

出國報告（出國類別：會議）

參加第二屆海峽兩岸校長農業論壇

出國報告

服務機關：國立屏東科技大學

姓名職稱：陳朝圳(行政副校長兼教務處教務長)

派赴國家：中國大陸

報告日期：101 年 10 月 01 日

出國期間：101 年 8 月 10 日至 8 月 14 日

摘要

隨著全球經濟快速成長，石油能源的大量消耗，傳統農業急需朝向高科技化、精緻化、休閒化及生質能源化等方向進行轉型。另一方面，全球人口的快速成長，造成糧食分配不均，而嚴峻氣候的變遷更導致生態環境被改變，以及農地的大量流失，這些皆為全球各個國家所必須面對的共同問題，本次論壇以大學改革與創新、氣候變化與農業生產、大學生培養與就業、生物科技與農業創新為主題，由山東農業大學主辦，邀請海峽兩岸與農業相關之大學校長，以論壇及參訪方式，共同針對兩岸高等農業教育及未來所面臨的全球溫室效應對農業的衝擊與因應，及生物科技對農業教育的影響等議題進行研討，會中山東農業大學校長溫孚江、義守大學校長蕭介夫、北京農學院院長王慧敏、青島農業大學副校長楊同毅、安徽農業大學副校長馬傳喜、吉林大學農學部書記韓文瑜、北京林業大學校長宋維明、宜蘭大學副校長吳柏青、中興大學農資院教授姜保真、屏東科技大學副校長陳朝圳、東海大學農學院院長閻立平，先後進行大會主題報告，並就相關問題與與會代表進行了深入研討交流，本次論壇有如下之結論；

- (1)以大學教育之核心價值建立大學之教學與研究特色，為當前大學改革與創新之手段；
- (2)在全球化的驅動下，如何務實的建構校園的國際化是提升大學競爭的重要指標；
- (3)面對全球氣候變遷，農業教育應有將全球暖化對農業生產環境衝擊納入未來的教學內涵中；
- (4)生物科技雖然在本世紀為一重點科技，但對於傳統農業科技則不能有所偏廢，兩者必須取得平衡，如此才能建立永續的農業生產環境，滿足人類生活需求。
- (5)兩岸高等教育校長農業論壇具有資源共享及相互交流之重要目的，建議明年應繼續辦理。

目次

目錄

壹、 目的	1
貳、 出國行程及議程	1
參、 成果、心得與建議	5
一、 成果	5
(一) 論壇研討成果.....	5
(二) 參觀訪問成果.....	8
二、 心得與建議	10
肆、 附件	12
發表論文內容.....	12

壹、 目的

- 一、 結合兩岸農林業相關之大學校院，共同以農、林業相關之教育制度與當前農業生產環境所面臨的問題，以論壇方式進行研討。
- 二、 增進兩岸農業教育之實質交流。
- 三、 加強兩岸師生的互動，建立教育資源的共享與交流。
- 四、 以實地參訪方式，了解教學、研究機制之差異性，並取的交流機會，相互學習。

貳、 出國行程及議程

論壇進行方式包括專題演講與參觀考察活動

- 一、 承辦單位：山東農業大學
- 二、 時間：2012年8月10日至14日
- 三、 地點：山東省泰安市
- 四、 論壇議題：
 - (一) 大學改革與創新
 - (二) 氣候變化與農業生產
 - (三) 大學生培養與就業
 - (四) 生物科技與農業創新
- 五、 參與人員

(一) 台灣參加成員

1. 參與論壇並發表論文之成員

姓名	任職單位/職稱/演講題目
蕭介夫	義守大學校長 高等教育改革與創新-以義守大學為例
吳柏青	宜蘭大學副校長 宜蘭大學提升學習成效之積極策略及成果
姜保真	中興大學農業暨自然資源學院教授 台灣高等農學教育國際化進城的挑戰與對策
陳朝圳	屏東科技大學副校長 氣候變遷對台灣農業及生態環境之衝擊與因應
閻立平	東海大學農學院院長 台灣農業生技保健食品的現況與發展

2. 參與論壇未發表論文人員

姓名	任職單位/職稱
黃耿祥	義守大學副教授
徐堯輝	中興大學副校長
邱奕志	宜蘭大學農學院院長
徐源泰	台灣大學農學院院長
李金龍	台灣大學園藝系教授
林長平	台灣大學植物病理與微生物學系教授

(二) 中國大陸參加成員

1. 參與論壇並發表論文之成員

姓名	任職單位/職稱/演講題目
溫孚江	山東農業大學校長 崇尚學術與大學文化
王慧敏	北京農學院院長 都市型現代化農業的內涵研究與實踐---基於北京都市型現代化農業發展的理論研究與服務實踐
楊同毅	青島農業大學副校長 積極適應現代化農業產業變革推動區域經濟社會發展
馬傳喜	安徽農業大學副校長 發揮農林院校優勢提升農業科技創新新水平
韓文瑜	吉林大學農學部書記 涉農綜合性大學新農村發展研究院建設思考與實踐

2. 參與論壇未發表論文人員

姓名	任職單位/職稱
宋維明	北京林業大學校長
李斌	東北林業大學副校長
唐駿	華中農業大學副書記
王春光	內蒙古農業大學副校長
張長利	東北農業大學副校長
李萍萍	南京林業大學副校長
賀浩華	江西農業大學副校長
咸春龍	華南農業大學副校長

六、論壇議程

時間:2012年8月11日

地點:中國山東省泰安市寶龍福朋大酒店四樓會議室C

時間	內容	主講人
08:30-09:10	開幕式	
第一場:大學改革與創新 主持人:北京林業大學宋維明校長		
09:10-09:30	崇尚學術與大學文化	山東農業大學溫孚江校長
09:30-09:50	高等教育改革與創新-以義守大學為例	義守大學蕭介夫校長
09:50-10:10	都市型現代農業的內涵研究與實踐-基于北京都市型現代化農業發展的理論研究與副務實踐	北京農學院王慧敏院長
10:10-10:30	茶敘	
10:30-10:50	積極適應現代農業產業變革推動區域經濟社會發展	傾倒農業大學楊同毅副校長
10:50-11:10	發揮農林院校優勢提升農業科技新水平	安徽農業大學馬傳喜副校長
11:10-11:30	涉農綜合性大學新農村發展研究院建設的思考與實踐	吉林大學農學院部韓文瑜書記
11:30-12:00	討論	
第二場:大學生培養與就業 主持人:義守大學 蕭介夫校長		
14:30-14:50	強化實踐教學培養創新人才	北京林業大學宋維明校長
14:50-15:10	宜蘭大學提升學習成效之積極策略及成果	國立宜蘭大學吳柏青副校長
15:10-15:30	台灣高等農業教育國際化進程的挑戰與對策	國立中興大學姜保真教授
15:30-15:50	討論	
15:50-16:10	茶敘	
第三場:生物科技與農業創新氣候變化與農業生產 主持人:北京農學院王慧敏校長		
16:10-16:30	氣候變遷對台灣生態系衝擊及因應對策	國立屏東科技大學陳朝圳副校長
16:30-16:50	台灣農業生技保健食品的現況與發展	東海大學農學院閻立平院長
15:50-17:10	討論	
第四場:綜合討論 主人:山東農業大學溫孚江校長		
17:10-17:30	綜合討論	

七、參訪行程

2012 年 8 月 12 日

08:00-16:00 泰山生態與文化環境考察

16:00-18:00 參觀山東農業大學教學環境與實習農場

2012 年 8 月 13 日

08:00-17:30 孔府、孔廟及孔林文化考察

2012 年 8 月 14 日 返回台灣

參、成果、心得與建議

一、成果

(一) 論壇研討成果

1. 大學改革與創新

本議題共有 9 篇論文發表，並進行綜合討論，研討成果分述如下：

- (1) 為營造一所千秋萬世，歷久不衰世界知名的大學，其最重要的條件在於大學是否具有普世價值的大學文化。大學文化在於追求人類生存的價值與真理，藉由大學文化塑造師生崇尚的人格與價值觀。
- (2) 一所具有崇尚文化的大學，必須去除商業化氣息；跳脫行政框架化的傾向；避免急功近利現象。
- (3) 為發展大學文化其具體方法在於如何辦好教師教學與研究的關係；學生學習與學術的關係；行政管理與學術管理之關係。
- (4) 大學必須要有能力進行內部的檢討與制度的改革創新，才能面臨未來國際間的競爭。
- (5) 未來的大學農業教育必須肩負起安全糧食供應及生態環境維護兩大主軸的人才培育。
- (6) 農業大學所培育之專業人才被須具備高崇尚文化的價值，如此才能與農業生產環境及生態環境共存共榮。

2. 大學生培養與就業

本議題共有 4 篇論文發表，並進行綜合討論，研討成果分述如下：

- (1) 受到全球化與知識經濟的衝擊，勞動市場急遽變化，大專畢業青年在進入職場時，不只要面對快速變遷的產業結構，更要接受多元競爭的挑戰。
- (2) 面對時代的挑戰，大專畢業青年除了擁有自我的專業能力之外，更必須具備能夠滿足新經濟要求的核心就業能力，才能成功在職場上發展。
- (3) 研討會中提出核心就業力技能可歸類成八個範疇包括：溝通技能、團隊合作技能、問題解決技能、原創與進取技能、規劃與組織技能、自我管理技能、學習技能、科技技能。
- (4) 而核心就業力可分成三個類別：工作態度與合作能力、職涯規劃與學習進取及專業知識運用能力。

3. 氣候變遷與農業生產及生物科技與農業創新

本議題共有 2 篇論文發表，並進行綜合討論，研討成果分述如下：

- (1) 據政府間氣候變化專門委員會（IPCC）的報告，世界各大洲 2071 至 2100 年期間，大氣二氧化碳濃度升高，平均每年的氣溫上升，全球將面臨本世紀最為嚴重的氣溫升高和降水變化所帶來的嚴重影響。氣候變化可能會增加極端降雨事件和乾旱的頻率，氣候變異和變化會衝擊植被變化、生產力和森林生態系統。
- (2) 氣候變化所積累的環就逆壓會破壞高山地區之生態系統；降低人工森林之健康；引發外來植物入侵和改變流域之沉積型態，增加山崩土石流等。
- (3) 而適應是一個過程，其為個人，社區和國家在氣候變化下尋求因應方法。而在農業教育體系中未來必須將全球器變遷議題，納入課程設計中，如此才能訓練出具有前瞻性的農業科技人才。
- (4) 根據 OECD（Organization for Economic Cooperation and Development，經濟合作暨發展組織）統計，全球生技農業市場的產值預估至 2013 年可達到 126 億美元，較 2000 年

成長達 3.6 倍之多。其他如生技食品與生技能源，也各有 3.6 倍及 4.7 倍之成長，由此可見農業生技產業的發展已勢不可擋。如何因應未來市場的需求，農業科技必須要有新的思維。



2012 年大學校長農業論壇會場(一)



2012 年大學校長農業論壇會場(二)



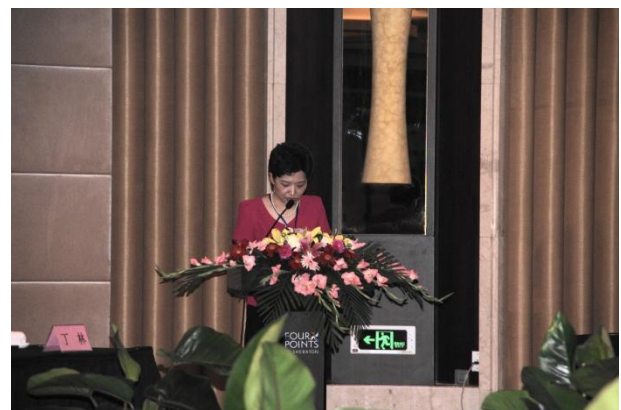
義守大學校長蕭介夫代表台灣團致詞



屏東科技大學陳朝圳副校長以氣候變遷對農業生態系衝擊與因應為題進行演講



山東農業大學溫孚江校長致詞



山東農業大學邢善萍書記致詞

(二) 參觀訪問成果

1. 泰山生態與文化環境考察

泰山是中國五嶽之首，古名岱山，又稱岱宗，位於山東省中部，泰安市境內。泰山因其高度，氣候也呈垂直變化，山下為暖溫帶，山頂為中溫帶，現有種子植物 144 科，989 種，其中木本植物 72 科 433 種，草本植物 72 科 556 種，藥用植物 111 科 462 種，生物多樣性高。而泰山是齊魯文化的中心，是中國古代文明的重要發源地之一。據中國古代各朝代文獻記載，此山經常是皇帝設壇祭祀祈求國泰民安和舉行封禪大典之地。相傳遠古時代就有 72 位首領來此巡狩祭祀。自秦以降，中國古代有 12 位帝王來此封禪朝拜。

2. 山東農業大學教學環境與實習農場考察

山東農業大學坐落在雄偉壯麗的泰山腳下，前身是 1906 年創辦於濟南的山東高等農業學堂。後幾經變遷，1952 年經全國院系調整，成立山東農學院。1958 年由濟南遷至泰安，1983 年更名為山東農業大學。1999 年 7 月，將山東農業大學、山東水利專科學校合併，同時將山東省林業學校併入，組建新的山東農業大學。目前，學校已經發展成為一所以農業科學優勢，以生命科學為特色，融農、理、工、管、經、文、法、醫、教育學等於一體的多科性大學。學校現有全日制在校生近 3 萬人，其中博士、碩士研究生 2,000 人。教職員工 2,665 人，專任教師 1,549 人，教授 254 人，副教授 628 人。參觀小麥育種實驗室，該實驗室系統研究了小麥產量與品質生理和高產優質栽培技術，提出了調控小麥衰老進程、提高粒重的超高產栽培理論，創建了以氮肥後移為核心技術的高產優質栽培技術體系，該技術在黃淮海麥區推廣，經濟效益顯著。

3. 孔府、孔廟及孔林文化考察

曲阜孔廟、孔府、孔林位於山東省曲阜市，是中國歷代紀念孔子，推崇儒學的表徵，以豐厚的文化積澱、悠久歷史、宏大規模、豐富文物珍藏，以及科學藝術價值而著稱。區域內共有 300 多座、

1,300 多間金、元、明、清古建築，其反映了各個時期的建築規制和特點；另有 1,000 多件漢畫像石、孔子聖跡圖、石儀、龍柱等反映了石刻藝術的變化和發展；而 5,000 多塊西漢以來的歷代碑刻既是中國書法藝術的瑰寶，也是研究中國古代政治、思想、經濟、文化、藝術的寶貴資料；10 萬多座歷代墓葬是研究墓葬制度的重要實物及 17,000 株古樹名木是研究古代物候學、氣象學、生態學的活文物。



泰山生態環境考察(一)



泰山生態環境考察(二)



山東農業大學研究設施與成果參觀(一)



山東農業大學研究設施與成果參觀(二)



孔府、孔廟及孔林文化考察(一)



孔府、孔廟及孔林文化考察(二)

二、心得與建議

海峽兩岸大學校長農業論壇由海峽兩岸相關大學共同舉辦，第一屆於 2011 年年初在中興大學舉辦。本屆論壇由山東農業大學主辦於 2012 年 8 月 11 日至 14 日，第二屆海峽兩岸大學校長農業論壇在泰安市隆重舉行，來自海峽兩岸 20 所大學校長、副校長和專家 50 餘人彙聚泰山腳下，交流辦學經驗，研討新形勢下農業創新發展模式。

山東農業大學校長溫孚江主持 11 日上午舉行的開幕式。山東農業大學黨委書記邢善萍致歡迎辭，介紹山東農業大學建設發展概況，對與會代表表示熱烈歡迎。她認為大學在人才培養、科學研究和社會服務等方面承擔著重要的使命，同時在文化傳承引領和價值導向等方面的功能也在不斷增強，本次論壇主題意義重大，必將產生深遠的影響，希望通過論壇，進一步加深兩岸間農業問題的瞭解，除增進友誼，促進合作之外，更應努力把農業教育推向一個新的發展階段。而海峽兩岸大學校長農業論壇是加強兩岸交流的一個重要平臺，希望此次參加論壇的各大學校長，在交流互動中要加深瞭解，在平等參與中增進共識，共同努力為中華民族繁榮昌盛而奮鬥。

而臺灣義守大學校長蕭介夫介紹兩岸大學校長論壇發起和舉辦概況，希望通過論壇，增進兩岸各高校間的交流與合作，為農業高等教育的創新發展和人民福祉的改善提升做出貢獻。

論壇期間，先後進行了大學改革與創新、氣候變化與農業生產、大學生培養與就業、生物科技與農業創新等四場專題論壇，山東農業大學校長溫孚江、臺灣義守大學校長蕭介夫、北京農學院院長王慧敏、青島農業大學副校長楊同毅、安徽農業大學副校長馬傳喜、吉林大學農學部書記韓文瑜、北京林業大學校長宋維明、宜蘭大學副校長吳柏青、中興大學農資院教授姜保真、屏東科技大學副校長陳朝圳、東海大學農學院院長閻立平，先後作大會主題報告，並就相關問題與與會代表進行了深入研討交流；宋維明、蕭介夫、王慧敏、溫孚江分別主持了論壇報告和交流活動。

論壇期間，與會代表還就進一步加強兩岸高校在人才培養、科學研究等方面的合作與交流進行了深入的探討。代表們還參觀考察了山東農業大學南北校區和教學科研設施，並在省內進行考察。

本次論壇在學改革與創新議題上，大家共同體認一所優質的大學必須擁有崇尚的學術與文化，而其實踐方法必須於辦學過程中培育師生共同遵守的信念目標、價值追求與行為準則。而隨著高等教育的發展與時代變遷，現今兩岸大學經營將面臨嚴峻的考驗與挑戰，其中包括新科技、全球氣候變遷、能源、糧食及國際化等問題將衝擊農業教育，面對各項考驗與挑戰，須思考如何改革現有制度並創新，以強化未來學校發展，台灣目前所推動的頂尖大學計畫、教學卓越計畫與科技大學所推動之發展典範科技大學計畫，其與大陸所推動之 985 工程及 211 工程皆有異曲同工之勢，其目的在於投入經費促進學校在教學與研究之發展，並與國際間進行人才培育之競爭。

肆、附件

發表論文內容

氣候變遷對臺灣生態系之衝擊及因應策略

屏東科技大學行政副校長

陳朝圳

cct@mail.npust.edu.tw

[摘要]

據政府間氣候變化專門委員會（IPCC）的報告，世界各大洲 2071 至 2100 年期間，大氣二氧化碳濃度升高，平均每年的氣溫上升，全球將面臨本世紀最為嚴重的氣溫升高和降水變化所帶來的嚴重影響。在臺灣，這些變化可能會增加極端降雨事件和乾旱的頻率，氣候變異和變化會衝擊植被變化、生產力和森林生態系統。例如，氣候變化所積累的環就逆壓會破壞高山地區之生態系統；降低人工森林之健康；引發外來植物入侵和改變流域之沉積型態，增加山崩土石流等。而適應是一個過程，其為個人，社區和國家在氣候變化下尋求因應方法。本篇報告試圖收集五個國家（美國，英國，日本，中國和巴西）對於全球氣候變遷之適應做法，提出氣候變化之適應方式，提供臺灣在氣候變遷下，投入足夠的資金和適當的作為，以因應氣候變遷所帶來的生態系衝擊。

[Abstract]

According to the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) report, the world continent will be severely affected by increases in annual mean temperatures that exceed the global mean during the period 2071 to 2100. Climate change resulting from increased concentrations of atmospheric carbon dioxide is expected to result in warmer temperatures and changed precipitation regimes during this century. In Taiwan, these changes will likely increase the frequency and severity of extreme rainfall events and droughts. The climate variability and change will likely impact on vegetation dynamics, production and on forest ecosystems. For instance, the accumulated stresses of climate change are likely to disrupt the ecology of mountain and highland systems; decreasing the health of artificial forest; exotic plant invasion and altered sediment regimes due to increased landslides so on. Adaptation is a process by which individuals, communities and countries seek to cope with the consequences of climate change. In this paper focusing on five countries in the region (America, England, Japan, China, and Brazil), this review captures examples of good practice in climate change adaptation programming, in order to inform Taiwan learning to replicate

some of these good practices in their own programs and to advocate their adequate financing and governance.

壹、氣候變遷對全球生態之影響

依據 FAO 2011 年全球森林資源評估報告指出，全球森林覆蓋面積為 40.32 億公頃，2000-2010 年森林面積之年變化率為-0.13%，IPCC (2007)報告指出在 2000 年至 2005 年期間，毀林總速率為 1,290 萬公頃/年，主要是將林地變為農田，以及都市的擴展，而近 40 年來全球的森林減少了一億六千萬公頃，過度的林木伐采與人類活動，已導致全球暖化。生態系在氣候變遷過程中，已造成相當程度的衝擊，而森林生態系除扮演著碳吸存的減碳角色，同時會因氣候變遷帶來森林的衝擊與脆弱化，進而造成森林的碳吸存的功能及森林的生態功能的下降。氣候變遷所引發極端氣候事件，包括極端降雨事件頻率增加且有增強趨勢；受乾旱影響地區增加；颱風頻度增加及增強等(IPCC, 2007)。極端氣候將使全球生態系面臨極嚴苛的衝擊，包括乾旱造成植物枯死、森林火災、外來種入侵、生物多樣性降低，颱風豪雨所帶來的山崩土石流等(Blate *et al.*, 2009; Williamson *et al.*, 2009)。此外，森林大火及強風豪雨，對於生態系的水文、能量流動和養分迴圈等生態功能帶來嚴重的衝擊，而強風對樹體的物理傷害，將產生大量的凋落物，且造成林火及病蟲害的風險連帶增加。而長期氣候變遷對全球各地區的生態系，產生不同程度的衝擊與影響，包含物種向高緯度及高海拔移動，部分高緯度高海拔之珍稀物種滅絕或發生遷移，其生育地縮小；氣候的變化將導致生物生長模式及生態幅度的改變，促使生物生長速度減緩，甚至造成死亡，進而造成生態脆弱化，威脅生態系的整體健康(Aspinall and Matthews, 1994；)。

貳、氣候變遷對臺灣生態系可能的衝擊及其程度

根據 IPCC AR4 報告中對於未來百年之溫度預測，臺灣未來的溫度變化在 A1B 情境下，21 世紀末，臺灣地區的平均溫度值，相對於 20 世紀末的平均溫度，約暖化 2.3°C，較嚴重的 A2 情境下，平均約可增加 2.5°C。在降雨方面，臺灣區域過去百年的氣候分析指出，降雨變化趨勢南北有異，北部增加而南部則減少而降水強度會增加(柳中明等，2008；許晃雄等，2008)。溫度增高、極端降雨頻度增加等氣候變遷，將衝擊臺灣生態資源。

一、高海拔地區物種遭受生存威脅

天然植群分佈具有最適的生態幅度，當氣候變遷造成地區性的溫度與雨量發生變化時，以長時間而言，森林植群與林相為了適應當地氣候狀態，必須面臨適應性的改變，當氣候變化緩慢時，植群可藉由植物演化適應之，但以當前的氣候快速變化，植物內部的逆境處理機制，已無法抵抗外在氣候所造成的傷害，因此在生態幅度極限兩端的天然植群將面臨衝擊，

其所帶來的影響為林木生長模式改變，對於森林棲地環境造成衝擊，甚至對於高海拔地區之物種產生生存的威脅(王慈憶、陳朝圳，2008；2009)。國內學者研究指出臺灣高海拔山區，受氣候暖化的影響，植群有向上推移之趨勢，物種多樣性有逐年增加之趨勢，且產生物候的改變，部分物種會有消失的可能性(周昌弘，2008)。

二、人工林健康度下降

人工林的經營，依據伐期齡的長短，短者數十年長者百年，過去的造林生育地選擇，往往以樹種的生態幅度進行之，而當百年內的氣溫升高 1.0~1.4°C 時，以每上升 100 公尺溫度下降 0.6°C 計算，其溫度的提升，將造成 167~233 公尺高程的生態幅度改變，理論上，在過去的生育條件下所建造的人工林，將因樹種生態幅度的海拔高度提升，造成同一樹種之人工林，其較低海拔區域之林木生長遭受影響(陳朝圳等，2008)，如再加上無適當的中後期撫育，會造成林木健康度的下降，當有極端氣候如颱風、乾旱、豪雨干擾時，將造成林木的枯死或林地的崩塌。

Manion (1991)整理相關林木劣化的文獻，並提出了五個林木劣化的理論：(1) 生育地中不利的氣候或不適宜的土壤為造成林木易感染的因素；(2) 當林木發生劣化時，影響了適合林木生長的基因；(3) 菌類植物及昆蟲會促成林木劣化；(4) 林木根部的衰退較林木的冠層早；(5) 林木易在幼齡期生長至成熟期時漸漸開始劣化，其概念可簡化為圖 1。

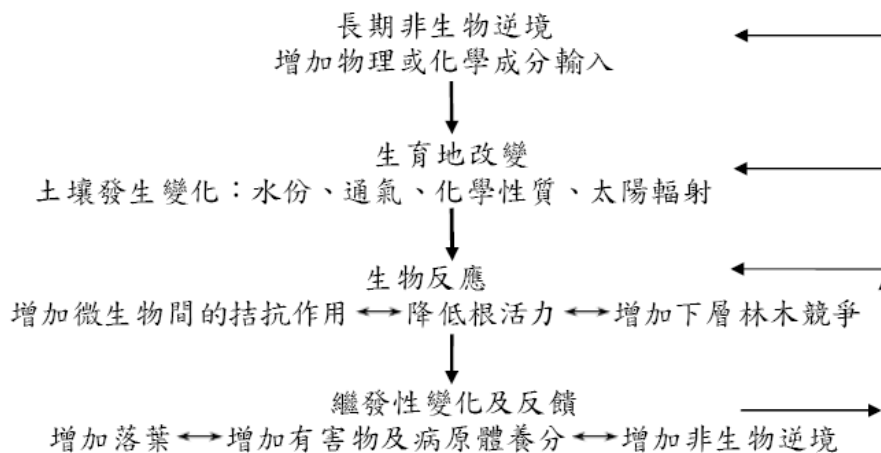


圖 1 林木劣化之影響機制 (Manion, 1991)

圖 1 說明造成林木枯萎或劣化的主要因素，其中生育地因數，為造成林木枯萎及劣化的感染因素，而物理或化學元素，為引起林木枯萎及劣化的起因，造成生育地漸漸產生變化，

如土壤水份的降低及化學成分的改變；由人類的衝擊造成的環境變化，常導致林木遭受逆境，並使植物和動物的生育地受到破壞；經由真菌類寄生的植物根、莖及葉易引起昆蟲鑽孔、吸食及食葉，導致林木的活力降低，由以上可知，劣化不僅僅是由一、兩個因素所造成，更涉及多方面層級上的因素。

三、森林植群帶分佈改變與外來植物入侵

在生態系上受到氣候變遷衝擊，其影響層面最廣則為植群帶分佈的改變，造成生態功能的下降。國內學者曾利用台大全球氣候變遷中心之長期氣候情境模擬資料，進行臺灣森林植群帶至 2060 年及 2099 年分佈情境模擬，顯現目前的中高海拔涼溫帶針闊葉混合林、冷溫帶針葉林、亞高山針葉林分佈面積有縮減的可能(關秉宗，2005)；而臺灣全區亞熱帶闊葉林、暖溫帶針闊葉混合林分佈面積會擴大，大幅度地取代涼溫帶針闊葉林群系，而成為全島分佈最廣的森林群系，快速的氣候改變，將造成植群適應環境的困難，林地脆弱度增高，對極端氣候事件衝擊的容忍度下降(chen *et al.*, 2008)。

由於全球暖化，動植物會逐漸向南北極與高海拔地區移動，造成地景的改變，增加外來種入侵的機會，造成物種之間關係的改變，亦影響整個食物鏈與生態系(Blackburn *et al.* 1999)。Bailey (2007)指出物理環境的改變也可能伴隨著生物的改變，破碎化後產生新的邊緣，可增加入侵種的拓殖，進而可能威脅原棲地的物種，然而關鍵種的喪失可能改變其社會結構，造成族群的縮小，並產生隔離效應(isolation effect)。破碎化亦會減少森林之間的連接，並增加區塊間的距離，林地的消失將降低林地地景的連通性，而連通性的減少，則降低物種在林地間的移動(Peterken, 2002)。破碎化改變物種潛在生態過程，如授粉、分解、養分迴圈、種子傳播及生物的捕食(Bailey, 2007)，進而對生物多樣性造成影響。

四、山坡地脆弱度增加

臺灣山坡地存在不同程度之地形陡峭與地質破碎，而經濟發展帶動部分產業及人口積極往山坡地發展，開發利用及颱風豪雨所導致之土砂災害，往往造成重大的損失。氣候變遷對臺灣山坡地的影響多屬於突發性的災害，其產生原因多為短時間的暴雨所造成，因豪雨則易發生山崩、土石流等災害，加上雨水不斷沖刷，易誘發嚴重的土石流，造成上游森林地區林木滑落，產生嚴重漂流木堆積下游與阻礙出海口，尤其近年來因為全球氣候變遷，極端氣候日益加劇，暴雨所帶來的土砂災害，已造成下游地區生命財產安全的嚴重威脅，近年來颱風所帶來的驚人雨量以及漂流木和地質潛在的危險如山崩、地滑、土石流、淹水堆積等災害，已改變原有地景生態，對森林生態系產生劇烈變化的衝擊。

極端降雨對於臺灣森林山坡地區，由於地形陡峭、地質的不確定性，再加上坡地的超限及不當利用，嚴重影響坡地穩定性，加上颱風、極端降雨以及地震的作用，經常造成地質災害，間接影響到森林植群的變遷；極端降雨引起之雨水滲透，發生孔隙水壓而失去上述之平衡時，則發生表層崩塌。崩塌系指邊坡材料經風化、崩解、人為等外力作用後，受重力作用影響而順著地形的坡度從山坡上掉落、滑落、滾落或移動之運動現象，統稱為塊體運動(Mass Movement)或稱為斜坡運動(Slope Movement) (何春蓀，1989)。部分地區雖有森林覆蓋且人為干擾降低之自然保護區，但經莫拉克颱風侵襲，卻依然產生崩塌災害，如屏東縣滿州鄉南仁山生態保護區，雖然完整的森林具有防止雨水直接衝擊土壤表面，樹根又能堅固的抓住土壤，防止土砂被雨水沖走，減少水土之流失，但並非完全不會發生崩塌(劉宜珊，2008)。

陳美光(2011)以高屏溪颱風較容易侵襲之高屏河流域為例，統計 17 年中央氣象局自動測站之雨量資料，以克利金空間分析法，建立降雨量之空間分佈，進而瞭解研究區之長期降雨趨勢，以桃芝颱風與莫拉克颱風所造成的不同每日降雨強度，配合利用衛星影像資料萃取流域內崩塌地，探討各林地使用分區內極端降雨對崩塌分佈之影響及關係，研究結果顯現 2005 年後高屏河流域產生較高頻率之氣候變異，且降雨量與降雨強度均有較高與較強之趨勢。統計顯示最大 24 hr 延時降雨強度莫拉克颱風為桃芝颱風的 1.92 倍，桃芝颱風期間自然保護區崩塌比由 0.64% 上升至 0.86%，國土保安區由 0.95% 上升至 1.15%，以自然保護區所受衝擊較為嚴重，而以國土保安區崩塌比為最高，但莫拉克颱風則因超大豪雨(單日累積降雨量達 350 mm 以上)衝擊範圍小且集中，導致颱風前後之崩塌，新增型崩塌面積，國土保安區增加 28 倍、自然保護區增加 25 倍，林木經營區則增加 73 倍，由於超大豪雨級以上之極端降雨呈現強大且分佈集中，與過去之降雨型態有所差異，導致新增型崩塌地增加，對於地形相對較為平坦之經濟林區，亦造成大量的衝擊，顯示極端降雨，造成林地脆弱，植生覆蓋的嚴重影響，故任何林地使用分區皆會面臨崩塌的潛在危險，因此未來在面對新的氣候型態衝擊下，森林經營需有新的思維。

參、各國因應氣候變遷採用之主要森林及山坡地調適策略

國際上對於氣候變遷之調適方法，各國會依國情的差異，實行不同的因應措施(Blate *et al.*, 2009; China's National Climate Change Programme, 2007; UK Climate change, 2010)，從各國之因應策略中可歸納出幾項一致性的調適措施，包括強調資源監測及調查研究，建立風險及脆弱度評估機制；厚植森林資源，減少氣候變遷衝擊；制定能反應氣候變遷影響的永續森林經營計畫等，特別具有參考價值。

一、美國

(一)確定風險和脆弱度的評估方法及生態調適規劃管理的單位。

- (二)減低森林的燃料負荷量，將長期氣候變化納入野火計畫。
- (三)訂定外來物種入侵的因應策略。
- (四)發展造林技術，減少乾旱對林木生長的威脅。
- (五)以氣候變遷為基礎建立森林生態保育教育方案，透過教育讓林業研究人員瞭解氣候變化所帶來的衝擊與因應對策。
- (六)加強跨領域的研究合作。

二、英國

- (一)以永續經營的方式進行適量的林木伐采。
- (二)新植森林增加碳儲存。
- (三)透過計劃性之經營管理來面對未來氣候變遷之危機，如藉由森林資源調查建立森林生育地資訊、增加林木種類之多樣性以及建立新的造林技術。
- (四)透過空間規劃的途徑，提供影響土地使用的機制，以達成更整體性與策略性的發展。
如透過緩衝區的設置，可以減緩洪水的衝擊，亦可保護水資源
- (五)以永續之理念提升木材生產技術。
- (六)提高大眾瞭解森林在氣候變遷中所能做出之貢獻。
- (七)對於森林進行持續性之監測。

三、日本

- (一)藉由系統性森林經營方式區劃保安林。
- (二)對於功能性下降之保安林，藉由造林及植生工法，進行土壤沖蝕控制。
- (三)預防森林病蟲害之發生。
- (四)鼓勵民眾與社會團體直接參與森林經營之活動。
- (五)宣導森林環境教育。
- (六)利用木材加工過程中所遺留之生質廢棄物來開發新的能源。

四、中國大陸

- (一)修改現有之法律以因應氣候變遷帶來之危害。
- (二)建立廣泛的森林資源與生態監測系統。
- (三)改良森林火災、森林病蟲害預測及緊急反應系統。
- (四)擴大瀕臨滅絕物種及其生育地之保護。
- (五)恢復生態脆弱區域之原有功能。

五、巴西

- (一)為因應氣候變遷之影響對不同土地使用類型(如:森林、混農林地、農地等)訂定經營管理計畫。
- (二)針對亞馬遜河區域進行一系列的火災強度研究及環境風險評估。
- (三)進行大尺度的生物圈研究，維持生物多樣性。
- (四)評估氣候變遷對大西洋森林群落之影響。
- (五)成立氣候變遷組織，因應林地劣化及沙漠化。

肆、臺灣已規劃或已實施之生態調適因應策略

就國內林業與山坡地土地使用管制政策而言，以往較著重於如何發揮並強化森林對溫室氣體的減量貢獻，至於森林及山坡地面對氣候變遷的衝擊，則尚未建立以調適為目的之衝擊評估、脆弱分析、以及完整的因應策略與機制。惟以相關部門之現有法令，以及刻正執行或規劃中之相關措施，仍不乏與衝擊調適有關者：

一、就土地使用管制的法規而言

由於森林與山坡地是環境較為敏感的區位，目前「區域計畫法」、「環境影響評估法」對於其開發使用均有相當的限制與規定。此外，「森林法」亦有經編為林業用地不得供其他用途使用，以及對於具有國土保安等公益功能之森林，必要時得劃為保安林之規定；「水土保持法」規定山坡地之使用與經營治理、應經調查規劃及實施水土保持處理及維護，「山坡地保育利用條例」則規範山坡地之農業使用，應進行可利用限度分類，並不得超限利用。

二、就規劃或執行中的政策或措施而言

- (一) 行政院於 2007 年核定之「臺灣森林經營管理方案」，揭櫫臺灣林業應采保續經營原則，積極培育森林資源，注重國土保安，並要求國有林事業區應作不同使用之分級、

保安林應依照社會環境需要檢討擴編、天然林應全面禁伐、環境敏感區位應限制伐采、集水區治山防洪應予加強，溪流兩岸應設置不少於 50 m 寬之保護林帶等。

- (二) 林務局針對國有林事業區，依據環境資源現況及特性區分為自然保護區、國土保安區、森林育樂區及林木經營區等四種分區，訂定不同的經營管理規範及工作。
- (三) 規劃「綠色造林計畫」，分別從平地及山坡地推動造林，預計完成 6 萬 ha 造林，2008 年~2009 年已完成新植造林 6,067 ha、撫育 8,900 ha，合計 14,967 ha。
- (四) 針對沿海環境敏感地區加強海岸林生態複育，減緩飛砂及潮浪危害，建構濱海綠色廊道，2002 年至 2009 年完成海岸造林 606 ha；並於崩塌地、火災跡地、濫墾地收回等劣化地完成劣化地複育 2,525 ha。
- (五) 水土保持局全面檢討山坡地範圍劃定、山坡地土地利用限度查定工作、加強山坡地開發利用之水土保持計畫審查、監督與管理及違規使用查報取締。
- (六) 積極擴大山坡地違規資訊來源，運用衛星影像監測山坡地變異點，進行實地查證，並將相關資訊，以山坡地執行資訊系統進行整合、追蹤及管理
- (七) 辦理山坡地土石流易致災害區調查，土石流潛勢溪流等防災資訊調查更新，透過由各縣市提報、衛星影像判識及結合經濟部地調所地質敏感區資料等方式進行土石流潛勢溪流及影響範圍之現勘劃設。

三、就氣候變遷影響衝擊評估而言

- (一) 林務局自 2007 年起陸續完成全島 3,188 個永久樣區設置，同時針對重要具代表性林型建立 8 處大型動態樣區，每隔 5 年進行複查，所得資訊可以反應近年來森林環境變遷情況。
- (二) 針對山毛櫸森林及高山草原等高脆弱度之植群與棲地設置長期樣區，進行生態系監測及動態調查。
- (三) 自 2008 年起林務局展開「第四次全國森林資源調查」，針對全國森林進行系統性的普查，藉以建立長期監測基礎。
- (四) 透過區域環境特性與溫濕度指標，建置林火預警系統，監控火災潛在危險性。
- (五) 營建署、水利署、及水土保持局等透過衛星影像變異點分析與相關圖資的結合，進行坡地使用查報與管制。

伍、因應氣候變遷生態調適待解決或加強之課題

前述法令規範或作為，不能稱得上是完整的調適策略。依據聯合國發展規劃署與全球環境基金所提出的「氣候變遷調適策略綱領」(Adaptation Policy Frameworks for Climate Change, APF)建議各國調適工作應包括：界定與設計調適專案、評估脆弱性的現況、評估未來的氣候風險、形成調適策略、持續調適程式等五個步驟(郭彥廉，2008)。其中因資訊不足缺乏對衝擊情境與脆弱度的掌握，是策略擬訂首要面臨的課題。我們需要更多的研究，以減低氣候變化對森林以及人類影響的不確定性，並據以擬定合宜適切的策略，然而也不能等待研究結果出來才採取行動，而應先由：一、強化森林與山坡地空間規劃與使用管制；二、發揮森林公益功能，降低氣候變遷對生活環境的衝擊；三、維護森林健康及降低脆弱度，確保森林永續經營等三個方向著手，強化森林及山坡地對氣候變遷的「體質」，以面對未來可能的挑戰。因此，本次會議即規劃以此為題綱，並分析目前待解決或應加強之課題如次：

一、森林與山坡地之空間規劃與使用管制

目前森林與山坡地的土地使用，雖有相關的區劃，也不乏許多法令與規範，惟均以維持現況與管制使用為目的，並非基於因應氣候變遷的思維，故缺乏對氣候變遷影響的評估，也欠缺應有的彈性與機制。因此，我們除應檢討建立具有因應策略與機制的調適法規外，對於森林及山坡地範圍的國土空間規劃，也應由調適的觀點，依短、中、長期，進行經營、治理、與管制的整體思考。例如在森林部分，應考慮氣候變遷衝擊的影響，區分可規劃作林業經營或應維持自然狀態的區位，同時考慮生態廊道的建立(特別是提供低海拔物種向高海拔地區避遷的廊道)；而在山坡地的管理部分，則應檢討現有可利用限度的查定標準，並進行整體的治理規劃。

二、發揮森林公益功能，降低氣候變遷對生活環境的衝擊

森林能吸存二氧化碳，減緩地球暖化；同時也賦有調節氣溫、涵養水源、以及國土保安等公益效能。有關森林碳吸存的效益，是本次會議第四核心議題「氣候變遷下農業部門節能減碳之策略規劃」所討論的重點之一，本題綱則在討論當人類的生活環境必須面對氣候變遷衝擊時，如何發揮森林所扮演的「保護者」的角色，以減少可能遭受的損失與破壞。

即使認知到森林的角色與價值，世界上的森林面積仍逐日減少，成為全球在面對氣候變遷的同時，亟須正視的課題。臺灣在加強造林與禁伐政策之下，森林覆蓋雖未減少，惟私有林在營林的經濟誘因不足下，常有超限使用或不當破壞情形，而國、公有林則時常面臨開發案件申請與解編的壓力。因此，維護森林區域與功能的完整，避免不當開發造成林地損失與

破壞；配合城鄉發展檢討擴編保安林；與聚落周圍、海岸地區、以溪流兩案營造保護林帶，建立綠色長城等，均是未來應加強的課題。

三、強化森林健康及降低脆弱性，確保森林永續經營

森林除能協助我們減緩氣候變遷的衝擊外，其本身也會受到氣候變遷的影響：例如高海拔地區物種棲地的縮減；病蟲害、外來種入侵、及林火機率的增加；以及植群帶的遷移等。其中絕大部分的變化是環境改變的必然結果，幾乎無法避免，只能選擇調適。然而在採取適當調適策略之前，對於變遷的情境與發展的掌握仍是必要的，例如我們必須瞭解氣候變遷對現有人工林的影響程度為何，才能採取適當撫育措施，或據以選擇適當樹種進行更新；而對於天然林而言，也必須藉由環境變遷的趨勢，評估對衝擊影響最為敏感或脆弱的生態體系，並據以檢討調整既有保護區域等。

在討論森林永續經營的課題時，我們必須承認現有資訊仍亟有限，特別是在更小空間與更長的時間尺度上，對於未來氣候變遷的衝擊掌握將更形困難。由於森林及其生態系統的複雜性，當其面臨氣候變遷時，其反應常是緩慢而難以查覺。因此，必須建立有效指標以及森林與山坡地的長期監測系統，收集與整合氣候變遷對生態環境領域所造成之衝擊，並以科學研究為基礎彙整分析，建立氣候衝擊之情境模式，以及評估風險與脆弱性，進而擬定相關因應調適策略。

參考文獻

- Aspinall, R. and K. Matthews (1994) Climate change impact on distribution and abundance of wildlife species: an analytical approach using GIS. *Environmental Pollution* 86:217-223.
- Bailey, S. (2007) Increasing connectivity in fragmented landscapes: An investigation of evidence for biodiversity gain in woodlands. *Forest Ecology and Management* 238: 7-23.
- Blackburn, T. M., K. J. Gaston, R. M. Quinn, and R. D. Gregory (1999) Do local abundances of British birds change with proximity to range edge? *Journal of Biogeography* 26:493-505.
- Blate, G.M. L.A. Joyce, J.S. Littell, S.G. McNulty, C.I. Millar, S.C. Moser, R.P. Neilson, K. O'Halloran and D.L. Peterson (2009) Adapting to climate change in United States national forests. *Unasylva* 231/232 60(20):57-62.
- Chen C. T., T. Y. Wang, J. C. Chen (2008) Forest Vulnerability Assessment and Responses Strategy of Climate Change in Taiwan. 2008 International Symposium on Global Mountain Biodiversity. China Medical University.

Chen, X., X. S. Zhang, and B. L. Li (2003) The possible response of life zones in China under global climate change, *Global and Planetary Change* 38: 327-337.

China's National Climate Change Programme (2007) Prepared under the Auspices of National Development and Reform Commission People's Republic of China. 63.pp.

Cramer, W. P. and R. Leemans (1993) Assessing impacts of climate change on vegetation using climate classification system. In: Solomon, A. M. and H. H. Shugart (eds.) *Vegetation dynamics and global change*, pp. 190-217. Chapman & Hall, NY

Currie, D. J. (2001) Projected effects of climate change on patterns of vertebrate and tree species richness in the conterminous United States. *Ecosystems* 4:216-225.

IPCC (2007) *Climate Change 2007, the Fourth IPCC Assessment Report*.

IPCC (2007) Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of WorkingGroup II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 7-22..

Manion, P. D. (1991) *Tree Disease Concepts*, 2nd edition. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, New Jersey. 402pp.

Peterken, G. (2002) *Reversing the Habitat Fragmentation of British Woodlands*. WWF Goldaming, Surrey.

Shafer, S. L., P. J. Bartlein, and R. S. Thompson (2001) Potential changes in the distributions of western north America tree and shrub taxa under future climate scenarios. *Ecosystems* 4: 200-215.

Shafer, S. L., P. J. Bartlein, and R. S. Thompson (2001) Potential changes in the distributions of western north America tree and shrub taxa under future climate scenarios. *Ecosystems* 4: 200-215.

UK Climate change (2010) Forest Commission. from <http://www.forestresearch.gov.uk/climatechange>

United Nations Development Programme (2004) *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*. Cambridge, United Kingdom.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) , <http://unfccc.int/>

Williamson, T., Colombo, S., Duinker, P., Gray, P., Hennessey, R., Houle, D., Johnston, M., Ogden, A., and Spittlehouse, D. (2009) Climate change and Canada's forests from impacts to adaptation. Sustainable forest management network. 106.pp.

Wise Adaptation to Climate Change (2008) Part I: Wise Adaptation to Climate Change. 70.pp.

王慈憶、陳朝圳 (2008) 氣候變遷對臺灣森林脆弱度評估之研究。中華林學會 97 年度學術論文發表會。嘉義大學主辦。嘉義：嘉義大學。

王慈憶、陳朝圳 (2009) 應用 GIS 預測氣候變遷對臺灣植群之變動研究。屏東科技大學暨北京科技大學第四屆學術交流研討會。屏東科技大學主辦。屏東：屏東科技大學。

何春蓀 (1989) 普通地質學。國立編譯館，220-221 頁。

周昌弘 (2008) 氣候變遷對臺灣生物多樣性衝擊及脆弱度之評析及因應策略。行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告。

柳中明、吳明進、林淑華、陳盈蓁、楊胤庭、林瑋翔、曾于恒、陳正達 (2008) 臺灣地區未來氣候變遷預估。全球變遷研究中心報告，31 頁。

許晃雄、盧孟明、陳圭宏 (1998) 我國氣候研究與預報的未來發展。行政院環境保護署委託計畫研究報告。

郭彥廉 (2008) 聯合國發展規劃署氣候變遷調適策略綱領與其應用。法制論叢第 42 期，41~65 頁。

陳天健、詹錢登 (2004) 七二水災降雨量與坡地崩塌特性分析。行政員農委會水土保持局主辦，109-118 頁。

陳美光 (2011) 以極端降雨探討高屏河流域不同林地使用分區之崩塌。國立屏東科技大學森林系碩士論文，78 頁。

陳朝圳、王慈憶、李崇誠、陳建璋 (2008) 氣候變遷對臺灣森林之衝擊及脆弱度評估與因應策略。行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告。

陳紫娥 (2000) 花蓮溪河谷沖積扇之自然環境、土地利用與土石災害之研究。台大理學院地理系地理學報 27:55-70 頁。

劉宜珊 (2008) 臺灣造林政策與政治分析。國立中正大學政治學研究所碩士論文，93 頁。

關秉宗 (2005) 臺灣森林植群分佈的未來。科學發展 388: 36-41 。