

出國報告（出國類別：其他）

## 參加亞洲生產力組織「農業氣候變遷調適及災害風險管理研習會」

服務機關：行政院農業委員會水土保持局臺北分局  
行政院農業委員會農業試驗所

姓名職稱：蘇中鈺工程員、姚銘輝研究員

派赴國家：斯里蘭卡

出國期間：106年9月11日至106年9月15日

報告日期：106年11月23日

## 摘要

出國人員/服務機關/單位/職稱

蘇中鈺/行政院農業委員會水土保持局臺北分局/治理課/工程員

姚銘輝/行政院農業委員會農業試驗所/農業工程組/研究員

隨著氣候變遷的變化和自然災害頻率的增加，對現有的生產風險帶來了新的不確定性、風險及改變，農業部門若要能夠適應氣候變遷，建立適應力至關重要。

本次為亞洲生產力組織邀請台灣行政院農業委員會所屬機關參與於斯里蘭卡可倫坡舉辦之「農業氣候變遷調適及災害風險管理研習會」，期盼藉由研習會達到以下目的：

- (一)研習未來氣候變遷可能情況及伴隨而來之自然災害對農業生產力及農村社區的潛在影響。
- (二)分享農業有效調適氣候變遷之智能創新技術與整合架構。
- (三)檢視有關開發農業因應氣候變遷之政策、方案和計畫等調適措施，以及因氣候變遷伴隨而來的極端氣候事件及災害風險管理。
- (四)為 APO 會員國制定策略行動計畫，以整合氣候變遷調適及氣候相關災害之風險管理措施。

關鍵字：亞洲生產力組織、農業、氣候變遷、災害風險管理、斯里蘭卡

## 目次

|   |    |
|---|----|
| 摘要.....   | i  |
| 目次.....   | ii |
| 第一章 目的.....   | 1  |
| 第二章 過程.....   | 1  |
| 第一節：氣候變化和自然災害的未來情況及其對農業生產力和農民生活的<br>影響.....           | 1  |
| 1.1 東盟國家的糧食安全 .....                                   | 1  |
| 1.2 南盟國家的糧食安全 .....                                   | 2  |
| 1.3 氣候變化和相關自然災害對於農民生計的未來情況：泰國的經驗 ..                   | 2  |
| 第二節 減少農業的災害風險.....                                    | 2  |
| 2.1 農業於氣候不確定時代的災害風險管理 .....                           | 2  |
| 2.2 建立農業供應鏈抵禦自然災害的能力 .....                            | 3  |
| 2.3 預警系統及其在預防氣候災害風險的作用 .....                          | 4  |
| 第三節 建立氣候適應性農業措施.....                                  | 8  |
| 3.1 以季節性稻米產量預測來處理氣候變率 .....                           | 8  |
| 3.2 建立農作物部門對氣候變遷的適應力及調適性 .....                        | 8  |
| 3.3 建立畜牧業對氣候變遷的適應力及調適性 .....                          | 9  |
| 3.4 建立漁業部門對氣候變遷的適應力及調適性 .....                         | 10 |
| 3.5 可適應所有天氣的食物生產技術 .....                              | 15 |
| 第四節 將氣候變遷適應性及降低氣候引致災害風險納入國家農業政策、方<br>案和計畫以發展永續農業..... | 19 |
| 4.1 以農業保險工具支持亞洲小型生產者及農業中小型企業以發展氣候<br>變遷適應力.....       | 19 |
| 4.2 將氣候變遷適應性及降低氣候引致災害風險納入國家農業政策、<br>方案和計畫.....        | 20 |
| 第五節 國情報告及分享.....                                      | 22 |
| 第六節 實地考察.....   | 24 |
| 6.1 參訪斯里蘭卡水稻研究與開發研究所 .....                            | 24 |
| 6.2 參訪並研究當地水潭及其支流溝渠 .....                             | 25 |
| 第七節 分組討論.....   | 26 |
| 7.1 發展氣候變遷適應性農業之問題與挑戰的確立，並依照其重要性排<br>列優先順序.....       | 26 |
| 7.2 確立短期中期及長期行動計畫及施行路線，以解決發展氣候變遷<br>適應性農業之問題與挑戰.....  | 27 |
| 第三章 心得及建議.....  | 28 |



## 第一章 目的

本次為亞洲生產力組織邀請台灣行政院農業委員會所屬機關參與於 106 年 9 月 11 日至 15 日在斯里蘭卡可倫坡舉辦之「農業氣候變遷調適及災害風險管理研習會」，研習會的目的如下：

- (一)研習未來氣候變遷可能情況及伴隨而來之自然災害對農業生產力及農村社區的潛在影響。
- (二)分享農業有效調適氣候變遷之智能創新技術與整合架構。
- (三)檢視有關開發農業因應氣候變遷之政策、方案和計畫等調適措施，以及因氣候變遷伴隨而來的極端氣候事件及災害風險管理。
- (四)為 APO 會員國制定策略行動計畫，以整合氣候變遷調適及氣候相關災害之風險管理措施。

## 第二章 過程

本次研習會包含研討課程、國情報告、實地參訪及分組討論。受邀參與國家有孟加拉、柬埔寨、台灣、印度、伊朗、尼泊爾、巴基斯坦、菲律賓、斯里蘭卡、泰國及越南，共計 11 個國家 30 位學員參加；各項分享課程則由來自印度、巴基斯坦、泰國及斯里蘭卡的 7 位講師進行分享報告與討論。

### 第一節：氣候變化和自然災害的未來情況及其對農業生產力和農民生活的影響

#### 1.1 東盟國家的糧食安全

Dr. Venkatachalam Anbumozhi, Senior Economist, Economic Research Institute for ASEAN and East Asia, (ERIA) Indonesia.

##### 結論

- 1.東盟的作物收穫量受到溫度上升嚴重地影響。但降雨趨勢原因相當複雜且難以確定。
- 2.越南及印尼的農損情形相當相似。旱作作物一般產量少於灌溉作物，然而最主要的挑戰是尋找水資源。
- 3.種植和生長季節可能需隨著改變的降雨期而變化。考慮需用水量較少的新品種水稻。
- 4.對稻米及蔬菜之外的農作物需要更詳細的研究。
- 5.許多氣候及非氣候因素尚未被更進一步的考量。
- 6.需要更好地整合這些"不確定"的資料，以增加評估氣候變化影響來源的信心度。

##### 建議

- 1.利用目前已知的知識監測及評估氣候及災害風險影響對於糧食安全的規模及多樣性。

- 2.改善自然災害影響資訊系統並提供農民可靠的氣象預測。
- 3.降低糧食及營養安全的災害風險及加強適應性的管理方案(氣候智能農業和風景、儲存戰略食物、現代化灌溉技術等)
- 4.投資於研發及利用科學界的農作物變化資訊，以抵禦環境風險並增進農作物於風險潛力區的產量。
- 5.災後致力於復原及抵禦未來對於糧食安全及營養的威脅。

## 1.2 南盟國家的糧食安全

Dr. Ashfaq Ahmad Chatta, Program Chair, CC/Professor, University of Agriculture, Faisalabad(UAF), Pakistan.

結論

- 1.自 19 世紀中期以來地球地表溫度平均升高攝氏 0.85 度。
- 2.降雨或融雪的變化模式正在改變全球的水質和水量。
- 3.氣候變遷將會影響全世界的農業、糧食安全及農業永續性。
- 4.南盟國家對於全球暖化的肇因貢獻微不足道，卻是氣候變遷中最易受害的國家。
- 5.考慮到氣候變化的影響，必須使南盟國家有彈性調適氣候。
- 6.要跨區合作，以因應不斷變化的氣候變遷性質。

## 1.3 氣候變化和相關自然災害對於農民生計的未來情況：泰國的經驗

Dr. Attachai Jintrawet, Professor, Chiang Mai University, Thailand.

結論

- 1.氣候模式
- 2.農業系統模型
- 3.評估泰國的時間與空間
- 4.對 AR5 數據集的近期評估
- 5.需要與利益相關者團隊運作

考量到變遷的可能性時，可用的選項及一定範圍的土地利用作法可能會影響大量的研究資訊。

然而，如何利用這些資訊，或這些資訊如何過濾到決策過程仍是不太清楚的。

## 第二節 減少農業的災害風險

### 2.1 農業於氣候不確定時代的災害風險管理

Dr. Agastin Baulraj, Manonmanium Sundaranar University, Tirunelveli, Tamil Nadu, India.

# DISASTER MANAGEMENT CONTINUUM



災害演變的過程

- 1.現實世界是複雜的，因此應該引入科學方法來看待災害風險管理及農業的跨學科問題。
- 2.我們的決策者、學者和管理者都認為我們知道所有的事。但若能同時參考傳統知識系統會更好。
- 3.災害管理、減災及災害適應都需要以人為本做考量。
- 4.我們不要將我們知道的推給別人，讓我們共同學習並一起努力。

## 2.2 建立農業供應鏈抵禦自然災害的能力

Dr. Venkatachalam Anbumozhi, Senior Economist, Economic Research Institute for ASEAN and East Asia, (ERIA) Indonesia.

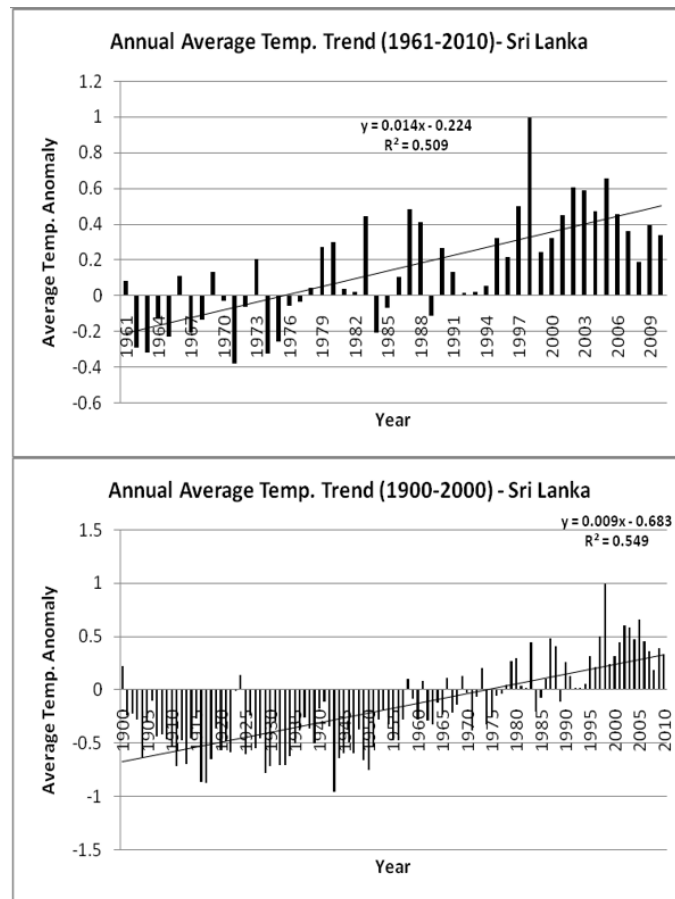
- 1.隨著自然災害和氣候變化的頻率越來越高，供應鏈的經濟損失也更加顯著，因此識別這些災害的風險變得更加重要。
- 2.與供應鏈管理業務中不斷發展的國際間良好實踐案例相比，目前區域性災前管理的限制被侷限在有限的市場參與力量，如災前的資金籌措或融資相當困難。
- 3.必須改善目前對於區域連續性計畫認識的不足，以及提升對災害及氣候變遷威脅的一般認知。
- 4.在區域層級建立在短時間內廣泛擴大持續的區域合作，包括評估供應鏈風險及審查適用的風險經濟模式。
- 5.需要鞏固與加強供應鏈上減少災害風險的知識，將其納入區域一級政策、能力、經濟發展平台。

### 2.3 預警系統及其在預防氣候災害風險的作用

Dr. Malith Fernando, Metrology .Department, Sri Lanka.

經由過去及未來的數據分析，斯里蘭卡有目前以下的情形以致於發生洪水、乾旱及地滑等災害。

1. 氣溫上升
2. 當日溫差降低
3. 年降雨量增加
4. 年降雨變異數增加
5. 高強度降雨事件
6. 嚴重的雷雨
7. 嚴重的氣旋
8. 季節模式及農耕季節改變



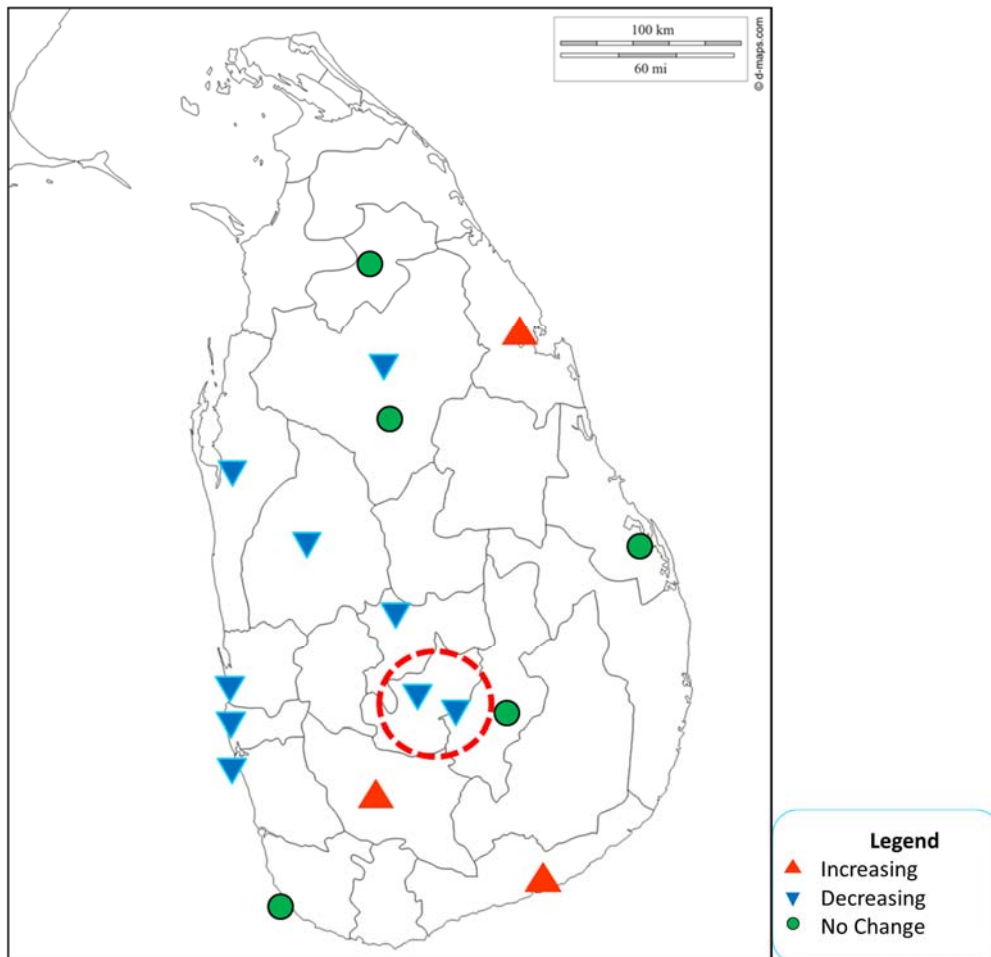
斯里蘭卡氣溫上升情形

氣溫上升造成更多的蒸發散，更多的水份從土壤、水體及植物中損失。以斯里蘭卡整個島的溫度平均來看，1900年至2010年的溫度上升了攝氏0.9度，而以1961年至2010年的溫度則是上升了1.4度，足以看見近年來的溫度增加



幅度更趨明顯。以一日最高溫來看，斯里蘭卡部分東邊與南邊有氣溫上升的情況，而以一日最低溫來看，則可以看到大部分的地區在夜晚的時候氣溫都上升了。

而夜晚的氣溫無法降低所造成的一當日溫差減少的情形，影響了農作物的收穫量，因更高的溫差是馬鈴薯維持高產量的重要因素之一。



斯里蘭卡當日溫差分佈情形(1980-2015)

在降雨強度增加的部份，當日降雨強度於斯里蘭卡北部及中部皆增加了10%，南部及東部增加5%，僅都市化較明顯的西部首都呈現微幅降低的情形。

斯里蘭卡的洪水主要分成三種，突發的洪水肇因是在降雨初期發生的強降雨或水壩潰堤；河流的洪水則是因為過多的降雨造成水位上升緩慢上昇；沿海的洪水則是因為熱帶氣旋急遽的暴風雨。目前斯里蘭卡所遇到的洪水以沿海的洪水有顯著的增加。

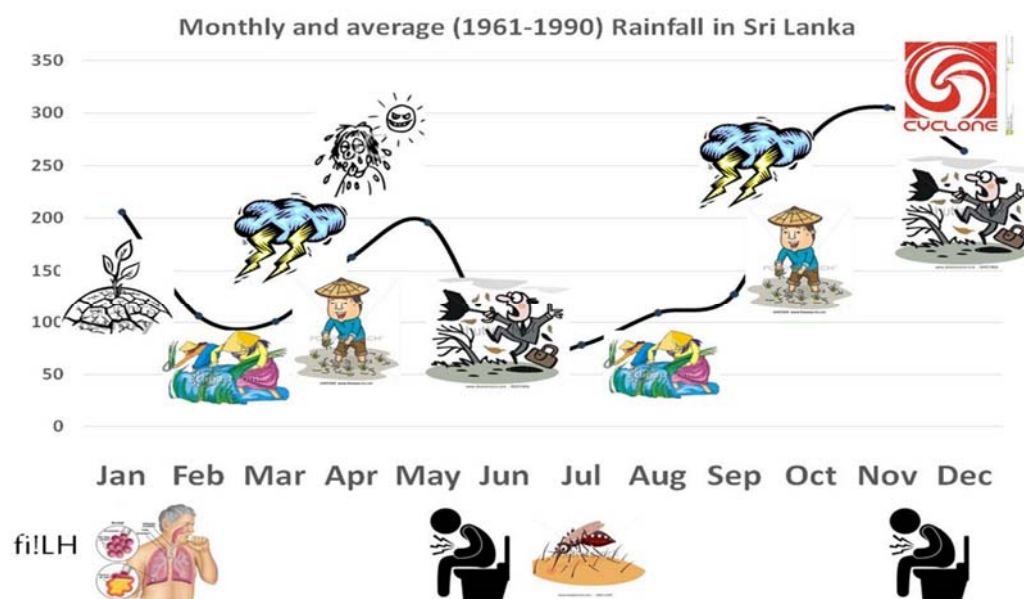
氣候變遷對斯里蘭卡的影響還顯現在人體健康的面相上。缺水而產生的疾病、雨季而產生的蚊蟲傳染病，甚至還有女性的疾病等。在許多南亞國家，大約10歲左右的小孩是為家族取水的主力，其中又以女孩為主。裝水容器的尺寸依每個孩子的身材而有所差別，但大約每次需盛裝1公斤的水並且最多需搬運3到4英哩。背負如此重量對於成人女性有長期的健康影響，對未成年女性更

可能造成身體無法成長的影響，更可能會對頭部、頸部及脊椎造成損害。在一些極端的案例，這些脊椎的變形甚至影響到女性無法懷孕或生育。



水資源傳染疾病及婦女孩童取水問題

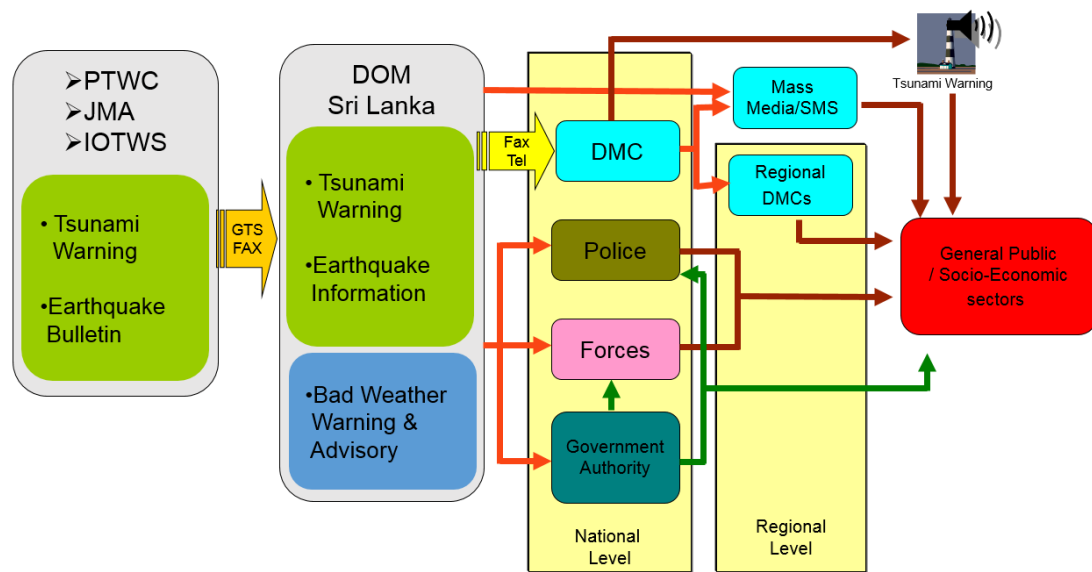
在斯里蘭卡最主要的耕作收穫季節是在 2-4 月及 8-10 月，受到氣候變遷的影響，在天災部份時常碰到乾旱、雷雨、高溫、強風、熱帶氣旋等威脅，在人體疾病部份則會碰到呼吸道傳染疾病、中暑、虐疾等威脅。



斯里蘭卡每月平均降雨情形(1961-1990)

為了氣候變遷的調適，斯里蘭卡從發展氣候預測系統及預警系統來做因應。自 1973 年發展了農業氣候網絡，總共有 40 多個農業氣象站分部於全島，預測發布農業氣象公報、季節性天氣展望、區域累積觀測平均值及降雨概率預報等資訊。在斯里蘭卡，超過 80% 的天然災害都是因為不尋常的天氣現象所造成，極端天氣預報及預警系統可對於天氣造成的天然災害進行預報，如熱帶氣旋、大雨、雷雨、閃電、龍捲風、海嘯及強風。配合預警系統，斯里蘭卡在國

家層級及區域層級，互相配合執行公權力、警力及預報回饋系統，以對於一般民眾進行最有效率的疏散警報。



斯里蘭卡的災害預警通報系統

對於斯里蘭卡人民面對災害時，較大的挑戰是資訊的傳遞。人民要嘗試取得可靠的資訊，應該多從新聞取得事件的最新情況，而不要相信口耳相傳的資訊。在疏散避難之後也要確定等到地方政府發布解除警報的訊息再返回家中，當道路有可能損壞時，預警規劃系統則需要提供替代方案或是避難場所。



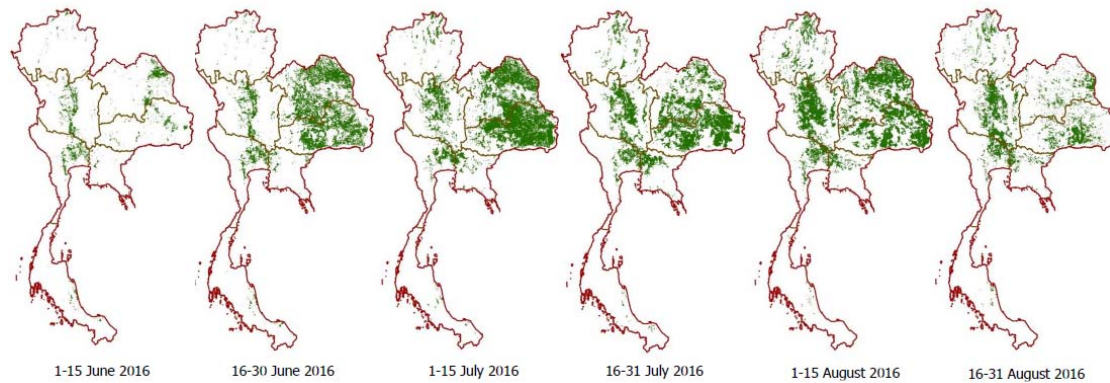
斯里蘭卡疏散避難情形

而斯里蘭卡目前亟需立刻行動的議題，包含了學習如何識別潛在的災害。如病媒蚊傳播的疾病容易在雨季發生，就應注意將積水容器、池塘等病媒蚊容易產卵的容器與地點進行防治。都市地區的洪水不只是因為大雨造成的，往往還來自排水系統的堵塞，因此廢棄物的處理應廣及至社區，督促居民做好垃圾分類丟棄並減少使用塑膠製品。而以往處理垃圾的方式是直接焚燒，不僅可能造成溫室氣體增加，也可能對環境帶來有毒汙染，因此垃圾分類再利用是極為重要的課題。

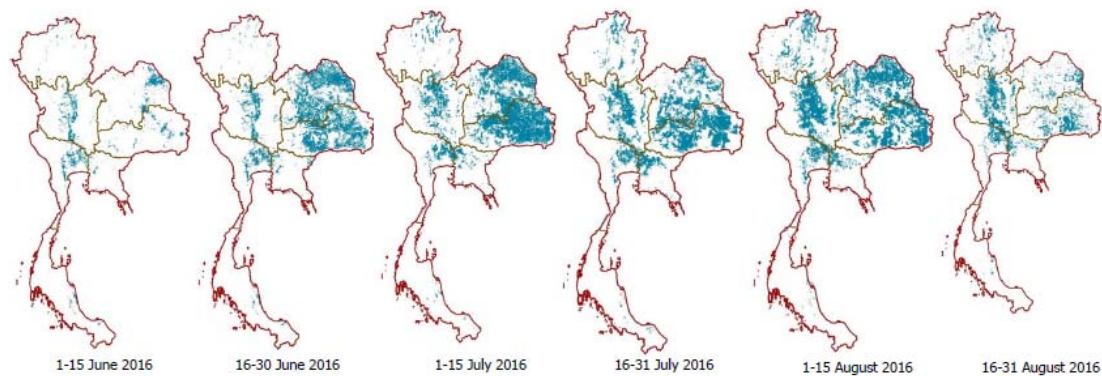
### 第三節 建立氣候適應性農業措施

#### 3.1 以季節性稻米產量預測來處理氣候變率

Dr. Attachai Jintrawet, Professor, Chiang Mai University, Thailand.



泰國 2016 年 6 月到 8 月種植稻米分布圖(<http://rice.gistda.or.th>)



泰國 2016 年 6 月到 8 月收穫預測圖(<http://rice.gistda.or.th>)

- 1.對於全球來說，天氣及氣候即是農業系統中一切能量的來源。
- 2.全球必須經由系統化的實施、統合與投資，共同合作處理氣候變化及轉變。
- 3.以綜合性和包容性的方法來處理適應性及永續性稻米生產系統的短期變異性。
- 4.農業研究人員必須採用高科技工具，以提高對有限並複雜的農業資源進行了解、增進預測和管理能力。
- 5.我們知道我們的老師、醫生、牙醫等是誰，但我們不一定知道我們的農夫及食物來源。

#### 3.2 建立農作物部門對氣候變遷的適應力及調適性

Dr. Ashfaq Ahmad Chatta, Program Chair, CC/Professor, University of Agriculture, Faisalabad(UAF), Pakistan.



中國、菲律賓及孟加拉都有魚菜共生的案例

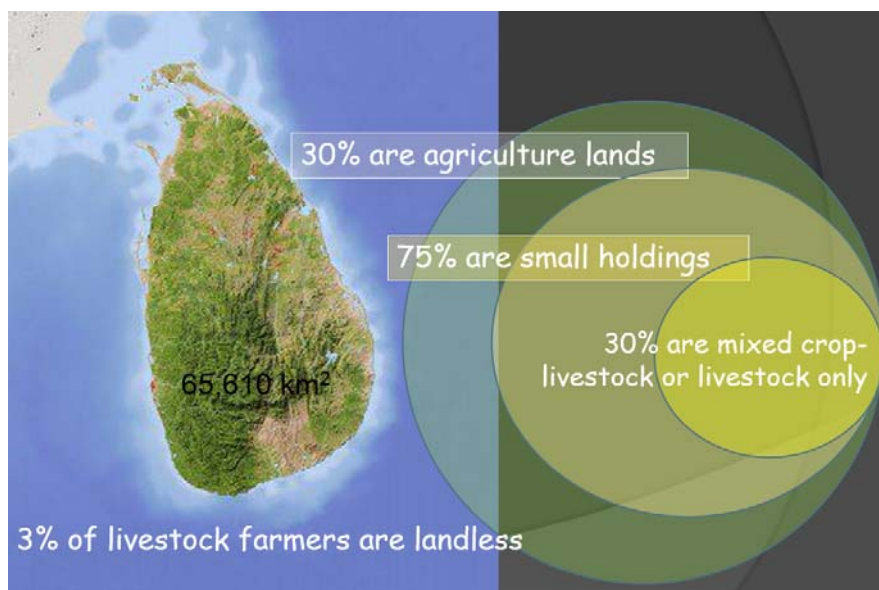
- 1.氣候變遷正對農業系統產生重大影響，是世界糧食不安全的主要驅動因素。
- 2.由下而上的方法能更有效地建立氣候智能的農業生態系統。
- 3.擴大規模的創新將有助於提高作物部門的適應性。
- 4.擬議的適應戰略的應用將確保種植系統的永續性。

### 3.3 建立畜牧業對氣候變遷的適應力及調適性

Ms. Maheshika SandaruwanieKurukulasuriya,

Lecturer, Dep. Animal Science, UvaWellassa University of Sri Lanka

畜牧業在農業中佔相當重要的地位，佔農業總生產量的 40%，在食物能量中佔 15%、在 25%的蛋白質攝取來自肉類，在全世界的農業 GDP 中佔 33%，13 億勞工因運而生，約 6 億人口從事相關產業的經營。在斯里蘭卡，畜牧業約佔農業 GDP 的 11%，約養殖 3 千 5 百萬頭牲畜。



斯里蘭卡畜牧業的現況

畜牧產業目前所遇到的困難是，未來的生產量跟生產力的限制、未來養殖資源的縮減、自然環境的承載量，以及氣候的變異與轉變。由於飼養牲畜所產生的氣體及固體或液體廢棄物，畜牧產業是氣候變遷的肇因者之一，卻因為牲畜受到氣候影響導致疾病或生產力變化，同時也是氣候變遷的受害者。畜牧業受到氣候變遷影響有以下的衝擊，如飼食的量與品質改變、炎熱氣候影響牲畜的食量及繁殖、可用的水資源量改變、疾病及病媒以及其他間接的影響。

在斯里蘭卡的報告，有以下三點結論：

- 1.氣候變遷對畜牧業來說是一個挑戰。
- 2.將畜牧業與穀物混合飼養耕作的系統比起單一系統對氣候變遷的風險更具適應能力，可做為更好的管理資源。
- 3.對於畜牧業應對氣候變遷的適應性及適應能力，能綜合考量應用技術、產業行為、管理和政策的一級策略是相當重要的。

### 3.4 建立漁業部門對氣候變遷的適應力及調適性

Dr. Kanapathipillai Arulanathan ,

Principle Scientist, National Institute of Oceanography and Marine sciences,

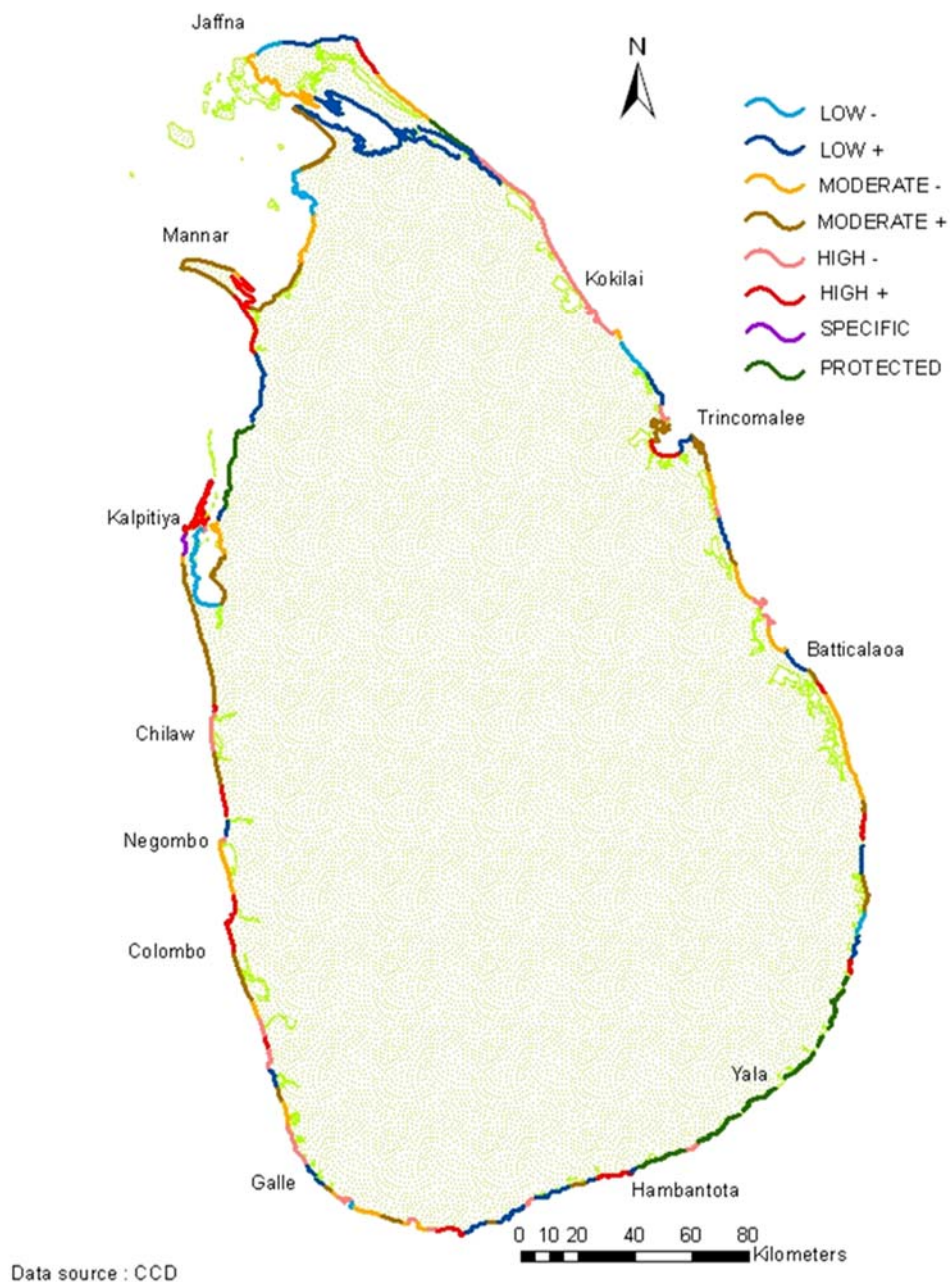
National Aquatic Resources Research and Development Agency(NARA), Sri Lanka.



斯里蘭卡位置圖

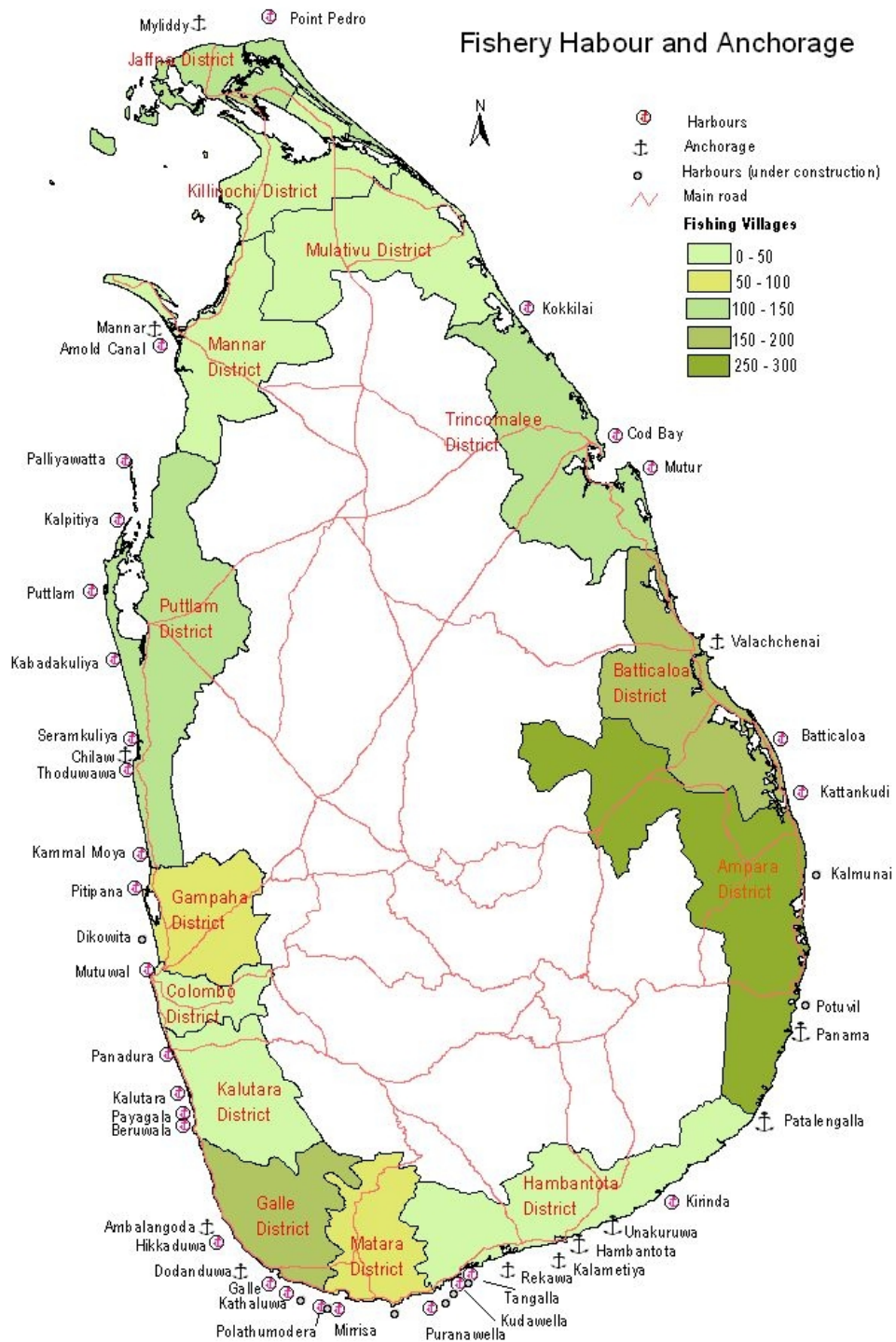
斯里蘭卡是印度洋中的一個海島，海岸線全長達 1,620 公里。在臨海地區，居住於都市地區的人民達 65%，佔 GDP 的 44%。斯里蘭卡的漁業是相當重要的資源，佔動物性蛋白質攝取量的 60%，每人每年攝取量約 15.8 公斤，佔全國 GDP 的 1.3%，漁業總產量達 5,202 兆噸，其中近海及遠洋漁業佔 87%、淡水及養殖漁業佔 13%。

斯里蘭卡過去 100 年海水高度以每年 1.5-3mm 的速率上升，預測在 2050 年時海平面將會使所有的沙岸海岸線退後 10 公尺，在往後 50 年海岸線將每年退縮 0.2 公尺。



斯里蘭卡海岸侵蝕示意圖

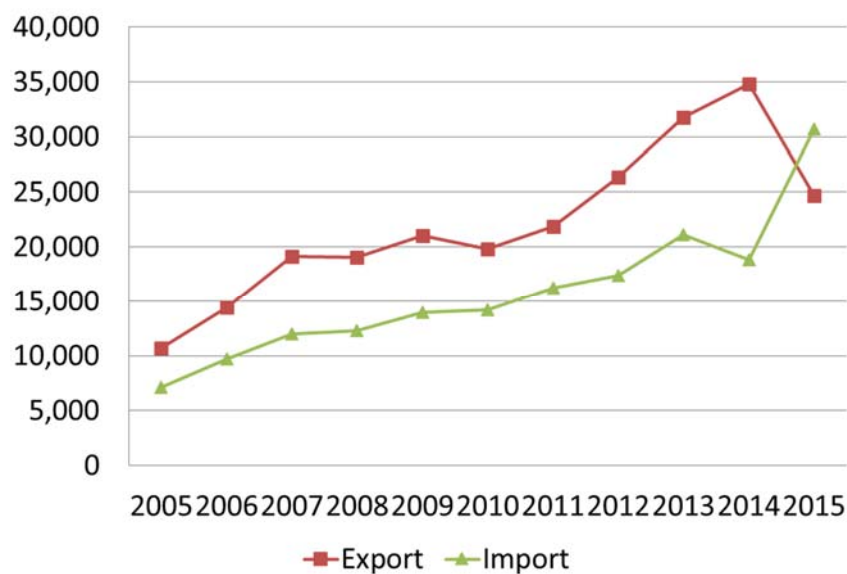
斯里蘭卡主要的漁獲分布位於東部沿海，東南部的 Ampara 區是最大的漁獲地區。全國登記的船隻有 59,116 艘，其中外置引擎漁船有 24,028 艘，非機動船有 17,813 艘，大型引擎遠洋船隻 4,218 艘。大型漁業港灣計 15 個，錨定處 19 處，小型漁船停靠港共 700 處。



斯里蘭卡漁港口分佈圖

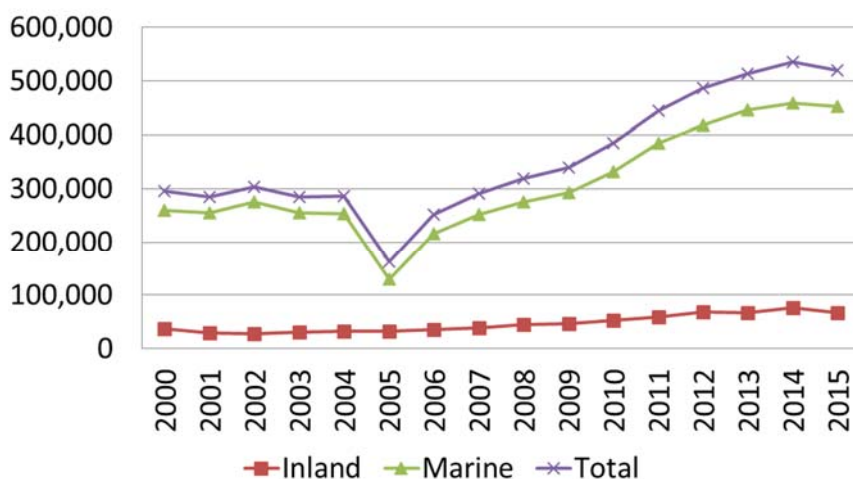
全國漁業型村落計 1,337 個，從事漁業的戶數約 131,000 戶，約 1,037,970 人。港口雇人員佔全國勞工的 2%，約 276,010 人，其中近海及遠洋勞工佔 8 成，淡水及養殖漁業佔 2 成。從事漁業貿易及對外活動的人數約 40 萬人。斯里蘭卡漁業進出口情形自 2005 年開始皆為出口大於進口，但在 2015 年時首次進口量超越了出口量。





斯里蘭卡漁獲進出口情形

總漁獲量在 2000 年到 2004 年 3 千兆噸左右，在 2004 年底的南亞大海嘯後，於 2005 年僅剩一半的漁獲，隨後再逐年恢復增加，於 2007 年恢復往年漁獲水準後逐年增加，並在 2014 年達 5 千 3 百兆噸的最高點後，2015 年漁獲量退回 5 千 2 百兆噸，其中近海漁獲量佔 52%，海洋漁獲佔 35%，淡水及養殖漁獲佔 13%。



斯里蘭卡水產來源

氣候變遷對於斯里蘭卡漁業有相當的衝擊，包含海水酸化、海溫上升、海流形式改變、氣候極端事件及海平面上升。其帶來的影響包括了：

- 1.沿海棲地和物種分布的損失及變化
- 2.沿海濕地向陸地遷移
- 3.濕地消失

- 4.紅樹林及珊瑚礁損害
- 5.瀉湖及河口鹽度的變化
- 6.災害事件發生率增加

然而海水上升也有可能帶來好處，如：

- 1.可能開發新的棲息地
- 2.新的漁業型態
- 3.一些海洋地區可能會增加生產力
- 4.一些魚類和貝類可能生長得更快

為了保持更好的沿海環境，對於沿海地區的管理及近海捕撈計畫包含了幾個重點：

- 1.保護和穩定易受侵蝕的海灘
- 2.建立海灘公園
- 3.預防和減少沿海汙染
- 4.制訂海岸線發展計畫
- 5.實施特殊地區管理計畫
- 6.保護沿海棲息地
- 7.加強礁石監測系統，提供珊瑚白化及棲息地管理的預警
- 8.安裝人造礁石或是魚類棲息裝置
- 9.制定整合性氣候變遷影響的海岸管理計畫
- 10.定期評估和審查魚群種類，並根據結果制定漁業政策
- 11.減少近海的魚群捕撈，避免過度捕撈

同時為了增加漁業在氣候變遷影響下的自主性及適應性，有以下幾點漁業發展重點：

- 1.向漁民推廣水產養殖、近海養殖及淡水養殖技術
- 2.推廣高價值海洋魚類養殖
- 3.鼓勵於海洋或廢棄的水塘中養殖海草
- 4.引進海洋觀賞魚的養殖
- 5.開發人力資源、設施及漁業文化發展活動，持續查核、研究及進行飼料試驗等。
- 6.建立國內的主要漁業市場，並將出口及進口資料電腦化。
- 7.進行養殖技術轉移和加值應用，提高生產者收入。
- 8.建立示範計畫。

斯里蘭卡官方從 2010 年起對於漁業面對氣候變遷議題也進行逐年的計畫及法案研討：

- 2010 年：漁業部門對氣候變遷的脆弱性
- 2010 年：斯里蘭卡 2011 年至 2016 年國家氣候變遷適應戰略
- 2011 年：氣候變化脆弱性數據手冊
- 2012 年：國家氣候變遷政策

- 2014 年：氣候變遷適應技術需求評估和技術行動計劃
- 2014 年：減緩氣候變遷的技術需求評估和技術行動計劃
- 2015 年：斯里蘭卡氣候變遷適應和減緩的技術需求 - 計畫概述
- 2016 年：2016-2025 年斯里蘭卡氣候變遷影響國家適應計畫

斯里蘭卡認識到氣候變遷的議題並將其納入國家發展的重要政策，包函通過實施漁業適應性推動策略，希望以最大限度地減少氣候變遷的影響，並針對新出現的氣候變化現象制定應對的策略，並建立國家應對氣候變遷影響的監測機制。

### 3.5 可適應所有天氣的食物生產技術

Mr. Mitsuo Nakamura

Programme Officer, Asian Productivity Organization, Japan.

世界人口目前不斷增加，經過研究，估計 2050 年全球可能達到 100 億人口，屆時約三分之二人口居住在都市地區，非從事糧食生產工作。在農業勞動力短少的時代，最主要會出現兩種問題，其一是高齡的農夫增加，另外就是由於青年人對於農業生產缺乏興趣而造成從事農業人口減少。因此，目前傳統露天耕作的農業方式正在瓦解中。

以傳統農法耕作的主要糧食作物目前遇到以下威脅：

- 1.氣候變遷(全球暖化)
- 2.乾旱、洪水、熱帶氣旋出現的機率增加
- 3.可耕作的土地面積及水資源縮減
- 4.土壤縮減、對作物有害的昆蟲及疾病發生率增加
- 5.環境汙染(如水源汙染)
- 6.農產品的化學殘留超過殘留容許量
- 7.授粉媒介破壞、生物多樣性喪失
- 8.整體生態系統崩解

有鑒於上述的擔憂，現今社會出現了新的需求，如消費者及零售商對於商品品質要求越來越高、希望取得更安全高品質的食物、追求新鮮的食品如水果及蔬菜、追尋碳足跡小的產品及減少我們共同環境及大眾健康的負擔等。

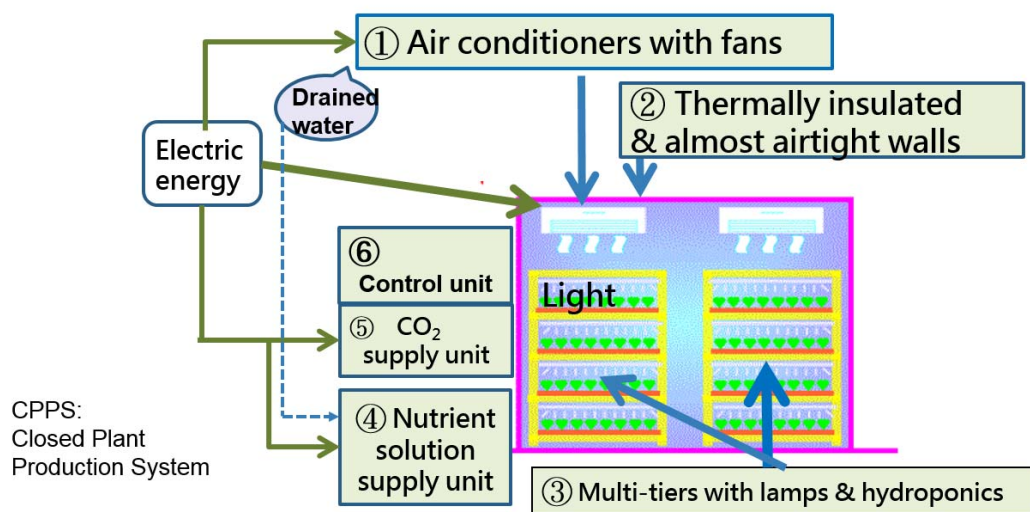
在滿足客戶需求和確保維持宜居世界的生態系統健康的同時，能夠在氣候變遷的時代為未來城市提供食物的農業技術和做法，目前 APO(亞洲生產力組織)提出了「受控環境農業」(Controlled Environment Agriculture,CEA)，並在網站上提供了自學學程，可以自行上網免費下載。



The Kameoka Plant, SPREAD Co., Ltd.

受控環境農業包含兩種方式：溫室(塑膠溫室、玻璃溫室及其他建築)及以人造光源的植物工廠(PFEL，最新的 CEA 技術)。

PFEL 在顧客端的需求部份可滿足無農藥無蟲無塵、新鮮食用不需清洗、高品質且價格穩定、2 倍保鮮期及地產地銷。在生產者部份植物工廠的特色是依計劃生產、在舒適環境下安全輕鬆的工作、即使在冬天也毋須加熱增溫、每單位土地面積生產力超過 100 倍、水和肥料最小消耗量、可充分利用 LED、物聯網、人工智能及自然能源的最新技術。

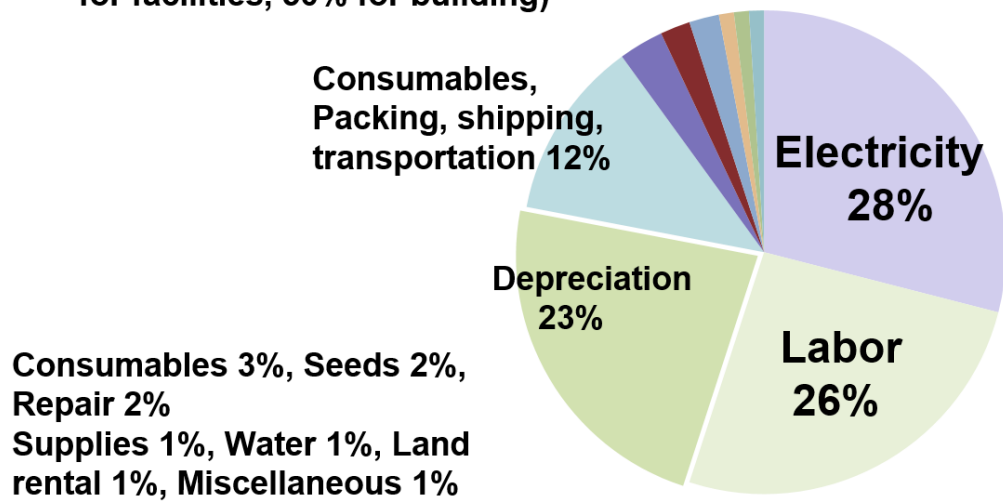


PFEL 營運的六大單元

在日本設立植物工廠的初始花費大約是每平方公尺 3,000 美金，其中 50% 是花費在建築物、另外 50% 在設備花費。營運生產之後的支出 28% 在電力、26% 勞工、23% 折舊、12% 在消耗品、包裝、運送及運輸。每年每平方公尺可生產 2,500 株萵苣，銷售金額約每平方公尺 2,500 美金。

PFAL 將以最少的資源和環境污染物的排放帶來高生產率，並將成為都市農業解決食物、環境和社會三元問題的關鍵組成部分。

Initial cost: 3,000 US\$/m<sup>2</sup> in Japan (50% for facilities, 50% for building)



Ohyama ( 2015)

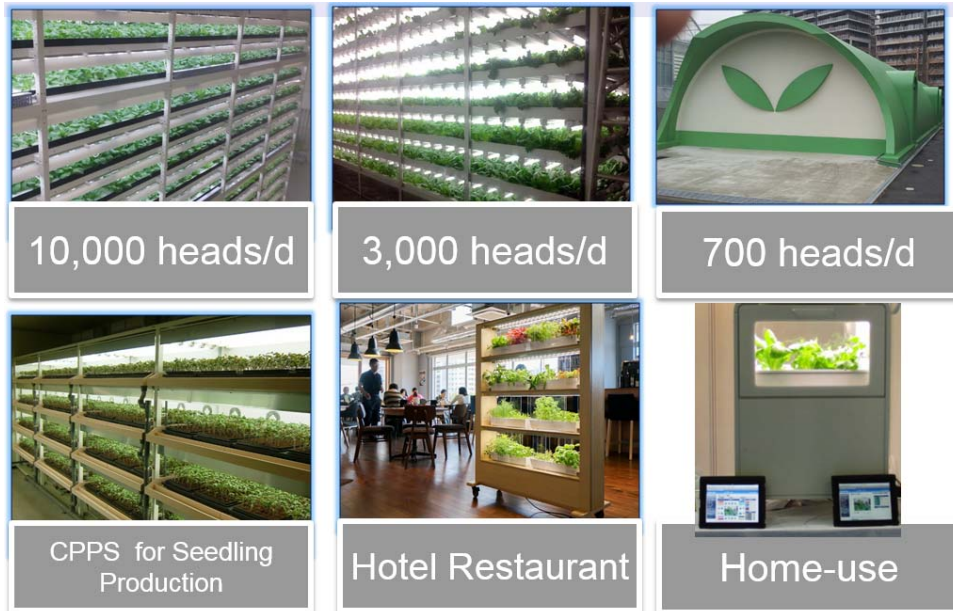
PFEL 的設立及營運成本(Ohyama,2015)



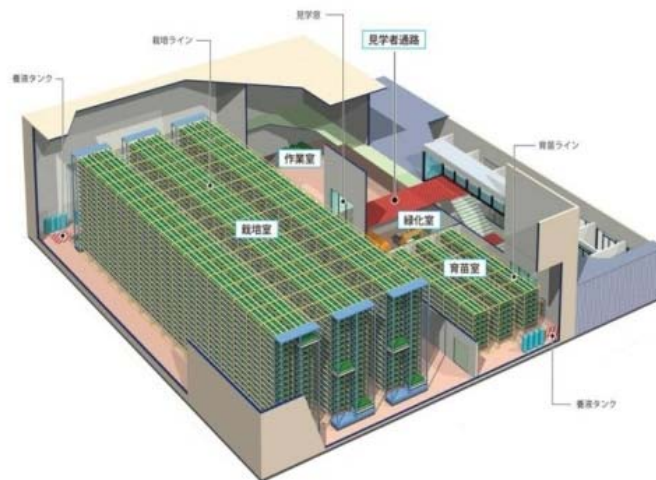
日本以 LED 燈營運的植物工廠(Mirai Co. Ltd.)



日本最大の植物工廠於 2006 年設立，每天生產 23,000 株綠色蔬菜。  
(Spread Co. Ltd. Kyoto, Japan)



日本柏の葉是智能城市，依照不同的需求有不同的生產型態



R&D Center for the Plant Factory, Osaka Prefecture University

## 第四節 將氣候變遷適應性及降低氣候引致災害風險納入國家農業政策、方案和計畫以發展永續農業

### 4.1 以農業保險工具支持亞洲小型生產者及農業中小型企業以發展氣候變遷適應力

Dr. Agastin Baulraj, Manonmanium Sundaranar University, Tirunelveli, Tamil Nadu, India.

農業的生產深受氣候因素影響，屬較高風險的行業，一次災害來臨即可能使某區域或某個季節的作物大量的損毀，同時無論盛產或短缺都影響著農產品價格波動及農家的收益。

在引入農業保險的概念下，可能會出現以下優缺點：

- 1.保險減少了農民生活的不穩定性
- 2.允許冒險
- 3.帶出創意
- 4.可能有道德風險或隱藏的行為
- 5.保險中可能有隱藏的資訊或逆向的選擇

除了農業保險之外，另外一種財務工具為農村小額信貸。在印度，小額信貸使農村和城市貧困婦女能力在建設方面發揮更大的作用，並通過這樣的方式產生共同的社會意識。小額信貸在印度的實行方式是女性必須加入團體後進行共同貸款，透過持續輕鬆獲得信貸，充足的商業機會可以改善農業上對婦女的依賴程度。

另外在人力培訓的部份，印度政府也為農村提供了許多培訓的機會及主題，如：

- 1.食品安全
- 2.為進入全球市場，相關貿易衛生及植物檢疫限制
- 3.有機認證
- 4.包裝和品牌
- 5.電子營銷
- 6.農產出口

在各種商業模式結合、人力培訓及經濟支持下，不僅可以推廣在地特色作物，更可以將商品推廣出去，不管是農產加工製品、國際企業包裝行銷都具有相當亮眼的成果。



斯里蘭卡稻米製品加工行銷的成功案例

## 4.2 將氣候變遷適應性及降低氣候引致災害風險納入國家農業政策、方案和計畫

討論：氣候適應性農業對於聯合國永續發展方針目標的貢獻

2015 年 9 月 25 日，在聯合國成立 70 週年之際，世界領袖們齊聚聯合國紐約總部，舉行「聯合國發展高峰會」，基於千禧年發展目標未能達成的部份，發佈了《翻轉我們的世界：2030 年永續發展方針》。這份方針提出了所有國家都面臨的問題，並基於積極實踐平等與人權，規畫出 17 項永續發展目標及 169 項追蹤指標，作為未來 15 年內（2030 年以前），成員國跨國合作的指導原則。

此外，這份方針同時兼顧了「經濟成長」、「社會進步」與「環境保護」等三大面向，在在展現了這份新方針的規模與企圖心。(公益交流站，<http://npost.tw>)

17 項永續發展目標如下：

1. 終結貧窮
2. 終結飢餓
3. 健全生活品質
4. 優質教育
5. 性別平權



- 6.潔淨水資源
- 7.人人可負擔的永續能源
- 8.良好工作及經濟成長
- 9.工業化、創新及基礎建設
- 10.消弭不平等
- 11.永續城鄉
- 12.負責任的生產消費循環
- 13.氣候變遷對策
- 14.海洋生態
- 15.陸域生態
- 16.公平、正義與和平
- 17.全球夥伴關係



聯合國永續發展方針目標

在氣候變遷適應性及降低氣候引致災害風險的議題中，環境議題無疑是本次研討會最具貢獻的項目，然而在農業經濟改善的情況下對於社會進步及經濟成長都會有長足穩定的貢獻。

## 第五節 國情報告及分享

分享主流的氣候變遷適應性及降低氣候引致災害風險挑戰及成功經驗，以實現聯合國千年發展目標下的標的：參與者分享各國經驗。

在國情報告分享，參與的 11 個國家各自針對其國家碰到的氣候變遷問題及目前解決之道進行分享。本次代表台灣與會的，分別是行政院農委會農業試驗所農業工程組姚銘輝博士及行政院農業委員會水土保持局臺北分局治理課工程員蘇中鈺。因此本次國情報告融合了農試所對於農民防災的相關推動政策及水土保持局對坡地水土保持及社區防災技術的內容，會場中各講師及參與成員皆對台灣災害防救技術及推廣印象相當深刻。

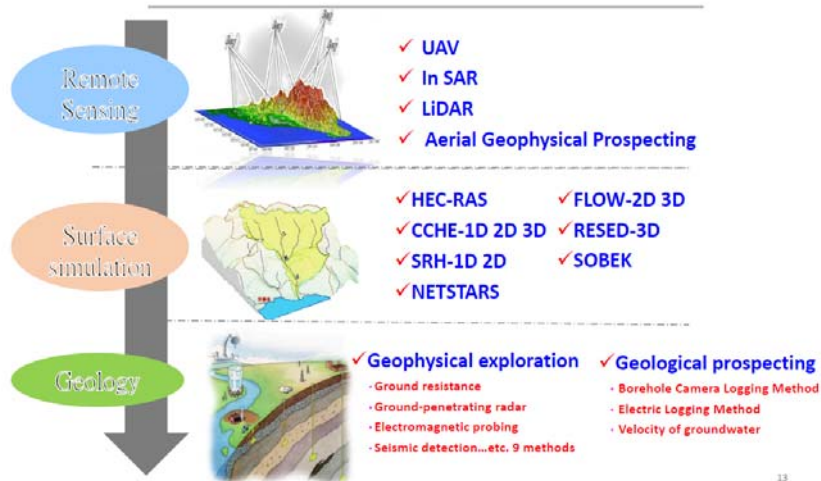
報告中針對台灣的地理環境及氣候進行概略的簡介，報告當天台灣同時正面對颱風的威脅，在熱帶氣旋也相當頻繁的東南亞各國中簡報相關預測及災害防救措施，各國更有同感。



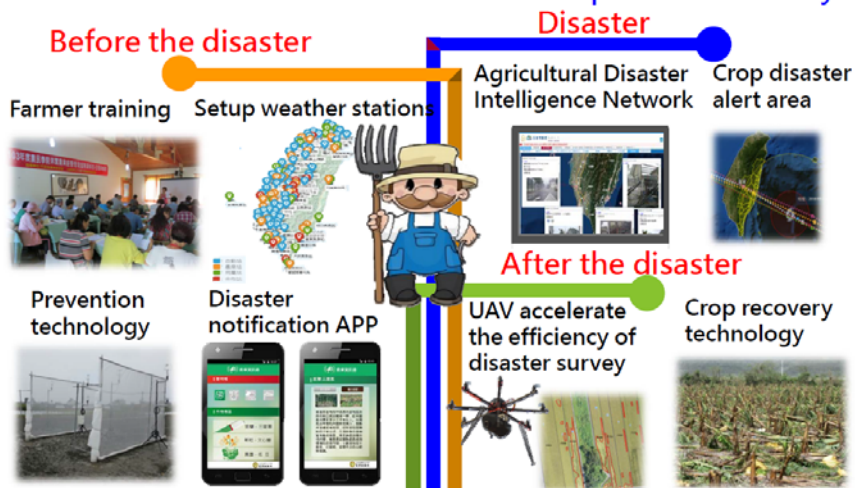
台灣國情報告



相關問題答詢



台灣的地理資訊科技



台灣對農業的災害防救機制

Public Warning System

LINE Fans Page

Training by Native Language

台灣的災害通報系統及避災教育訓練

## 第六節 實地考察

### 6.1 參訪斯里蘭卡水稻研究與開發研究所

研究水稻品種及文化習俗的發展以適應氣候變化。



斯里蘭卡水稻研究與開發研究所針對其業務及研究進行分享



實地參訪稻米研究與開發研究所試驗場所

## 6.2 參訪並研究當地水潭及其支流溝渠 如何保存水資源以面對乾旱問題。



當地具歷史灌溉儲水用水潭



斯里蘭卡講師分享水潭對農業灌溉貢獻的經驗

## 第七節 分組討論

大會要求與會人員分為四個組進行討論，通過掌握本次研討會的經驗教訓和見解，透過分享講師報告文件和國情報告介紹、實地考察，以及自己的國家觀察和經驗，並對指定主題進行詳細的討論。

### 7.1 發展氣候變遷適應性農業之問題與挑戰的確立，並依照其重要性排列優先順序

本次分組討論，本組討論議題為「將氣候變遷適應性及降低氣候引致災害風險納入國家農業政策、方案和計畫」，在大會講師的帶領下，針對本議題本組提出以下問題與挑戰並依照重要性排列順序如下：

1. 氣候變遷和農業的政策孤立導致永續發展目標的實施不足
  - a. 社會制度與官方政策的不一致
  - b. 對氣候變遷及相關政策的知識不足
  - c. 利益關係者之間缺乏協調
2. 經濟限制
  - a. 無法在各層級對金融需求進行可信的量化
  - b. 私部門參與意願不高
  - c. 調整財務資源以應對氣候變化
3. 預報系統的訊息缺乏及可信度不足，並出現新的跨領域問題
  - a. 缺乏歷史數據
  - b. 缺乏先進的設備及技術
  - c. 將氣候資訊轉化為行動的能力不足
  - d. 缺乏可靠資訊的共享機制
4. 缺乏處理氣候變遷及風險管理的知識及技術
  - a. 缺乏體制化的機制
  - b. 缺乏熟練的人力資源。
  - c. 決策過程趨於保守及不公開
5. 缺乏特定地區有利可圖的創新戰略
  - a. 實踐農業多樣性
  - b. 制定政策集中於中央政府未考量地方



分享各國經驗後統整分組報告

## 7.2 確立短期中期及長期行動計畫及施行路線，以解決發展氣候變遷適應性農業之問題與挑戰

氣候變遷帶來新的不確定性，增加新的風險，改變現有的風險情形。許多國家採取了主動行動，將適應性納入政策、發展規劃和方案製定的主要考量項目。在氣候條件變化的情況下，需要進行系統化的努力措施來提高糧食生產系統的永續性和生態系統的復原力。處理與農業和糧食安全有關的氣候相關風險和不確定性，需要為農業制定國家綜合框架，並根據其他國家計劃和戰略確定優先重點。預計這些舉措將有助於防止政策衝突，與單獨管理適應相比，提高財政資源的使用效率。

然而，在亞洲許多國家，氣候變遷適應性仍然與整體農業政策和計劃分開管理。通常，氣候變遷適應措施與現有的戰略、政策和計劃（如農業發展，糧食安全，生計維持，資源管理和風險管理）重疊。為使氣候變遷適應工作更具持續性和廣泛適用性，必須將其納入糧食和農業發展政策和方案的主流，以促進農村發展。這需要對農業氣候變化適應和災害風險管理戰略有充分的了解，以及如何將氣候變化適應和氣候相關災害風險管理措施納入國家發展可持續農業的農業政策、計畫和行動。



分組討論第四小組合影



分組討論第三小組

### 第三章 心得及建議

經由本次研討會，我們更進一步瞭解到氣候變遷是實際發生於全球各國的，在這樣大尺度的議題下，沒有任何一個國家可以在這個議題中自掃門前雪。

在糧食生產系統方面，如農作物、畜牧業、林業及漁業等生產活動等，非常容易受到多變的氣候及氣候變遷所影響。農業生產力受到如降雨、溫度及濕度等氣候變數的變化頻率、時間及規模所限制。洪水、乾旱、熱帶風暴、地滑等極端事件以高頻率及變化的模式出現，作物生長季節的改變，以及病蟲害發生率的增加，已造成農業部門廣泛的破壞及損失。

減少災害風險(DRR)旨在透過採取預防措施，減少地震、洪水、乾旱和颶風等自然災害所造成的損失。這個概念及做法是藉由有系統的致力於分析及減少致災因子。減少暴露於危害之中，降低生命財產的脆弱性，明智管理土地及環境，改善負面事件的準備與預警系統等，皆是減少災害風險的例子。災害的嚴重度取決於危害對該區域及農業社區的影響程度。影響的規模又依次取決於從業人員所做的短期選擇及長期的投資決策，政府制定這些選擇關係到我們於何處種植我們的糧食作物、食品產製系統是哪些，以及我們如何建設所需的基礎設施。治理及經濟系統是另外需要被考慮的因素。每一個決策及執行都將使我們對災害更脆弱或是更具復原力。氣候變遷及災害適應性農業的發展，可以幫助減少自然災害對食物供應系統的影響，改善農業社區的生計。

隨著氣候變遷的變化和自然災害頻率的增加，對現有的生產風險帶來了新的不確定性、風險及改變，農業若要能夠適應氣候變遷，建立適應力至關重要。建立適應力是一個系統的整體響應，並且需要成為因應策略的中心，並做好準備對付未來因氣候變遷引致改變的不確定性。適應力的概念是使各種領域及不同執行規模能夠相結合，不同的領域包含生物物理學、經濟學、社會及福利機構等。它還允許不同領域或尺度間相互作用的分析。一些增強適應力的一般措施，包含潛在風險和脆弱度的識別及監測、採取積極的預防措施以免累積和長期的影響、提高農民及系統的適應能力、在從災害衝擊中復原的同時又要做好變革的準備、考量跨領域及跨尺度間的相互作用，以減少它們在災害衝擊中的傳播。

最後期望將氣候變遷適應性及降低氣候引致災害風險納入國家農業政策、方案和計畫以發展永續農業，以達到對於聯合國千年發展目標的貢獻。

未來在於氣候變遷議題仍須積極地以科學方法獲得更多的環境數據，並將資料內化至知識及政策層面，培養政府部門以及普羅大眾對於環境變遷的適應性。另一方面更需要積極地與世界各國，尤其是亞洲國家進行技術與農業交流，共同營造亞洲技術共享、經濟共榮、貿易互惠的生活圈，以達到與地球環境永續共存的最終目的。

感謝亞洲生產力組織(Asian Productivity Organization, APO)、斯里蘭卡農業部



(Ministry of Agriculture, Sri Lanka)、行政院農業委員會、行政院農業委員會水土保持局、行政院農業委員會農業試驗所及亞洲生產力組織中華民國理事辦公處等單位，提供如此難得的學習及研討交流機會，以及參與本次工作坊所提供的一切資源與協助。參與本次工作坊除了有助個人學識經歷增長，更將多國現況資訊藉此機會帶回國內，收穫良多！

