500 mm 之雨量，六日累計降雨更是超過 3,000 mm，乃臺灣前所未見之極端天氣現象。僅此單一事件即帶來 164.7 億元之農業災害估計損失(921 Earthquake Relief Foundation 2010)，無論農林漁牧產物和各種農業設施，均有高昂災情損失統計。時至今日，受災地區仍持續進行災後重建與復建之中，政府也已快速(2009 年 8 月 20 日)通過災後重建條例，並且宣示在三年內投入一千億元經費來完成重建。本文據此建議政府在規劃農業氣象災害的防救

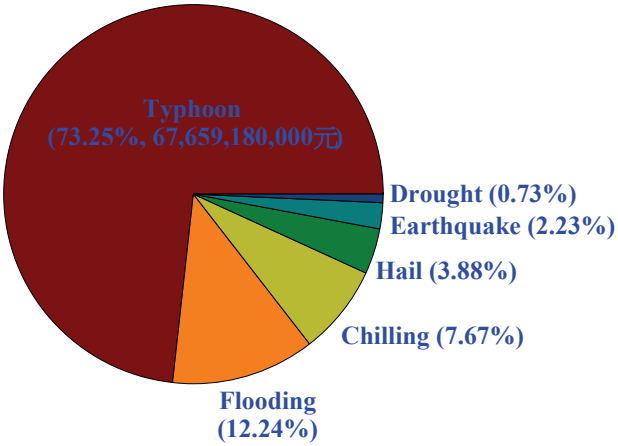


Fig. 3. The estimated economic losses in sectors of agriculture, forestry, fishery, and livestock caused by major disasters in Taiwan during the period of 1991-2008 (source: COA 2008).

策略時，除了循常之一般農業氣象災害外，亦必須另行考量極端天氣可能引起重大災害之防災與救災，設置「常設小組」以統一事權和體系。該小組平時可專責規劃科技研發方向、演練各種可能防救狀況及制定相關法令規章，遇事則立即運作迅速進行防救工作。

農業氣象災害之因應策略架構

對於環太平洋地區的國家而言，近年來因為氣候快速變遷所衍生的頻繁氣象災害，已為各國經建發展帶來不可忽視的負面效應(Yang 2009)。尤其以對糧食生產系統造成的損害，不僅使得農家(戶)的收入缺乏保障甚至於逐年降低，更因農業生產的不穩定而加深糧食安全危機，形成國家社會動盪的潛在威脅。因此，為避免氣象災害導致嚴重經濟損失，也為了國家的長治久安，建立糧食生產回穩機制即非常重要，特別是對於氣候變化相當敏感的農、林、漁、牧等產業，務必建立妥善的因應策略。對於因為極端天氣所引發的氣象災害情境，偏於'極端'的天氣現象很可能在短暫時間內即造成無可挽回的破壞力(如強風、暴雨、瞬間降溫、快速乾燥等物理性力量)，則應當另予特殊的因應策略。本文係針對循常之一般氣象災害研擬「農業氣象災害之因應策略」架構(Fig. 4)，並依此大膽提出個人淺見，期以拋磚引玉促成更多的相關研究與規劃，分從緩解(mitigation)與調適(adaptation)面向齊心協力組構完整拼圖。前者主要在於緩和與舒解氣象災害的負向衝擊，後者則偏重於順應氣象災害的發生而採行的調整與適應作法，惟兩者均應強調人、事、時、地、物的全方位配合以獲時效，而非計較於技術或政策上之差異。

雖然關於「策略」的定義有不同內容，基本上可將之視為藉由計畫及行動方案來達成目標的配套作法。本文所研擬之「農業氣象災害之因應策略」架構涵蓋了六個細部策略，或謂六大主軸，希望經由資源運用、方法設計和主導行動來完成細部(主軸)目標，再進階達到通盤(政策性)目標。然而，此一策略畢竟只代表所規劃重點主軸的擬定，以及相關特定手段的建議，難以包容萬端。其實際內容、行動方案與整合性計畫之搭配，仍需要仰賴農政部門的決定、決心和決策，組合實質工作團隊凝聚眾人力量來達成任務。如此，才能將此因應策略建構成一個完整而無縫接軌之配套系統，有中心主旨的本體及相互連結動作的肢體一起協同運作。本文謹以此架構拋出相關重點議題，仍盼望識者不吝分從各方提出卓見，提供農政單位參採彙整。中華經濟研究院另於 2008 年曾提出「臺

灣氣候變遷調適政策綱要架構與未來發展重點」(Chung-Hua Institution for Economic Research 2008)，將策略的研擬從「問題釐清」開始，接著為「確立目標」、「風險評估」、「列舉調適策略選項」、「評估選項」、「決策」及「執行」等步驟，以篩檢出發展重點。而該報告亦明白指出擬定調適政策的困難，分別在於未來氣候變遷情境與衝擊尚不明確，尚未建立社會經濟發展情境，以及尚需要建立可結合氣候變遷情境與社會經濟情境之調適策略評估方法。

本文將分項簡要敘述所指之因應策略於下列，依照六大細部策略(主軸)逐一說明，復以作者熟悉之農作物為解說對象，冀望有助於讀者明瞭其中理念及個別內涵，俾利於可實用策略之集思廣益持續地充實與修正。最終，再由農延廣至林、漁、牧等產業和產物，建構出完整農林漁牧之因應策略。這六大主軸分別為: (1)生物氣象，(2)氣象災害調查、預警與防護，(3)設施微氣象，(4)氣象資源規劃、利用與管理，(5)全球暖化/氣候變遷，以及(6)氣象災害風險評估與管理等。

1.生物氣象

欲瞭解氣象災害對於農作物的衝擊及影響，甚至於造成危害的因果，即必先瞭解農作物之「生物氣象」。因此，生物氣象之研究(專案探討)實為建立策略架構之第一步，而此一主軸的策略應當包含釐清氣象環境對於作物的影響機制，探究各種氣象逆境或災害的形成原因及影響層面，再利用諸如栽培技術、育種方法、管理措施及政策指導等建立各種行動方案來減輕氣象災害。

2.氣象災害調查、預警與防護

「農業統計年報」將農業氣象災害依照估計損失高低排列為颱風、豪雨、寒害、冰雹及乾旱等五大項(COA 2008)，然就氣象災害帶來之情境則可改為颱風、水分逆境/災害、低溫逆境/災害，病蟲草害、土壤肥力衰退、土壤侵蝕等多種類別。本項主軸之策略可區分災前及災後兩部分，當災害來襲前，即當啟動預警系統，進行各種可能預防與防護措施。而當災害過後，則應迅速進行災損調查資料收集，以利於後續之救災與復建等行動方案進行作業，同時啟動相關救助、救



Fig. 4. The scheme of responsive strategies to agricultural meteorological disasters.

濟與復建體系。這些預警與防護系統所需資訊，當然包括生物氣象研究的成果，以具有避免、降低或消除災害的功效。

3.設施微氣象

如果依照目前的狀況持續全球暖化趨勢及氣候變遷方向，露地栽培的風險必將逐年提高，因此設施栽培成為可行解決策略與方案之一，尤其是較高經濟價值作物。從田間的粗放簡易設施(如棚/網架、遮陰/雨架、軌道式塑膠布設施、簡易溫室等)至精密的智慧型自動化環控設施(如精密溫室、精密栽培室、植物工廠等)，都是可供考慮的選項，可因地、因時、因人制宜。惟在建構各種設施之前，設施的規劃、使用材質、架設地點與方式、設施微氣象的變化與調控、以及微氣象改變對栽培作物的影響等內容，甚至於經濟效益評估等，都必須充分瞭解。

4.氣象資源規劃、利用與管理

氣象環境涵蓋了光照、溫度、水分/水蒸氣、濕度、風速與風向等氣象因子交感的時空變化，氣象環境的長期規律性變化即成為氣象資源。臺灣各地區的氣象資源調查，必需藉由綿密的氣象觀測網經年累月的觀測與記錄，透過氣象資料庫的整理與分析，才能夠歸納出不同的氣象資源區，再加以因循「適地適時適作」原則選種最合適特定氣象資源的作物。很可惜的，目前在中央氣象局協助下歷經多年設置的『農業氣象觀測網』並未獲得充分的利用，也缺乏專人專業的妥善管理維護。氣象站的儀器設備多已老舊，卻缺乏足夠的經費可予適時的汰舊換新，連平時之維護保養均嫌不足。又各學術和研究單位應當重視此一觀測網合併中央氣象局所建立之氣象資料庫，善予氣象方面有關之應用。建議農政部門亦當編列專案經費妥適維護設置於各試驗改良場所之一級和二級農業氣象測站，支持研究計畫的執行，讓這些珍貴的氣象資料獲得良善的規劃、利用與管理。

5.全球暖化/氣候變遷之因應

早在 1998 年簽定之「聯合國氣候變化綱要公約」已明白指出氣候快速變遷的事實，近年來聯合國之跨政府間氣候變遷委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC)又明確報告全球暖化趨勢的存在(IPCC 2001a, 2001b, 2007)。由於全球暖化/氣候變遷已成為影響全球糧食安全的主要因素之一，政府和民眾都必須正視此一問題的嚴重性，並積極謀求因應對策。全球暖化/氣候變遷將衝擊天氣系統，不僅改變短期天氣的變化，也增強了長期氣候的變異，使得季節間與年度間呈現顯著差異而混沌不明。而極端天氣的頻繁發生，更是危機的製造者，針對全球暖化/氣候變遷因應策略已刻不容緩。在變化劇烈的氣象環境之下，農作物的生長發育無法平順調適，不易發揮應有的生產力。因此，關於暖化情境衝擊、氣候變遷方向與幅度、農業生產脆弱度、以及緩解與調適作法等研究應當加強，才能研擬對應策略而減少氣象災害。

6.氣象災害風險評估與管理

氣象災害對於國家糧食供需的影響，在直接的作物生產系統效應之外，衍生的產銷鏈流通、糧食價格變動及市場交易調節等問題亦需考量，同時災害的風險評估與管理也是重要議題。因此，從氣象災害的衝擊及影響分析開始，災害的風險評估與管理，以及災害救助(濟)與災害保險等，都是應當檢視甚至於規劃的關鍵環節。從更廣泛的觀點，農、林、漁、牧均屬於氣候敏感產業(climate-sensitive sectors)，也皆是糧食安全中的一環，凡起因於氣象災害或氣候變遷造成的威脅波動，均當審慎處理。有關單位應當就災害現況的衝擊及脆弱度進行風險評估，繼而由預測災害發展及未來情境進行風險模擬與分析，以獲得有效的控管策略。前述中華經濟研究院所提三項不確定因素，確實增加風險評估與管理的困難度。

結語

氣象災害/農業氣象災害產生了許多資

源(resources)、生態環境(ecology and environment)、生物多樣性(biodiversity)及經濟社會(socio-economic)等議題(issues)及待解決問題(consequences),亦帶給民眾生命財產、身體健康和生活空間廣泛而深遠的影響。由於世界各國仍將朝向工業化與都市化發展,全球暖化/氣候變遷的趨勢將難以避免,可預見天然災變(natural disasters)及極端天氣事件發生頻率將不斷地攀升。放眼未來人口增長而糧食供給短缺的可能性,氣象災害─氣候變遷─糧食安全將連結為密不可分的重大議題,關係著數以千百萬計民眾的饑餓風險。農政部門在此時勇於挺身呼應議題的重要與必要性,邀集各界探(研)討各種問題以謀求解決之道,確實係有效對應議題根源並引領國家長治久安的歷史性一步。本文摘點出農業氣象災害因應策略的架構與涵蓋內容,乃屬於紙上談兵,因為無論政策面、法令面或科技面的切入,都需要政府公權力的積極角色推動才能克盡其功。固然局勢險峻、挑戰橫梗,為了保障民眾的福祉和國內糧食安全,正確而該做的事仍當堅持力行。

本文另藉以呼籲,舉凡農業科技發達的國家均擁有蓬勃發展的農業氣象科學與事業,充分善用氣象資源於農業及其他產業之運轉與生產,也大力推動農業氣象學術與事業活動(Yang 2009)。國內的農業氣象科學偏屬弱勢領域,以至於農業生產一直未能充分利用氣象資訊與防災技術,如何能夠因應全球暖化/氣候變遷在農業各產業提出宏遠規劃與計畫,實在令人憂心。謹建議政府各有關部門成立由上而下的專案計畫,提供經費專供國內區域性及全臺性農業氣象議題研究計畫的優先執行,尤其應當邀集相關專長人員共同執行跨學門領域之整合型計畫,才能真正解決整合性氣象議題獲得實質成效。

引用文獻

921 Earthquake Relief Foundation (2010) The statistics of agricultural economic loss from 88 flooding. (in Chinese) Visit on 03/23/2010. http://www.taiwan921.lib.ntu.edu.tw/88pdf/A8801AG.html

Chen CK (2000) Meteorological disasters in Taiwan and the protection strategies. (in Chinese) **Environ. Edu. Quarter.** 41:38-48.

Chung-Hua Institution for Economic Research (2008) Adaptation policy framework for climate change and key points for future development for Taiwan. (in Chinese) China Technical Consultants Incorporation (CTCI) Foundation. Visit on 03/26/2010. http://www.ctci.org.tw/public/Attachment/ 8121173715501.pdf

COA (2000-2007) Agricultural Statistics Yearbook. (in Chinese) Council of Agriculture, Executive Yuan. Taiperi, Taiwan ROC.

COA (2008) Agricultural Statistics Yearbook. (in Chinese) Council of Agriculture, Executive Yuan. Taiperi, Taiwan ROC.

DAF (1946-1994) Taiwan Agricultural Yearbook. (in Chinese) Department of Agriculture and Forestry, Taiwan Provincial Government. Nantou Hsien, Taiwan ROC.

DFDN (2010) Development from Disasters Network, the Steering Group of DFDN. Visit on 03/29/2010. http://www.developmentfromdisasters.net/component/ption, com_frontpage/Itemid,66/

Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC (2001a) Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge, U.K. 881pp.

Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC (2001b) Climate change 2001: Synthesis Report. R. Watson and the Core Writing Team (Eds.) Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC (2007) Climate Change 2007 Synthesis Report: Summary for Policymakers. The Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. World Meteorology Organization. Geneva.

Yang CM (1995) Ago-climatic disasters from 1945 to 1993 in Taiwan and the Coupling Research Direction. (in Chinese with English abstract) **Chinese J. Agromet.** 2:331-35.

Yang CM (2009) Climate change and food security. **Crop Environ. Bioinfom.** 6:134-140.