

出國報告（出國類別：研習）

參加亞洲生產力組織(APO)舉辦之「增加農業用水生產力之創新技術研習會暨訓練計畫」

服務機關：行政院農業委員會農田水利處

姓名職稱：廖珮妤 技士

派赴國家：斯里蘭卡

出國期間：107年7月22日至107年7月28日

報告日期：107年10月26日

## 出國報告審核表

出國報告名稱：增加農業用水生產力之創新技術研習會				
出國人姓名 (2人以上，以1人為代表)	職稱	服務單位		
廖珮妤	技士	行政院農業委員會		
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>研討會</u> (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)			
出國期間：107年7月22日至107年7月28日		報告繳交日期：107年10月26日		
出國人員 自我檢核	計畫主辦 機關審核	審 核 項 目		
<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1.依限繳交出國報告 2.格式完整(本文必須具備「目的」、「過程」、「心得及建議事項」) 3.無抄襲相關資料 4.內容充實完備 5.建議具參考價值 6.送本機關參考或研辦 7.送上級機關參考 8.退回補正，原因： (1)不符原核定出國計畫 (2)以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 (3)內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 (4)抄襲相關資料之全部或部分內容 (5)引用相關資料未註明資料來源 (6)電子檔案未依格式辦理 (7)未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： (1)辦理本機關出國報告座談會(說明會)，與同仁進行知識分享。 (2)於本機關業務會報提出報告 (3)其他_____		
出國人簽章(2人以上， 得以1人為代表)		計畫主 辦機關 審核人	一級單位主管簽章	機關首長或其授權人員簽章

## 摘要

亞洲生產力組織(Asia Productivity Organization, 以下簡稱 APO)於 107 年 7 月 23 日至 7 月 27 日於斯里蘭卡可倫坡舉辦「增加農業用水生產力之創新技術研習會(Workshop on Innovative Technologies for Increasing Agricultural Water Productivity)」，計有亞太地區 10 個會員國共 16 位參與者，以及主辦國斯里蘭卡共 12 位人員參加，其研習會宗旨為分享增加農業用水生產力之技術，以強化用水效率增加生產率。

此次研習會主題包含：農業用水管理當前之議題與挑戰、分享智慧農業用水創新管理技術、學習應用數位科技於農業用水管理面、促進對農民友善之灌溉制度。APO 為使研習內容能對於參與會員國具有積極之成效，於研習會當中，均要求參與人員了解主題內容及評析對其國家的策略行動方法，以促進參加人員在他們國家的前揭技術、規範以及系統之提升。

本次研習經由資源講師的解說及現地勘訪所展現之成果，引領參與人員獲益良多，尤以我國可考量應用「空拍機」於智慧用水之管理上，其優點為可個人操作、適用於田間或集水區等較小尺度之範圍，能分析土壤及田間等相關資料，惟尚須克服其使用上之限制；另未來農業相關政策，若能結合人工溼地進行灌溉用水之調配、地下水補注或淨水水質等，將有助於我國面臨氣候變遷下，加速農業用水效率的提升，除應積極利用整合式氣候資料與灌溉控制系統，達成精進灌溉之節水目標外，更應朝向法規修正面著手，期望成為有完善農田水利法制基礎之國家，邁向永續農業。

# 目錄

摘要 I

目錄 II

表目錄.....	III
圖目錄.....	IV
壹、 目的.....	1
貳、 研習會基本資料.....	2
參、 研習過程及內容.....	3
3-1 第 1 日課程摘要.....	3
3-2 第 2 日課程摘要.....	9
3-3 第 3 日課程摘要.....	21
3-4 第 4 日課程摘要.....	24
3-5 第 5 日課程摘要.....	30
肆、 心得及建議.....	33
4-1 心得.....	33
4-2 建議.....	33

## 表目錄

表 1. 第一組成員 .....	29
------------------	----

## 圖目錄

圖 1. 「增加農業用水生產力之創新技術研習會」之參加人員大合照.....	4
圖 2. 由 MR. P. N. N. JAYANETTI 進行研習會開場引言.....	5
圖 3. DR. PUSPARAJ KLIAIAL 探討亞太地區農業用水生產力之現況和優化方式.....	6
圖 4. ENG. PRABHATH WITHARANA 簡報斯里蘭卡提高農業水生產力之現狀與技術.....	7
圖 5. DR. ALOK SIKKA 簡報提高亞洲地區之水稻生產力之研究.....	8
圖 6. PROF. DR. HARUYUKI FUJIMAKI 簡報應用水生產力之經濟學原理探討農業用水管理.....	9
圖 7. DR. PUSPA RAJ KLIAIAL 簡報應用科技化技術於水資源管理.....	10
圖 8. DR. ALOK SIKKA 簡報提高乾旱地區之水資源生產力.....	11
圖 9. DR. PRIYANIE AINERASINGH 農業廢水再利用及永續水資源管理.....	12
圖 10. PROF. DR. HARUYUKI FUJIMAKI 應用智慧科技技術精準灌溉用水.....	13
圖 11. 由孟加拉的 ABDULLAH AL MAMUN 進行報告.....	15
圖 12. 孟加拉國田畦 (RB) 節水技術.....	15
圖 13. 柬埔寨的 MR. SEK HIENZ 進行報告.....	16
圖 14. 斐濟的 ASHNEEL PRASAD 進行報告.....	17
圖 15. 印度的 RAJNI JAIN 進行報告.....	18
圖 16. 印尼的 EKA OKTARIYANTO NUGROHO 進行報告.....	19
圖 17. 伊朗的 DR. HOSSEIN BANEJAD 進行報告.....	20
圖 18. 灌溉部門簡報說明 NILWALA GANGA FLOOD PROTECTION SCHEME 計畫目標 為防洪、發電、灌溉及供水.....	21
圖 19. 赴 MIHIRIPANNA 現勘水閘門控制系統.....	22
圖 20. 赴 LABUDUWA 瞭解當地農民灌溉農地之方法.....	22
圖 21. 當地水閘門已破舊不堪，且為人工操作，不易啟閉.....	23
圖 22. 當地農民自行築土壩蓄水用以灌溉.....	23
圖 23. 馬來西亞的 MOHD SANUSI WAHAB 進行報告.....	25
圖 24. 菲律賓的 MILAGRIS B. ONALAN 進行報告.....	26
圖 25. 臺灣(我國)的廖珮妤技士進行報告.....	27
圖 26. 斯里蘭卡進行國家報告.....	27

圖 27. 斯里蘭卡使用陶器儲水增加灌溉效益.....	28
圖 28. 越南的 PHD. DANG DINH DOAN 進行報告.....	28
圖 29. 第 2 組分組討論過程.....	30
圖 30. 第一組分組報告.....	31
圖 31. 第二組分組報告.....	31
圖 32. 第三組分組報告.....	32

## 壹、目的

亞洲生產力組織(Asia Productivity Organization, 以下簡稱 APO)為提升農業生產效能及用水效率進而達到永續水資源管理之目標，乃舉辦「增加農業用水生產力之創新技術研習會」，本研習會目的如下：

- 一、 分享智能農業用水管理技術與規範俾促進對農民友善之水資源管理，加強農業用水生產力及鼓勵智能農業。
- 二、 學習應用數位科技於農業用水管理俾強化水使用之效率與效果，以及促進對農民友善之灌溉制度。
- 三、 為參加人員建立行動計畫俾促進採行及提升成功水管理技術、改進渠等國家水生產力。

「增加農業用水生產力之創新技術研習會」主題有：

- (一)、農業用水管理當前之議題與挑戰及優化方式
- (二)、創新水管理之成功模式



## 貳、研習會基本資料

- 一、會議名稱：「增加農業用水生產力之創新技術研習會(Workshop on Innovative Technologies for Increasing Agricultural Water Productivity)」
- 二、舉辦機構:亞洲生產力組織
- 三、執行單位：斯里蘭卡農業部 (Ministry of Agriculture Sri Lanka)
- 四、會議日期：107 年 7 月 23 日~27 日
- 五、舉辦地點：斯里蘭卡可倫坡(Sri Lanka, Colombo)
- 六、參加成員：本次會議於 107 年 7 月 23 日至 7 月 27 日舉行，計有中華民國(2 人)、孟加拉(1 人)、柬埔寨(2 人)、斐濟(1 人)、印度 (1 人)、印度尼西亞(2 人)、伊朗(2 人)、馬來西亞(1 人)、菲律賓(2 人)及主辦國斯里蘭卡(12 人)，各國參與成員有來自政府官員、專家學者、水資源工程及相關管理人員。
- 七、會議議程：

日期	地點	行程摘要
7/22	台北-斯里蘭卡	去程
7/23-7/24	斯里蘭卡可倫坡	開幕式(Dr.Keerthi Hettiarachchi)、「探討亞太地區農業用水生產力之現況和優化方式」(Dr. Puspa Raj khalal)、「斯里蘭卡提高農業水生產力之現狀與技術」(Eng. Prabhath Witharana)、「提高亞洲地區之水稻生產力之研究」(Dr.Alok Sikka)、「應用水生產力之經濟學原理探討農業用水管理」(Prof. Dr. Haruyuki Fujimaki)、「應用科技化技術於水資源管理」(Dr. Puspa Raj khalal)、「提高乾旱地區之水資源生產力」(Dr.Alok Sikka)、「農業廢水再利用及永續水資源管理」(Dr. Priyanie Amarasinghe)、「應用智慧科技技術精準灌溉用水」(Prof. Dr. Haruyuki Fujimaki)，一半的參與國國情報告與討論。
7/25	斯里蘭卡 -Southern Provincial Galle	赴斯里蘭卡南部地區(Galle)參訪灌溉部門，聽取其應用 GIS 系統管理灌溉用水之經驗，並赴 Mihiripanna 現勘水閘門控制系統，以及赴 Labuduwa 瞭解當地農民灌溉農地之方法。
7/26-7/27	斯里蘭卡可倫坡	另一半參與國國情報告與討論、分組討論、成果心得分享、閉幕式。
7/28	斯里蘭卡-台北	回程

## 參、研習過程及內容

### 3-1 第 1 日課程摘要

一、開幕儀式：由斯里蘭卡農業部的 Dr.Keerthi Hettiarachchi 主持開幕，介紹本研習會的與會貴賓有：

(一)、Mr. Suranga Gunaratne (斯里蘭卡國家生產力中心秘書處處長)

(二)、Mr. P. N. N. Jayanetti (斯里蘭卡農業部副處長-研討會主持人)

(三)、Mr. B. Wijayaratne (斯里蘭卡農業部秘書)

(四)、資源講師及簡報專家學者：

1. Dr. Puspa Raj Kliiaial, Senior Water Resources and Irrigation Expert, FAO, Thailand.

2.Eng. Prabhath Witharana, Chief Engineer/ Head Water Management Division Department of Agrarian Development Colombo, Sri Lanka.

3. Dr.Alok Sikka, Representative, International Water Management Institue ( IWMI), India.

4. Prof. Dr, Haruyuki Fujimaki, Arid Land Research Center, Tottori University, Japan.

5. Dr. Priyanie Amarasinghe, Senior Researcher, IWMI, Sri Lanka.

(五)、各國的參與學員 16 人及主辦國伊朗 12 人參加。

開幕儀式後進行大合照(如圖 1)。



圖1. 「增加農業用水生產力之創新技術研習會」之參加人員大合照

(第2排右8為廖珮好技士，第2排右7為農工中心皮日安)

二、開幕儀式後，首先由 Mr. P. N. N. Jayanetti 進行引言(如圖 2)，說明研習會之主要討論方向，介紹資源講師之背景，並引領各國參與者逐一自我介紹，以利與會人員之初步認識。

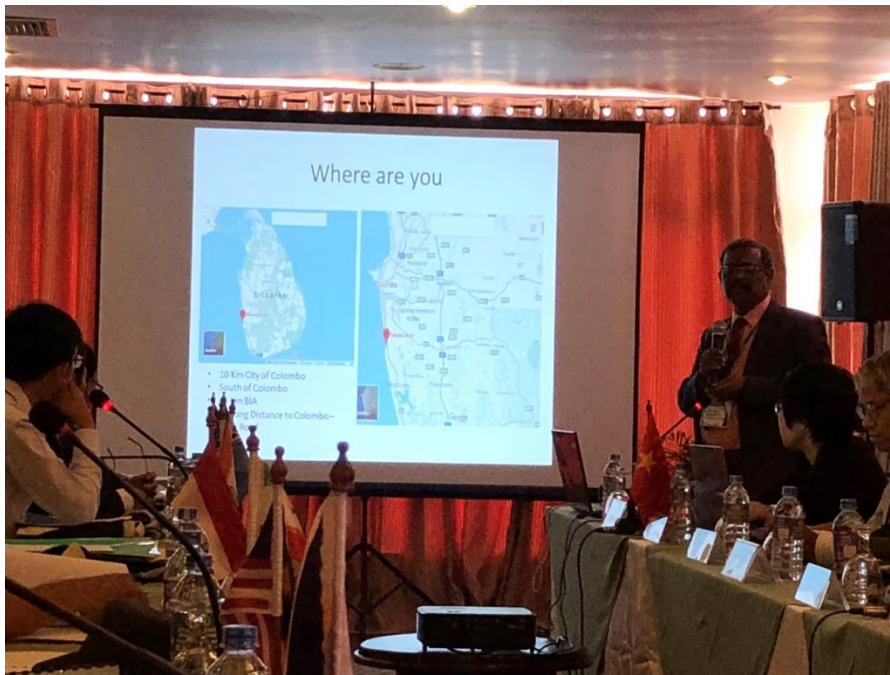


圖2. 由 Mr. P. N. N. Jayanetti 進行研習會開場引言

### 三、主題：農業用水管理當前之議題與挑戰及優化方式

(一)、首先由 Dr. Puspa Raj Kliiaial 進行簡報(如圖 3)，主題為「Current Status and Scope for Improvement of Agricultural Water Productivity in Asia and The Pacific / 探討亞太地區農業用水生產力之現況和優化方式」，其重點摘述，說明如下：

1. 近年來，世界用水的安全與危機，已為人所關注，而貧窮與糧食安全仍是現存問題的主要挑戰；因此，水資源回收再利用及複合式水資源管理方式，勢必是未來之趨勢。
2. 為何要聚焦在水資源生產力上呢？由於人口、經濟、環境等問題日益嚴重，受氣候變遷之影響，水的需求仍持續不斷升高；為促進日後環境永續發展，以水生產力代表水的價值，用以評估未來分配水資源之優先順序；簡報中說明亞洲地區，以用水生產力進行評估的最佳糧食作物為：小麥、水稻和玉米。

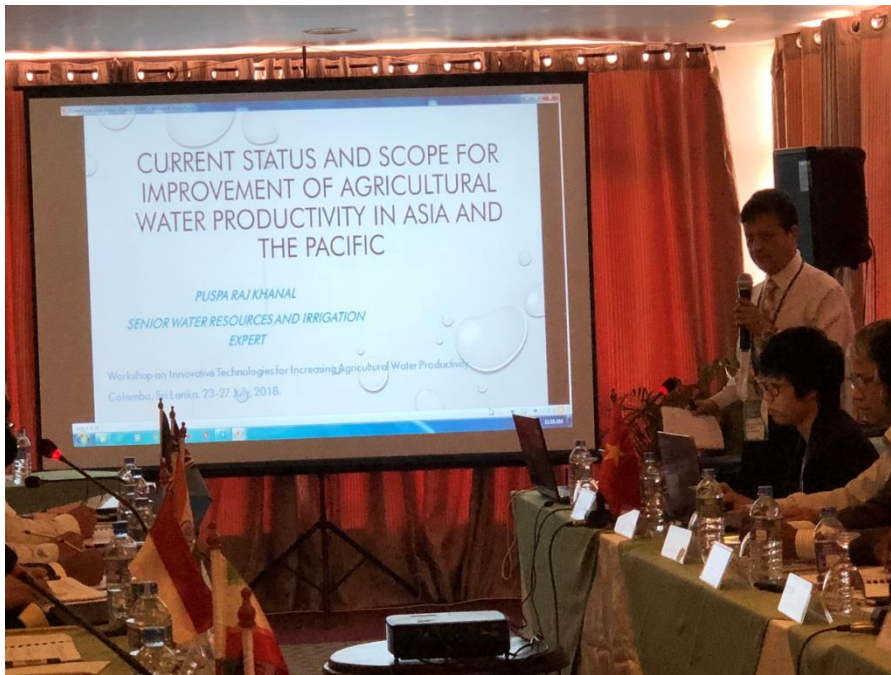


圖3. Dr. Puspa Raj Khanal 探討亞太地區農業用水生產力之現況和優化方式

(二)、第二位簡報者由 Eng. Prabhath Witharana 進行報告 (如圖 4)，主題為「Current Status and Technologies for Improvement of agricultural Water Productivity in Sri Lanka /斯里蘭卡提高農業水生產力之現狀與技術」，其重點摘述，說明如下：

1. 斯里蘭卡受氣候變遷之影響，溫度增加、旱澇加劇、海平面上升等現象都持續發生，尤其「水」更是涵蓋上述問題中的所有層面；其中對於乾旱及水災之預警系統，係透過相關植生指數、土壤健康評估指標(含：pH 值、EC、總有效磷)、地下水平衡等層面，進行預測或預警，用以面臨氣候變遷所帶來用水改變之問題。
2. 如何有效增加農業用水生產力，為斯里蘭卡目前研究之重點，本講師分享透過不同尺度(包含：農地、農村農塘、小集水區、子集水區、流域等)之研究，探討作物、水、土壤如何效增加生產力。



圖4. Eng. Prabhath Witharana 簡報斯里蘭卡提高農業水生產力之現狀與技術

(三)、第三位簡報者由 Dr.Alok Sikka 進行報告(如圖 5)，主題為「Improving Water Productivity of Rice based Systems in Asia /提高亞洲地區之水稻生產力之研究」，其重點摘述，說明如下：

1. 亞洲地區糧食安全絕大部分取決於稻米，而稻米相較於其他作物而言，是需水量較高的作物，生產一公斤的稻米約需使用 800 至 5,000 公升(平均約 2,500 公升)，因此提高水生產力是亞洲地區研究重點。
2. 報告中建議，未來各國政府可考量推廣節水政策、增加相關民間機構對水資源短缺之應變能力、強化區域合作及知識共享等，朝向水資源永續發展邁進。
3. 於印度地區之現地實驗指出，雷射整平儀運用於大面積之灌溉區域中，透過土地的整平，可有效調節灌溉用水量，約能省下 22%~33%的用水量。



圖5. Dr.Alok Sikka 簡報提高亞洲地區之水稻生產力之研究

(四)、第四位簡報者由 Prof. Dr. Haruyuki Fujimaki 進行報告(如圖 6)，主題為「Economics of Water Productivity in Managing Water for Agriculture /應用水生產力之經濟學原理探討農業用水管理」，其重點摘述，說明如下：

1. 倘若雨水不足以生產品質較佳的作物，透過灌溉方式可顯著提高作物產量，尤其旱作灌溉之土地生產力與雨養農業相比幾乎高出一倍左右。
2. 而造成作物產量有限之原因，包括：灌溉管理不當、鹽鹼化、地下水污染、水資源枯竭、農村與都市間之城鄉落差、工業和民生用水需求增加、水資源開發潛在地點有限等，使得「水」成為糧食生產的限制，而不是土地。
3. 報告者指出，要實施容積水訂定新的水價，需要量測河川中的流量，並嚴格進行水閘門之管理，設定不同灌溉深度，是由於考量最大淨收入，而不是產量。



圖6. Prof. Dr. Haruyuki Fujimaki 簡報應用水生產力之經濟學原理探討農業用水管理

### 3-2 第 2 日課程摘要

#### 一、 主題：創新水管理之成功模式

(一)、第五位簡報者由 Dr. Puspa Raj Kliiaial 進行報告(如圖 7)，主題為「Application of digital technology in water management /應用科技化技術於水資源管理」，其重點摘述，說明如下：

1. 應用 ICT 技術進行農業管理是未來各國之趨勢，除可精準計算輸送多少水量到田間外，亦可利用遠端遙控之管理方式，使農民只需透過平板或手機操作，即能了解田間狀況，透過簡易之相關數據判讀，將有助於提高生產力。
2. 空拍機是未來智慧水管裡的應用方法之一，其優點為可個人操作、適用於田間或集水區等較小尺度之範圍，能分析土壤及田間等相關資料，包括：作物監控、灌溉用水量、作物健康評估等面向；惟其使用上之限制為：飛行時間、載重量、隱私性、



安全性等問題尚須克服。



圖7. Dr. Puspa Raj Kliiaial 簡報應用科技化技術於水資源管理

(二)、第六位簡報者由 Dr.Alok Sikka 進行報告(如圖 8)，主題為「Improving water productivity in dry areas: A successful model / 提高乾旱地區之水資源生產力」，其重點摘述，說明如下：

1. 受氣候變遷影響，旱作農業管理儼然成為乾旱地區農業生產成敗之關鍵因素，而旱作包含：豆類、油籽、棉花、穀類、水果等，亦佔世界食物的 44%；如若農業用水需求在溫度升高 1°C 時，會增加至少 10% 與水有關的風險，比如：乾旱、洪水、相關的水和糧食短缺等問題，若能提高水的生產力，才是乾旱地區對於旱作農業管理的解決之道。
2. 綜合農業系統係整合水源增加用途與用戶，有效提高水使用次數並增加生產力和生計，透過多樣化的使用與管理，更能好地利用資源，提高資源利用效率。

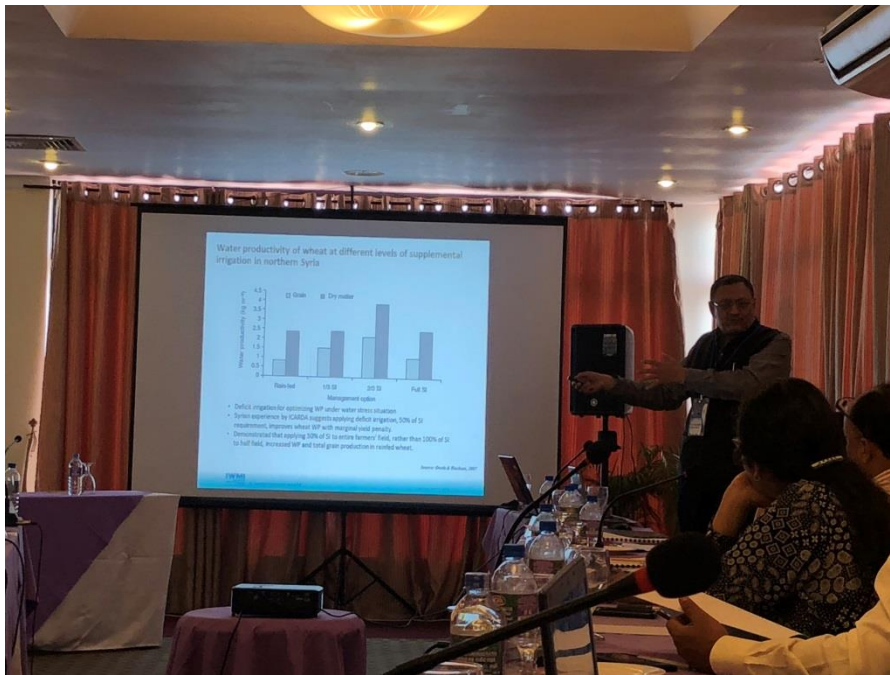


圖8. Dr.Alok Sikka 簡報提高乾旱地區之水資源生產力

(三)、第七位簡報者由 Dr. Priyanie Ainerasingh 進行報告(如圖 9)，主題為「Agricultural reuse of wastewater and sustainable water management / 農業廢水再利用及永續水資源管理」，其重點摘述，說明如下：

1. 隨著全球人口的快速增長，到 2050 年，對水的需求預計將增加近三分之一，隨之而來的問題是，可能超過 20 億人無法獲得安全的飲用水，我們顯然需要應用新的方法來管理寶貴的淡水資源。
2. 以另一個角度思考，廢水可以是一個很好的資源；全世界廢水的使用範圍很廣，且尚在增加中，約有 50 個國家 2000 萬公頃使用未經處理或部分處理的廢水進行灌溉；其次排泄物(糞便，尿液)的再利用亦是另一個思考方向，惟其程度尚未量化。
3. 相關廢水、排泄物實際運用案例：

- (1) 以廢水管輸送運河廢水，將其從渠道運送提升至上游灌溉區域，進行水稻灌溉所用。
- (2) 天然濕地係運用厚堆腐泥土區作為天然溼地系統，藉由增強細菌及相關物質的化學活性，用以降低污水對自然環境之負荷，以達淨化水質之功能。
- (3) 廢水應用於水產養殖方面，其藉由栽培浮萍進行水質修復並餵魚，如：孟加拉國、印度、印度尼西亞、秘魯、柬埔寨等國家均有案例可供參考。



圖9. Dr. Priyane Ainerasingh 農業廢水再利用及永續水資源管理

(四)、第八位簡報者由 Prof. Dr. Haruyuki Fujimaki 進行報告(如圖 10)，主題為「Precision Irrigation as a Smart Technology /應用智慧科技技術精準灌溉用水」，其重點摘述，說明如下：

1. 應用 ICT 技術能更精準地計算作物需水量，從而避免過度灌

溉或受乾旱威脅，並優化灌溉深度，進而以最大限度提高淨收入；報告中，講者分享日本使用「張力計」或「土壤溼度探針」，用以得知作物是否遭受乾旱脅迫，進而能適時補充水份。

2. 若假設水是定價，使用數值模式模擬可優化灌溉深度，並確定作物受灌溉之影響，應用之模式為 WASH\_1D 或 WASH\_2D，相關模擬結果透過現場試驗進行參數之校正，可發現所提出之方案，與自動灌溉系統相較，有更高的淨收入。



圖10. Prof. Dr. Haruyuki Fujimaki 應用智慧科技技術精準灌溉用水

## 二、 主題：國情報告-分享各國創新農業用水管理方法

- (一)、第一位簡報者由孟加拉的 Abdullah Al Mamun 進行報告(如圖 11)，其重點摘述，說明如下：

1. 孟加拉國的主要糧食作物為稻米，大約 75%的農業用地用於稻米之生產，生產一公斤的水稻約需 3,000-4,000 公升的水。

在孟加拉國，78%的灌溉依賴地下水資源，該國每年都有大量的地下水透過不同的方式用於灌溉，如：深井管(鑽孔)DTW，淺井管(STW)，低揚程泵(LLP)等，以長遠來看，將出現環境不平衡之情況發生。

2. 孟加拉國提高農業用水生產力的四大創新節水技術，包括：

- (1) 乾溼交替水稻栽培法(AWD)，為水稻種植的節水技術，利用 IRRI 開發的抗旱好氧水稻，此概念係間歇灌溉法，先灌溉水稻 3-5 天，當水浸入土壤時，再讓表面乾燥 2-4 天，然後重新淹沒；與傳統慣行法相比，可減少約 15-30% 的水分輸入，且不會產生產量損失。
- (2) 田畦(RB)技術(如圖 12)，是農作物種植的另一種節水技術，可節約 25-43% 的灌溉用水，提高水稻產量 20%，並減少氮肥施用和整地成本。
- (3) 水稻強化栽培系統(SRI)，該國採用水稻幼苗移植的概念，在植株成長約 8-12 天左右，進行移植，採用植株間距較寬，以促進根部及冠層生長，搭配質量好的土壤，有效增加產量。
- (4) 滴灌和預付電錶灌溉法，此技術主要用於節約用水，該預系統灌溉法應用於孟加拉全國各地。



圖11. 由孟加拉的 Abdullah Al Mamun 進行報告

## Structure of Raised Bed Technology

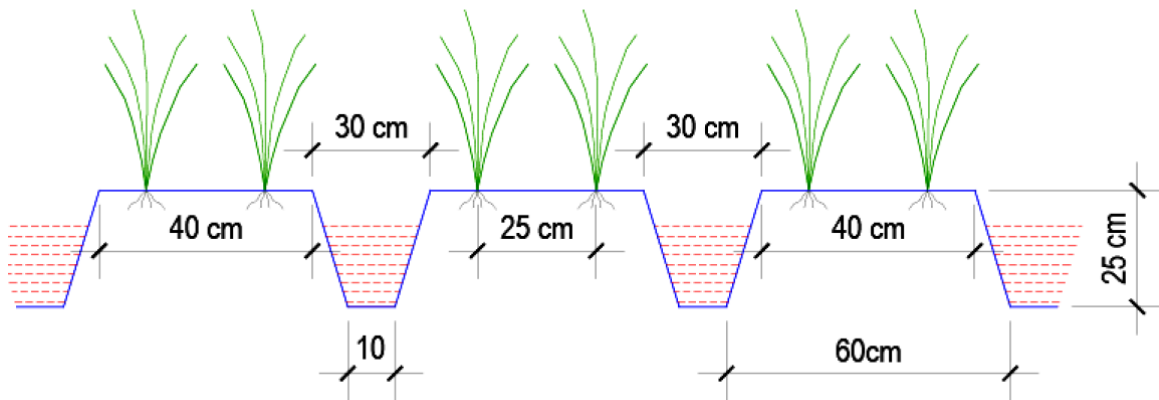


圖12. 孟加拉國田畦 (RB) 節水技術

(二)、第二位簡報者由柬埔寨的 Mr. SEK Hienz 進行報告(如圖 13)，其重點摘述、結論與建議，說明如下：

1. 該國農業用水主要分成三種類型，洪氾區、過渡區及洪水蕭條區，其灌溉系統係由 PDoWRAM 管理維護小規模(<200 公頃)及中等規模(200-5,000 公頃)服務區，而大規模服務區(> 5,000 公頃)則由 MoWRAM 管理和維運。
2. 該國水管理概分為：引河流水、設置儲水設施(水庫、湖泊、池塘)、抽取地下水補充等，可依照季節不同，引用不同水源來互相調配。



圖13. 柬埔寨的 Mr. SEK Hienz 進行報告

(三)、第三位簡報者由斐濟的 Ashneel Prasad 進行報告(如圖 14)，其重點摘述，說明如下：

1. 斐濟至少有四個獨立機構負責管理用水，以確保提供民眾充足用水，惟尚無一項立法授權單一政府實行整體水資源管理。用水管理單位權責，分述如下：

(1) 排水和灌溉部（水道部）規定用水灌溉農田的用途。

- (2) 土地部（土地和礦產資源部）負責河流流域內水資源的利用和管理。
  - (3) 礦產資源部（土地和礦產資源部）有權獲取用於生產瓶裝礦泉水的地下水取水許可。
  - (4) 斐濟水務局（WAF）（工程部）的供水和污水處理科負責向公眾提供安全飲用水，主要是在城市地區。
2. 該國起草了一份水政策聲明，並與利益攸關方進行磋商，希望在 2005 年之前製定並實施全面綜合的“水資源管理法”。鑑於各種責任有時重疊、有時衝突。各部認為有需要設立一個新的部門，以協調不同部門的各種職責，即為「水道部」
  3. 水道部在 2017-2018 財政年度預算公告期間，開展兩項主要計畫：政策和行政計畫，以及包括資本項目和運營在內的水道服務計畫，旨在改善水道為斐濟社區提供防洪，用以因應氣候變遷所帶來之威脅。



圖14. 斐濟的 Ashneel Prasad 進行報告



(四)、第四位簡報者由印度的 Rajni Jain 進行報告(如圖 15)，其重點摘述，說明如下：由於農業是印度的主要耗水部門，在該國大部分地區實行灌溉的主要方法是地表灌溉，在此期間，作物僅利用不到一半的水，剩餘的一半在運輸、施用、逕流和蒸發中損失；因此使用「滴灌」和灑水器的「微灌」方法來有效地分配和應用於作物上，能有效提高灌溉效率增加產量。



圖15. 印度的 Rajni Jain 進行報告

(五)、第五位簡報者由印尼的 Eka Oktariyanto Nugroho 進行報告(如圖 16)，其重點摘述，說明如下：

1. 印尼水權係依據面積大小做劃分，面積大於 3,000 公頃的灌溉計畫，由中央政府管理；面積 1,000-3,000 公頃的中型灌溉計畫由省政府管理；面積小於 1,000 公頃的小型灌溉計畫由地方

管理。總體而言，印尼水資源管理是透過保護及有效利用水資源，以利最大限度地維持社會的利益。

2. 印尼除水稻是主要農作物外，其次園藝作物亦是重要的農作物，通常於雨季過渡到旱季期間進行種植，因此灌溉成為園藝作物很重要的生產要素，運用 ICT 技術於灌溉管理面，將有助提高灌溉效率，增加農業收入。

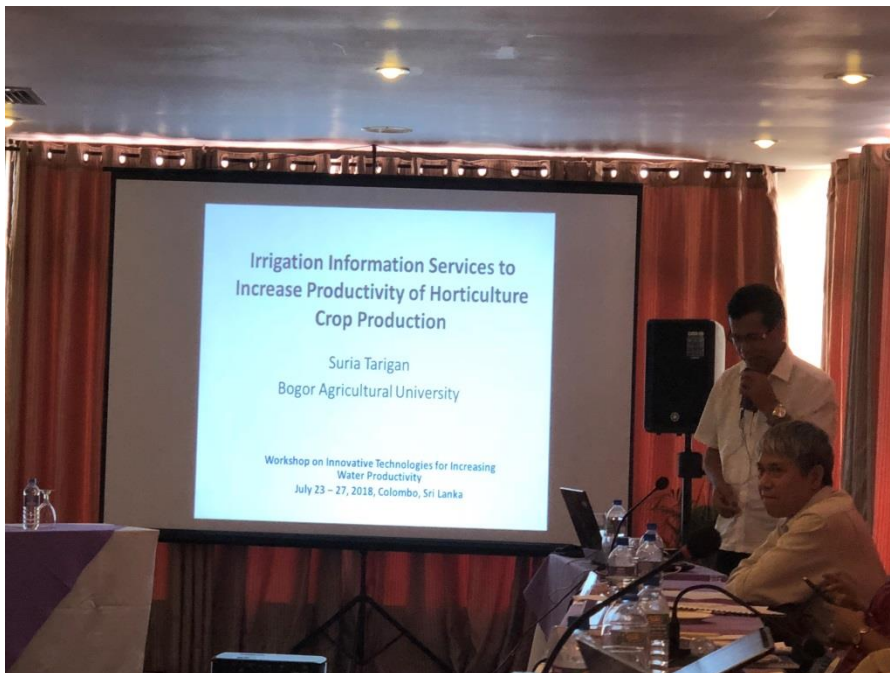


圖16. 印尼的 Eka Oktariyanto Nugroho 進行報告

- (六)、第六位簡報者由伊朗的 Dr. Hossein Banejad 進行報告(如圖 17)，其重點摘述，說明如下：該國運用 ICT 技術於智慧水資源管理上，已有相當完整的應用模組，尤其農牧場運用自動灌溉技術，利用時域反射儀(TDR)進行土壤含水量的監測及校正，屬相當精確的技術，克服乾旱之缺水危機，達成灌溉所需用水之提供。



圖17. 伊朗的 Dr. Hossein Banejad 進行報告

### 3-3 第 3 日課程摘要

本日安排赴斯里蘭卡南部地區(Galle)參訪灌溉部門，聽取其應用 GIS 系統管理灌溉用水之經驗(如圖 18)，並赴 Mihiripanna 現勘水閘門控制系統(如圖 19)，以及赴 Labuduwa 瞭解當地農民灌溉農地之方法(如圖 20、21、22)。



圖18. 灌溉部門簡報說明 Nilwala Ganga Flood Protection Scheme 計畫目標為  
防洪、發電、灌溉及供水



圖19. 赴 Mihiripanna 現勘水閘門控制系統



圖20. 赴 Labuduwa 瞭解當地農民灌溉農地之方法



圖21. 當地水閘門已破舊不堪，且為人工操作，不易啟閉



圖22. 當地農民自行築土壩蓄水用以灌溉

### 3-4 第 4 日課程摘要

本日課程因國情報告於第 2 日尚未報告完畢，因此繼續於第 4 日上午完成各國國情分享。

#### 一、 主題：國情報告-分享各國創新農業用水管理方法

(一)、第七位簡報者由馬來西亞的 Mohd Sanusi Wahab 進行報告(如圖 23)，其重點摘述，說明如下：

1. 馬來西亞年平均雨量超過 2,500 毫米，氣候受西南季風和東北季風所影響；而主要的灌溉計畫作物是水稻，常採用水浸式的方式灌溉，水深可由農民自行控制；灌溉計畫中，設有相關農場道路，以便於農機於耕作或收穫時的進出，另設有獨立的排水設施。
2. 該國灌溉系統現存問題：
  - (1) 灌溉系統若遇乾旱情況，則無法發揮原有功能。
  - (2) 農業用水效率降低，因受民生及工業用水需求增加所影響，且該國尚無使用回歸水之概念。
  - (3) 灌溉和排水系統密度較低。



圖23. 馬來西亞的 Mohd Sanusi Wahab 進行報告

(二)、第八位簡報者由菲律賓的 Milagris B. Onalan 進行報告(如圖 24)，其重點摘述，說明如下：

1. 菲律賓的水源主要來自降雨、地表水和地下水，該國水資源管理機構之一是國家灌溉管理局，灌溉可分為國家灌溉系統、公共灌溉系統或私人灌溉系統；而地形是影響灌溉的主要因素，尤其是地表灌溉；該國現有政策以恢復和改善灌溉系統為主，將提高灌溉區域輸水的效率和效果。
2. 分享成功的創新案例：Samuel Macay 先生和夫人

“農民也應該有創造力才能取得成功”。 Samuel Macay 先生的農場地形較為陡峭，這並沒有阻止他從事農業生產，特別是有機農業，為了使用距離農場約 1 公里的泉水灌溉，在雨季時挖了一個帶有塑料襯裡的集水區來儲水，同時集水區的區位選定原則為，設置於山上逕流匯流處，以確保該集水區有足夠的水供應全年灌溉。灌溉技術上，較喜歡使用滴灌技術，因他認為



滴灌比噴灌要好得多，除能節省灌溉時間，甚至可以在旱季進行灌溉，增加效益。



圖24. 菲律賓的 Milagris B. Onalan 進行報告

(三)、第九位簡報者由臺灣的 Liao, Pei-Yu 進行報告(如圖 25)，其重點摘述，說明如下：我國由行政院農業委員會農田水利處廖珮好技士報告臺灣灌溉用水之管理，尤以本會多年來協助各農田水利會設置自動測報與控制設施，為我國發展灌溉用水智慧管理之技術基礎，其中合計設置 640 站之自動測報站，可監測雨量及水位流量，並搭配即時影像監視及水門遠端操控系統做調整，有效提升水資源利用效率。未來，若能以政策配合應用資通訊 (ICT)、物聯網 (IoT) 與雲端技術，優化灌溉管理決策輔助工具，將能有效提升灌溉用水供應調配之效能，擴大並穩定供水服務能量，降低農業及社會發展所面臨之缺水風險。

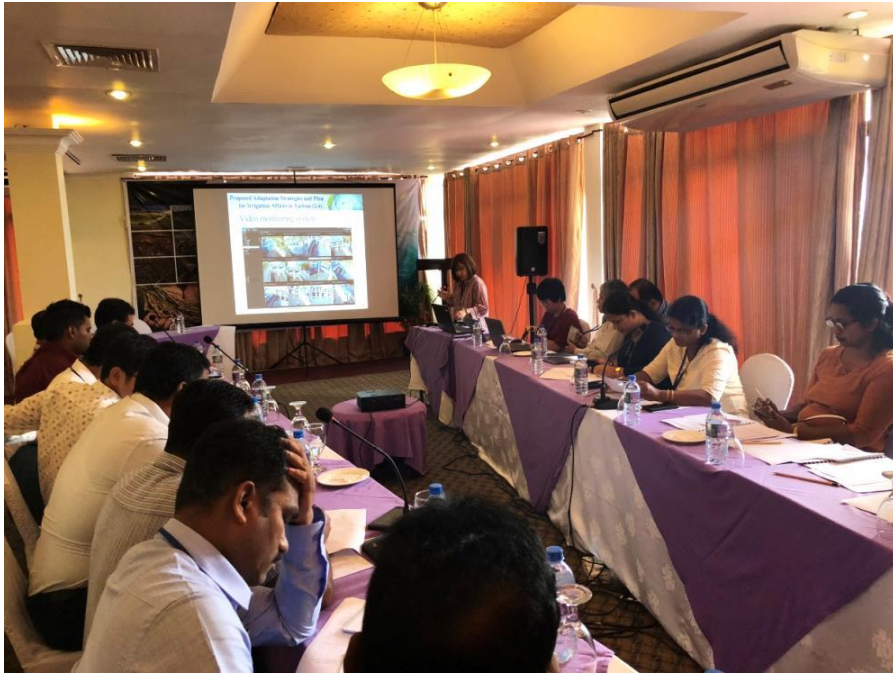


圖25. 臺灣(我國)的廖珮妤技士進行報告

(四)、第十位簡報者由斯里蘭卡進行報告(如圖 26)，其重點摘述，說明如下：報告者先概述斯里蘭卡該國之現況，並分享農業用水灌溉方式，其中較別的是，使用陶器儲水(如圖 27)，增加作物根部的灌溉效益。



圖26. 斯里蘭卡進行國家報告

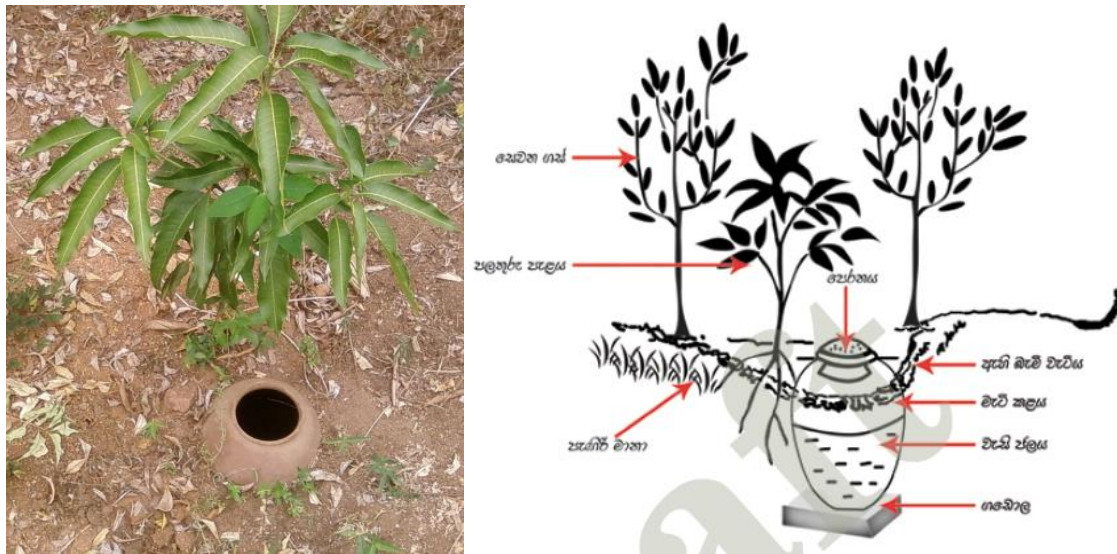


圖27. 斯里蘭卡使用陶器儲水增加灌溉效益

(五)、第十一位簡報者由越南的 PhD. Dang Dinh Doan 進行報告(如圖 28)，其重點摘述，說明如下：越南的節水灌溉技術始於 1993 年，研究重點在生產設施此方面；以滴灌技術與傳統灌溉相比是有許多優點，但在節約農業用水資源上仍然非常有限；探究其原因為：滴灌技術缺乏完整的規劃、企業參與程度有限、需有政府政策支持提高農民使用意願、缺乏農民培訓與宣傳等，但推廣程度有限的最大的原因仍是，初始投資成本較高。

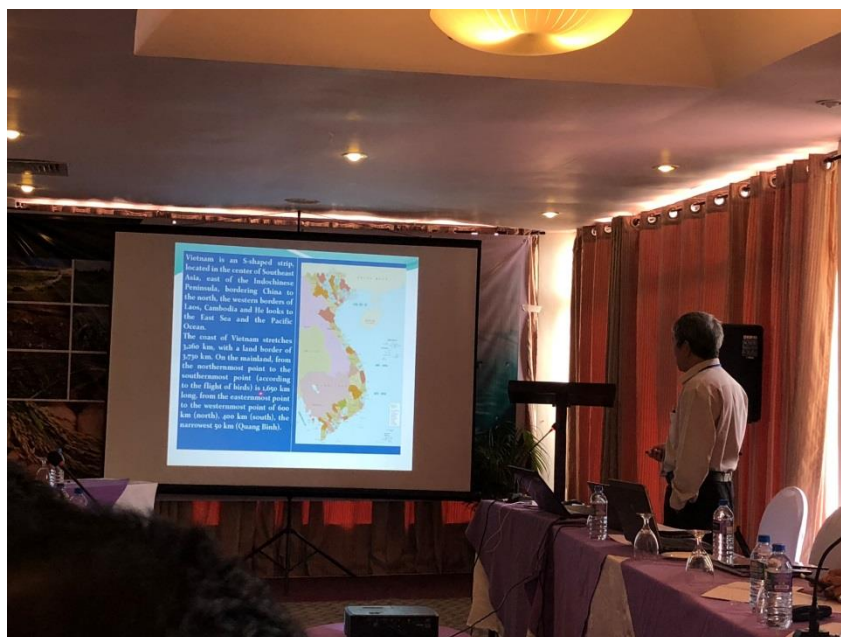


圖28. 越南的 PhD. Dang Dinh Doan 進行報告

## 二、 主題：分組討論

分組討論係將 11 國家的共 28 位參與者分成 3 組，分別針對專題演講、現勘心得等內容進行討論，並由資源講師進行引導，提供意見，最後各組分別推派一位代表上台進行分享。

本次廖珮好技士組別為第 2 組，第 2 組成員組成(如表 1)，分別由柬埔寨、伊朗、印度、菲律賓各 1 位學員及斯里蘭卡 5 位學員所組成，經由資源講師之引導，分別分享各自學習之心得，討論過程照片(如圖 29)。

表1. 第一組成員

No	Name	Country
1	Sek Hieng	Cambodia
2	Elham Barikani	Iran
3	Rajni Jain	India
4	F T Bande	Philippines
5	Pei-Yu Liao	Taiwan
6	R A C J Perera	Sri Lanka
7	G I Devaka	Sri Lanka
8	W H R A	Sri Lanka
9	Dayarathne, K	Sri Lanka
10	Dineshkumaran	Sri Lanka



圖29. 第 2 組分組討論過程

### 3-5 第 5 日課程摘要

本日為分組報告時間，總共將所有參與研討會的成員分成 3 組，各自將第 4 天下午的討論內容做成簡報進行報告，依序進行報告(如圖 30、31、32)，分享這幾天研討會所獲得的收穫，並提出問題一同討論。

由本次研討會可知，水或地下水是地球上最寶貴的資源之一；因此，讓此水資源能永續利用，為當今世界最重要的議題，應用適當的輸送灌溉系統、智慧資通訊監測技術，才能有效利用水資源，以供日益高漲的糧食需求。



圖30. 第一組分組報告



圖31. 第二組分組報告



圖32. 第三組分組報告

## 肆、心得及建議

### 4-1 心得

本次參加 APO 在斯里蘭卡所舉辦的「增加農業用水生產力之創新技術研習會」，經由與會資源講師之精闢說明，了解到水資源有效利用的科技方法，無論在水源充足或匱乏的地區，都會有相對的水資源過多或不足等問題，其中最需完善的是基礎設施，其次是智慧及精密灌溉方法成效的提升。

斯里蘭卡在農業用水管理上，已有應用 GIS 系統管理灌溉用水，且設有水閘門遠端控制系統；惟現地參訪時仍發現，部分渠道有淤積之情形、水閘門老舊等問題；但值得一提的是，當地農民大都以尊重自然生態的方式，設計相關水利設施，如：建築土壩蓄水、設置一系列丁壩進行消能，丁壩間又能增加蓄水空間，有利魚類洄游等，且當地農民會自行組成相關管理組織，共同維運水利設施，以利農業灌溉使用。

### 4-2 建議

- 一、空拍機是未來智慧水管裡的應用方法之一，其優點為可個人操作、適用於田間或集水區等較小尺度之範圍，能分析土壤及田間等相關資料，包括：作物監控、灌溉用水量、作物健康評估等面向；惟其使用上之限制為：飛行時間、載重量、隱私性、安全性等問題尚須克服。
- 二、未來農業相關政策，若能結合人工溼地進行灌溉用水之調配、地下水補注或淨水水質等，將有助於我國面臨氣候變遷下，加速農業用水效率的提升，除應積極利用整合式氣候資料與灌溉控制系統，達成精進灌溉之節水目標外，更應朝向法規修正面著手，期望成為有完善農田水利法制基礎之國家，邁向永續農業。