

出國報告(出國類別：研習)

參加亞非農村發展組織研習「農業 使用劣質水訓練計畫」出國報告書

服務機關：行政院農業委員會農業試驗所及農田水利處

姓名職稱：蔡耀賢助理研究員及張光耀技士

派赴國家：印度

出國期間：108年02月07日至02月20日

報告日期：108年07月19日

摘要

本次研習課程為亞非農村發展組織 (African-Asia Rural Development Organization, AARDO) 協助組織聯繫，並委由印度農業研究委員會 (Indian Council of Agricultural Research, ICAR) 轄下的中央土壤鹽分研究院 (Central Soil Salinity Research Institute, CSSRI) 舉辦「農業使用劣質水」國際訓練課程，負責研習期間之教學參訪。國內參加此次研習課程學員與所屬機關分別為：行政院農業委員會農業試驗所蔡耀賢助理研究員及行政院農業委員會農田水利處張光耀技士。

目前全世界受到鹽害影響之土壤，估計其總面積已超過 8 億 3,100 萬公頃，約占全球土地面積 15%，其中 3 億 9,700 萬為鹽土及 4 億 3,400 萬公頃為鹼土，且因地下水質的影響，將加劇土壤鹽害之影響。本次透過課程使學員瞭解鹽鹼土及劣質水的定義、特性及應用於農業生產與作物種植時可能發生的問題，並透過科學的研究與技術的開發，為農民生計與農村發展提供永續經營可行之道。

感謝行政院農業委員會、外交部及印度台北協會相關單位同仁所提供的諮詢及協助，使研習成員得以順利出(返)國，也非常感謝亞非農村發展組織秘書處 (AARDO Secretariat) 的 Dr. Khushnood Ali，協助連繫研習課程相關資訊，並協助研習成員解決並適應研習期間課程、食宿、參訪等大小事。

目錄

第一章、考察目的.....	1
第二章、參與成員與研習之過程.....	2
第一節、本國組團過程.....	2
第二節、其他國家參與成員.....	2
第三節、研習課程.....	3
第三章、研習主題與重點.....	5
第一節、中央土壤鹽分研究院舉辦 50 周年國際鹽害研討會.....	5
第二節、研習課程主題.....	13
一、108 年 2 月 11 日(星期一)研習課程及摘要.....	13
(一)高鹽膨轉土作物生產的水分管理.....	13
(二)鹼土及灌溉水的石膏施用量-概念及評估.....	13
(三)永續作物生產中劣質灌溉水管理.....	14
二、108 年 2 月 12 日(星期二)研習課程及摘要.....	15
(一)以劣質水種植工業和非傳統作物之未來發展.....	15
(二)在哈里亞納邦以地下排水管理浸水之鹽分土壤.....	16
(三)地球化學和水文循環－劣質水的鹽分來源.....	18
三、108 年 2 月 13 日(星期三)研習課程及摘要.....	19
(一)保護蔬菜之耕作方式.....	19
(二)劣質地下水補給和利用的設計、調查及技術.....	20
(三)AARDO 三個成員國中的積水與土壤鹽鹼化問題概述.....	21
四、108 年 2 月 14 日(星期四)研習課程及摘要.....	22
(一)鹽化土壤和劣質水體開發利用，印度的糧食安全.....	22
(二)使用現代工具強化鹽害環境作物生產力.....	25
(三)鹽/鹼土改良之經濟分析).....	26

(四)林業/混農林業的廢水再利用.....	27
五、108年2月15日(星期五)研習課程及摘要.....	28
(一)耐鹽作物育種.....	28
(二)鹽分地之良好農業規範.....	29
(三)利用劣質水於永續園藝生產.....	30
(四)混農林業系統之水管理.....	33
六、108年2月16日~17日(星期六、日)研習課程及摘要.....	34
(一)參訪泰姬瑪哈陵.....	34
(二)印度水土保持研究所.....	34
七、108年2月18日(星期一)研習課程及摘要.....	36
(一)說服實施土壤改良技術的技巧.....	36
(二)廢水水質檢驗與分析.....	36
八、108年2月19日(星期二)研習課程及摘要.....	38
(一)研習課程研討及總結.....	38
(二)結訓儀式.....	39
第四章、心得與建議.....	41

圖目錄

圖 2-1 參與成員於印度中央土壤研究院內合照.....	2
圖 3-1 研討會課程表-1	6
圖 3-1 研討會課程表-2	7
圖 3-1 研討會課程表-3	8
圖 3-1 研討會課程表-4	9
圖 3-1 研討會課程表-5	10
圖 3-1 研討會課程表-6	11
圖 3-2 研討會開幕式.....	11
圖 3-3 印度中央土壤鹽分研究院領導人致詞情形.....	11
圖 3-4 研討會出席人員盛況.....	12
圖 3-5 發表人員表揚儀式.....	12
圖 3-6 研討會閉幕式.....	12
圖 3-7 膨轉土過乾情形.....	13
圖 3-8 膨轉土過濕情形.....	13
圖 3-9 現地鹼土改良流程.....	14
圖 3-10 植物逆境試驗情形.....	16
圖 3-11 CSSRI 於 1983 年辦理排水管理設之歷史照片	17
圖 3-12 印度用於灌溉之劣質地下水分類	19
圖 3-13 作物培育中有保護與無保護之差異比較照片	20
圖 3-14 為不同國家耕地與排水面積占比統計資料	21
圖 3-15 不同排水方法	22
圖 3-16 印度受鹽影響的土地及分布	23
圖 3-17 土壤中鹽的來源	24
圖 3-18 鹽的影響	24
圖 3-19 DSS 運用於灌溉管理示意圖	25

圖 3-20 現地有無運用 CSR-BIO 技術作物生長對照照片	26
圖 3-21 長期飲(食)用廢水產生之疾病	28
圖 3-22 現地農林混植試驗	28
圖 3-23 排水改良方法	30
圖 3-24 作物受鹽害產生的情況	32
圖 3-25 灌溉管理方法	32
圖 3-26 研習學員及工作人員於泰姬瑪哈陵合影	34
圖 3-27 印度水土保持研究所人員說明工作職掌	35
圖 3-28 印度水土保持研究所人員說明其現地試驗場域	35
圖 3-29 蔡員觀測試驗結果照片	37
圖 3-30 研習學員及工作人員於實驗室合影	38
圖 3-31 研習課程總結後研習學員與 Dr. P.C. Sharma 合影	38
圖 3-32 結訓儀式前研習學員於會場合影	39
圖 3-33 蔡員受頒結訓證書	39
圖 3-34 結訓後全體於印度中央土壤鹽分研究院合影	39
圖 3-35 蔡員結訓證書	40
圖 3-36 張員結訓證書	40

第一章、考察目的

亞非農村發展組織(African-Asian Rural Development Organization, 簡稱 AARDO)於 107 年 11 月 26 日函邀我國推薦 2 位人員，參加 108 年 2 月 7 日至 2 月 20 日於印度中央土壤鹽分研究院(Central Soil Salinity Research Institute, CSSRI)舉辦之「農業使用劣質水(Use of Poor Quality water in Agriculture)」訓練計畫；該訓練計畫係為亞非農村發展組織提供國際訓練課程之一，其目的在於瞭解鹽害土壤發生成因、區域及對農業生產可能發生問題進行探討，並說明目前之農業科技發展可能之因應之道，以達成永續農業經營之目的。

印度因地理、氣候及耕作習慣等因素，造成農業土壤鹽鹼化情形嚴重，且農業產值、產量皆具一定規模，遂投入大量研究資源於農業土壤鹽鹼化改善、因應措施及劣質水使用等領域，經累積之研究成果豐碩，爰係多數遭遇此相關問題國家之請益對象。本次訓練計畫其課程包括：灌排水利工程投資與維護，旱作生產技術教育與推廣，精準滴灌設施補助與建設，鹽鹼土壤改良與劣質水使用，耐鹽與抗旱作物品種選育，導入園藝、藥用及香料作物，複合經營，溫室栽培，地質生態敏感區農林間作，或提倡節能保護型農業措施等。

透過參與訓練計畫之學習，可吸收印度多年研究成果及應用經驗，並反饋應用於我國遭遇土壤鹽鹼化問題之農地，亦將有助於提升農業灌溉用水使用及農業永續經營發展，另透過不同參與國家成員分享其國內類似經驗，可瞭解目前國際相關領域之發展情勢及未來國際趨勢，並可藉此機會與亞非農村發展組織會員國之學員互動，提升我國能見度達成國際交流之目的。

第二章、參與成員與研習之過程

第一節、本國組團過程

本案由行政院農業委員會(以下稱本會)國際處主政，經考量「農業使用劣質水」之主題與本會農業試驗所及農田水利處之領域相關，爰由該兩單位各推薦 1 名員額，經核准終由農業試驗所蔡耀賢助理研究員及農田水利處張光耀技士報名參加本次訓練計畫；並於 108 年 1 月 7 日獲得亞非農村發展組織(AARDO)通知接受蔡員及張員參加訓練計畫，請二員儘速完成赴印度簽證事宜，並將負擔來回經濟艙機票、食宿費及印度國內交通費；其他不負擔之費用，如保險、簽證費及機場稅等相關費用，則另由二員簽請准予檢據核銷，並以公假方式參加訓練計畫。

第二節、其他國家參與成員

本次參加訓練計畫者除我國蔡員及張員外，另有阿曼(Oman)、摩洛哥(Morocco)、約旦(Jordan)、馬來西亞(Malaysia)、突尼西亞(Tunisia)、及斯里蘭卡(Sri Lanka)，合計 10 人，如圖 2-1。



圖 2-1 參與成員於印度中央土壤研究院內合照

第三節、研習課程

「農業使用劣質水」訓練課程之研習期間自 108 年 2 月 7 日至 2 月 20 日。

表 2-1：「農業使用劣質水」訓練課程表

Days	Topic Description	Resource Person
Day 0 (Wednesday ; Feb. 06, 2019)		
	Arrival from New Delhi	
Day 1,2,3 (Thursday ; Feb. 07, 2019 to Saturday ; Feb. 09, 2019)		
As per ICAR-CSSRI Golden Jubilee International Salinity Conference (GJISC-2019) schedule		
Day 4 (Sunday ; Feb.10, 2019)		
There are no arrangements for classes or visits on this day.		
Day 5 (Monday ; Feb.11, 2019)		
Water Management for Crop Production in Saline Vertisols		RL Meena
Gypsum/ amendments requirement in sodic soil and irrigation water – Concept and practical assessment		Nirmalendu Basak
Managing poor quality irrigation for sustainable crop production		R. K. Yadav
Day 6 (Tuesday ; Feb.12, 2019)		
Prospects of growing industrial and nonconventional crops with poor quality water		Parveen Kumar
Subsurface Drainage for Management of Waterlogged Saline Soils in Haryana		S.K. Kamra
Geochemistry and Hydrologic Cycles- Sources of Origin of Salts in Poor Quality Water		A.K. Momdal
Day 7 (Wednesday ; Feb.13, 2019)		
Protected Cultivation in Vegetables		Dr. SK Yadav
Design, Investigation and techniques for recharging and improving poor quality groundwater		Dr. Satyendra Kumar

An overview of water logging and soil salinity problems in three AARDO countries.	S. K. Gupta
Day 8 (Thursday ; Feb.14, 2019)	
Exploiting Salt Affected Soils and Poor Quality Waters for Food Security in India	Parbodh Chander Sharma
Modern Tools for Enhancing Crop Productivity in Irrigated Saline Environments.	D. S. Bundela
Economic Analysis of Saline/Sodic Land Reclamation.	RAJU, R
Sewage Reuse in Forestry/ Agro- forestry	R. K. Yadav
Day 9 (Friday ; Feb. 15, 2019)	
Breeding for Salt Tolerance in Crops	S K. Sanwal
Good Agricultural Practices For Salt- Affected Soils	Parveen Kumar
Sustaining Horticultural Production with the Use of Poor Quality	Dr. Anshuman Singh
Forest management and Agroforestry systems for water management	Dr. Raj kumar
Day10,11 (Saturday ; Feb. 16, 2019 to Sunday ; Feb. 17, 2019)	
Visit Taj Mahal and India institute of soil and water conservation	
Day12 (Monday ; Feb. 18, 2019)	
Motivational skills for persuading adoption of soil reclamation technologies	Dr. Anil Kumar
Examination of water and wastewater	M. Choudhary
Day13 (Tuesday ; Feb.19, 2019)	
Seminar by participating delegates and conclusion	Dr. P.C. Sharma
Training Closing ceremony	
Day14 (Wednesday ; Feb.20, 2019)	
Departure for New Delhi	

第三章、研習主題與重點

第一節、中央土壤鹽分研究院舉辦 50 周年國際鹽害研討會

本次訓練課程適逢印度中央土壤鹽分研究院(Central Soil Salinity Research Institute,CSSRI)開創 50 周年，該中心舉辦國際研討會，研討會主要包含 SESSION- I ~ SESSION-IX主題，共 69 件發表，課程表及研討會照片如圖 3-1~圖 3-6。

SESSION- I	鹽害評估及定位之診斷標準 (Drivers and diagnostic criteria for salinity assessment and mapping)
SESSION- II	利害關係人的觀點及技術應用 (Stakeholders' perspectives and technology implementation)
SESSION- III	鹽土農業生態系統:對土壤及作物的衝擊及管理(Saline agro-ecosystem : impact and management of soil and crops)
SESSION-IV	鹽土農業生態系統: 對水源及環境的衝擊及管理(Saline agro-ecosystem : impact and management of water and environment)
SESSION- V	改良作物對鹽份的忍受能力(Advance in crop improvement for salinity tolerance)
SESSION-VI	鹽分環境下改變土地利用系統(Alternate landuse systems for saline environment)
SESSION-VII	適應氣候變化之永續生產(Climate resillient approaches for sustainable productivity)
SESSION-VIII	鹽分及氣候威脅下生計安全整合方法(Iterated approaches for livelihood security under salinity and climate threats)
SESSION-IX	鹽害管理上的社會經濟和政策觀點(Socio-economic and policy perspectives for salinity management)

Golden Jubilee International Salinity Conference (GJISC-2019) 7-9 February, 2019, ICAR-CSSRI, Karnal, India PROGRAM AT A GLANCE	
7.02.2019 (Day-1: Thursday)	
8.30-10.00	REGISTRATION
10.00-12.00	Inaugural CEREMONY <i>Venue: Dr. D.R. Bhumbla Auditorium</i>
12.00-12.20	High TEA
12.20-13.20	Special SESSION <i>Venue: Dr. D.R. Bhumbla Auditorium</i>
	Chairman: Dr. Trilochan Mohapatra, Secretary DARE and Director General, ICAR, New Delhi, India
	Co-Chairman: Dr. Ismahane Elouafi, Director General, ICBA, Dubai, UAE
	Convener: Dr. V.K. Mishra and Dr. D.S. Bundela
1.	Soil health management in India: issues, policies and way forward Dr. S.K. Chaudhari, Asstt. Director General, (S&WM), ICAR, New Delhi, India
2.	Crop improvement approaches for salinity and drought tolerance Dr. R.K. Singh, Program Leader-Crop Diversity and Genetics, ICBA, Dubai, UAE
13.20-14.20	LUNCH
14.20-15.30	PANEL DISCUSSION: Salinity management under changing climate scenario <i>Venue: Dr. D.R. Bhumbla Auditorium</i>
	Chairman: Dr. Masa Iwanaga, President, JIRCAS, Ohwashi, Tsukuba, Japan
	Co-Chairman: Dr. J.D. Oster, Former Director, US Salinity Lab., California, USA Prof. K.P. Singh, Vice Chancellor, CCS HAU, Hisar, India
	Convener: M.J. Kaledhonkar and Bhaskar Narjary
	Panelist
	1. Dr. Ismahane Elouafi, Director General, ICBA, Dubai, UAE
	2. Eng. Wassfi Hassan El-Sreihin, Secretary General, AARDO, New Delhi, India
	3. Dr. Gurbachan Singh, Ex. Chairman, ASRB, ICAR, New Delhi, India
	4. Dr. N.K. Tyagi, Ex. Member, ASRB, ICAR, New Delhi, India
	5. Dr. N.P. Singh, Director, NIASM, Baramati, Maharashtra, India
15.30-15.45	Tea
15.45-18.00	SESSION-I: Drivers and diagnostic criteria for salinity assessment and mapping <i>Venue: Conference Hall</i>
	Chairman: Dr. M.S. Bajwa, Ex. Dean, CoA, PAU, Ludhiana, Punjab, India
	Co-Chairman: Dr. S.K. Chaudhari, ADG, NRM, ICAR, New Delhi, India Dr. Ramesh Yadav, Chairman, Haryana Kisan Aayog, Panchkula, India
	Convener: Dr. Anil R. Chinchmalatpure and Dr. Arijit Barman
	Lead speakers
1.	Soil salinity mapping by optical and radar remote sensing Dr. Weichung Wu, China University of Technology, Nanchang, China
2.	Mapping of salt-affected soils using remote sensing and GIS Dr. Brijendra Pateriya, Director, Punjab Remote Sensing Centre, Ludhiana, India
	Keynote speakers
3.	Geo-informatics in mapping and monitoring of large scale sodic land reclamation programme Dr. A.N. Singh, Ex. Director UPRSAC, Lucknow, U.P., India
4.	Hyperspectral remote sensing for characterization and mapping of soil salinity Dr. Suresh Kumar, IIRS, Dehradun, Uttarakhand, India
5.	Remote sensing and proximal techniques for estimating salt-affected soils and poor-quality waters-current scenario and future perspectives Dr. Madhurama Sethi, Ex- Head, ICAR-CSSRI, Karnal, India
6.	Mapping and characterization of salt affected soils data in haryana for reclamation and management Dr. A.K. Mandal, ICAR-CSSRI, Karnal, Haryana, India
7.	Application of spectroscopy for soil quality assessment with special reference to salt affected soils Dr. M. Mohanty, ICAR- IISS, Bhopal, M.P., India

圖 3-1 研討會課程表-1

8.	Characterization of sodic soils in soil profile of Indo-Gangetic plains Dr. A.K. Rai, ICAR-CSSRI, Karnal, Haryana, India
16.15-18.15	POSTER Session-I
15.45-18.00	Session II (CONCURRENT): Stakeholders' perspectives and technology implementation <i>Venue: Dr. D.R. Bhumbra Auditorium</i>
	Chairman: Dr. Gurbachan Singh, Ex Chairman, ASRB, New Delhi, India
	Co-Chairman: Dr. Prakash Kumar, Reliance Industries, India
	Convener: Dr. R.K. Singh and Dr. N. Basak
	Panelists
1.	Dr. Ramesh Yadav, Chairman, Haryana Kisan Ayog, India
2.	Dr. Rajbir Singh, Director, ATARI Zone-1, Ludhiana, Punjab, India
3.	Dr. Kuldeep Gautam, Joint Director of Agriculture, HOPP, Govt. of Haryana, Panchkula, India
4.	Er. V.V.S. Dhillon, Director from Dutch Sub Surface Technologies Pvt Ltd, Mohali, India
18.30-20.30	CULTURAL SAGA <i>Venue: Dr. D.R. Bhumbra Auditorium</i>
20.30-21.30	GJISC-2019 GALA DINNER
DATE:8.02.2019 (Day 2: Friday)	
9.00-11.15	Session-III: Saline agro-ecosystem: impact and management of soil and crops <i>Venue: Dr. D.R. Bhumbra Auditorium</i>
	Chairman: Dr. P.S Minhas, Ex. Director, NIASM, Baramati, India
	Co-Chairman: Dr. A.K. Patra, Director IISS, Bhopal, India Dr. Satoshi Tobita, JIRCAS Ohwashi, Tsukuba, Japan
	Convener: Dr. Sanjay Arora and Dr. Ashim Datta
	Lead speakers
1.	Resilient agriculture in salinity afflicted soils: some research perspectives Dr. P.S Minhas, Ex. Director, NIASM, Baramati, India
2.	Technology frontiers to enhance soil health, agricultural productivity and income Dr. A.K. Patra, Director, IISS Nabibagh, Berasia Road, Bhopal, India
3.	Environmental and natural resources management program in JIRCAS Dr. Satoshi Tobita, JIRCAS Ohwashi, Tsukuba, Japan
	Keynote speakers
4.	Waterlogged Saline Soils: Effective Implementation of Reclamation and Management Package Dr. S.K Gupta, Ex PC AICRP (SAS&PW), CSSRI, Karnal, India
5.	Sustainable plant nutrient management based on targeted yield approach in reclaimed salt affected soils of arid and semi-arid regions of India Dr. Pradip Dey, PC (STCR) IISS Bhopal, M.P., India
6.	Technical manual on building a low-cost, shallow subsurface drainage system for mitigating salinization Dr. Keisuke Omori and Dr. Junya Onishi, Ohwashi, Tsukuba JIRCAS, Japan
7.	'Drainage approaches for combating soil and groundwater salinity in irrigated lands' Dr. S.K Kamra, Emeritus Scientist, ICAR-CSSRI Karnal, India
8.	Status of groundwater quality of sugarcane growing area of Asandh block of Haryana (India) Dr. Vijay Kumar Arora, RRS, CCHAU, Karnal Haryana, India
9.00-11.15	Session-IV (CONCURRENT): Saline agro-ecosystem: impact and management of water and environment <i>Venue: Conference Hall</i>
	Chairman: Dr. N.K. Tyagi, Ex. Member, ASRB, New Delhi, India
	Co-Chairman: Dr. Weichung Wu, China University of Technology, Nanchang, China Dr. D.K. Sharma, Former Director, CSSRI, Karnal, Haryana, India
	Convener: A. K. Rai and S. K. Sarangi
	Lead speakers
1.	Musings on agro-hydro-salinity management research in India: achievements, emerging problems and way forward Dr. N.K. Tyagi, Former Director ICAR-CSSRI Karnal, India
2.	Water management options in saline environment for resilient agriculture Dr. S.K Ambast Director IIWM Bhubneshwar, Odisha, India

圖 3-1 研討會課程表-2

3.	Challenges and opportunities of sustainable management of sodic soils Dr. D.K. Sharma Former Director, ICAR-CSSRI, Karnal
	Keynote speakers
4.	Resource characterization and management of salt affected soils in Purna river valley of Maharashtra Dr. V.K. Kharche, Director of Research, PDKV, Akola Maharashtra, India
5.	Use of EM-38 soil surveys in forage fields at a saline drainage water reuse site to calibrate a hydro-salinity model for decision support Dr. Sharon E. Benes, California State University, Fresno, CA, U.S.A.
6.	Managing sodic waters in agricultural soils of Punjab- a long-term perspective Dr. O.P. Choudhary, Head, Deptt. of Soil Science, PAU, Ludhiana, India
7.	Water management strategies in water scarce situations of Tunisia Dr. Bellachheb Chahbeni, Houmt Souk, Tunisia
8.	Recent management and remediation approaches for wastewater use in agriculture Dr. Khajanchi Lal, WTC, New Delhi, India
10.30-11.30	POSTER Session III & IV
11.15-11.30	Tea
11.30-13.30	SESSION-V(a): Advances in crop improvement for salinity tolerance <i>Venue: Dr. D.R. Bhumbra Auditorium</i>
	Chairman: Dr. G. P. Singh, Director, ICAR-IIWBR, Karnal
	Co-Chairman: Dr. Jaya Kumar Bose, University of Adelaide, Australia Dr. Yash Dang, University of Queensland, Australia
	Convener: S. K. Sanwal and Jogendra Singh
	Lead speakers
1.	Advances in crop improvement for salinity tolerance Dr. G.P. Singh, Director, ICAR-IIWBR, Karnal, Haryana, India
2.	Selecting wheat genotypes for tolerance to soil constraints Dr. Yash Dang, University of Queensland, Australia
3.	Use of root entophyte <i>Piriformospora indica</i> as a plant probiotic Dr. A.K. Johri, JNU, New Delhi, India
	Keynote speakers
4.	Map-based cloning, characterization, and utilization of a salt tolerance gene ncl in soybean' Dr. Donghe XU JIRCAS Ohwashi, Tsukuba, Japan
5.	Chloroplast ion regulation is ray to salt tolerance in halophytes Dr. Jaya Kumar Bose, University of Adelaide, Australia
6.	Marker assisted incorporation of bacterial blight resistance in salt tolerant rice for coastal saline areas of Andaman & Nicobar islands Dr. R.K Gautam, ICAR-CIARI, Andaman Nicobar, India
7.	Photosynthetic efficiency enhancement under stress condition Dr. Renu Munjal, Deptt. of Basic Science, CCSHAU, Hisar, Haryana, India
8.	Deciphering the mechanisms of salt tolerance in kharchia local wheat Dr. Kanika Kumar, NRC on Plant Biotechnology, New Delhi, India
11.30-13.30	SESSION-V(b) (CONCURRENT): Advances in crop improvement for salinity tolerance <i>Venue: Conference Hall</i>
	Chairman: Prof. Ashwani Pareek, School of Life Sciences, JNU, New Delhi
	Co-Chairman: Dr. Girisha K. Ganjegunte, Texas Agrilife Research, El Paso, USA Dr. J. Rane, ICAR-NIASM, Baramati, Maharashtra, India
	Convener: S. L. Krishnamurthy and Raj Mukopadhy
	Lead speakers
1.	Can we raise salinity tolerant rice by reverse genetics Prof. Ashwani Pareek, School of Life Sciences, JNU, New Delhi
2.	Evaluation of irrigation potential of treated wastewater to produce fall canola in an arid environment Dr. Girisha K. Ganjegunte, Texas Agrilife Research, El Paso, USA
3.	Evaluation and comparison of different irrigation methods for forage production of some halophyte species Dr. M.H. Bankar, NSRC, AREEO, Yazd, Iran

圖 3-1 研討會課程表-3

	Keynote speakers
4.	Identification and validation of new salt responsive gene/mirna based markers in wheat Dr. Pardeep Sharma, IIWBR, Karnal Haryana, India
5.	Gene expression studies in <i>saccharum spontaneum</i> , a wild relative of sugarcane in response to salinity Dr. K. Lakshmi, ICAR-SBI, Coimbatore, Tamil Nadu, India
6.	Differentially expressed genes in <i>Urochondra setulosa</i> under salt stress Dr. Anita Mann, CSSRI, Karnal, Haryana, India
7.	Conventional and Molecular Breeding Approaches for Salt Tolerance in Rice Dr. S.L. Krishnamurthy, ICAR-CSSRI, Karnal, Haryana
12.00-14.00	POSTER Session V (a) & (b)
13.30-14.30	Lunch
14.30-16.30	SESSION VI: Alternate landuse systems for saline environment <i>Venue: Dr. D.R. Bhumbra Auditorium</i>
	Chairman: Dr. J.C. Dagar, Ex ADG, ICAR, New Delhi
	Co-Chairman: Dr. S.R. Gupta, Kurukshetra University, Kurukshetra, Haryana, India
	Convener: T. Damodran and Raj Kumar
	Lead speakers
1.	Strategies and opportunities to sustain agricultural productivity in salty environment through alternate land uses in changed environment Dr. J.C Dagar Former ADG (Agronomy & Agro-forestry) ICAR, New Delhi, India
2.	Alternative crops for improving food security in changing climate with saline water Dr. Masoumeh Salehi, NSRC, AREEO, Yazd, Iran
3.	Tree plantations for enhancing carbon sequestration and soil microbial activity on reclaimed sodic soils in North-Western India Dr. S.R. Gupta, Kurukshetra University, Kurukshetra, Haryana, India
	Keynote speakers
4.	Climate resilient agroforestry systems for saline soils Dr. R. Banyal, ICAR-CSSRI, Karnal, Haryana, India
5.	Growth, physiological and biochemical responses of half-sib progenies of Indian Tulip Tree (<i>Thespesia populnea</i> L. Sol. Ex. Correa) in coastal saline soils of Thiruvavur district, Tamil Nadu Dr. P. Rajendran, TNAU, Kudumiyamalai, Tamil Nadu, India
6.	Shrimp farming in Inland saline affected soils of India: prospects and way forward Dr. Harikrishna, ICAR-Central Institute of Fisheries Education, Rohtak, Haryana, India
7.	Innovative agronomic solutions for sustaining fruit production in salt affected soils Dr. Anshuman Singh, ICAR-CSSRI, Karnal, Haryana
15.00-16.30	POSTER Session VI
16.15-16.30	Tea
16.30-18.00	SESSION-VII: Climate resilient approaches for sustainable productivity <i>Venue: Dr. D.R. Bhumbra Auditorium</i>
	Chairman: Dr. S.S. Khanna, Ex. Advisor Agri., Planning Commission, Govt. of India
	Co-Chairman: Dr. C. L. Acharya, Ex. Director IISR, Bhopal, M.P., India Dr. M.L. Jat, CIMMYT-CCAFS, NASC Complex, New Delhi, India
	Convener: Ajay K. Bhardwaj and R. K. Fagodiya
	Lead speakers
1.	Conservation agriculture based sustainable intensification for challenging the climate change Dr. M.L. Jat, CIMMYT-CCAFS, NASC Complex, New Delhi, India
2.	Sustainable intensification for resilient and diversified cereal-legume system in limited water agro-ecologies Dr. Yash Pal Sehrawat, Country Coordinator, ICARDA, Afganistan
3.	Conservation agriculture based sustainable intensification (CASI) approach can provide more sustainable production systems in changing climate at smallholders of EGP in South Asia Dr. Mahesh K. Gathala, CIMMYT, NASC Complex, New Delhi, India
	Keynote speakers
4.	Mechanization and conservation agriculture for sustainable intensification in cereal based system

圖 3-1 研討會課程表-4

	of North West India Dr. H.S. Sidhu, Sr. Research Engineer, BISA, NASC Complex New Delhi, India
5.	Modifications of Roth C for Saline Soils Dr. Raj Setia, Punjab Remote Sensing Centre, Ludhiana, Punjab, India
18.00-19.00	General Body meeting of Indian Society of Soil Salinity & Water Quality (ISSS&WQ) <i>Venue: Dr. D.R. Bhumbra Auditorium</i>
DATE:09.02.2019 (Day 3: Saturday)	
9.00-11.00	SESSION-VIII: Integrated approaches for livelihood security under salinity and climate threats <i>Venue: Conference Hall</i>
	Chairman: Dr. J.S. Samra, Ex. CEO, NRAA, Delhi, India
	Co-Chairman: Dr. S.K Gupta, Ex. PC AICRP (SAS&PW), CSSRI, Karnal
	Convener: D.S. Bundela and Gajender
	Lead speakers
1.	Modeling tools to examine and help farmers to mitigate the challenges of climate change Dr. Alison Laing, CSIRO Agriculture, Queensland Biosciences Precinct, Australia
2.	Anthropogenic soil salinity development and its remediation Dr. Tapan Adhikari, IISS, Bhopal (MP), India
3.	Elucidation of Mechanism of Drought and High Temperature Tolerance in Common Bean Dr. Ashok Kumar, TARF, JIRCAS, Maetzato, Ishigaki, Okinawa, Japan
	Keynote speakers
4.	Effect of Salinity Management Practices on Growth, Yield and Quality of Chewing Cane in Saline Prone Soils of Bangladesh Dr. Gaji Md. Akram Hossain, Bangladesh Sugarcrop Research Institute, Bangladesh
5.	Climate Resilient Agriculture technologies for salt affected areas of Vidarbha, Maharashtra Dr. Vijay Kolekar, PoCARA, Mumbai, Maharashtra, India
6.	Agroforestry Plantations in Salt Affected and Reclaimed Soils of Haryana, India: Impacts on Managing Marginal Environments and Strengthening Farmers' Livelihood Dr. R.K. Singh, TET, CSSRI, Karnal, Haryana, India
7.	Quantifying the Impact of Climate Change on Salinization of Irrigated Agriculture; a Case Study from Iran Dr. M.H. Rahimian, Education and Extension Organization, NSRC, Yazd, Iran
8.	Suitability of Sites for Inland Saline Aquaculture in Arid and Semi-Arid Regions of Rajasthan Dr. P. Kumararaja, AAH&ED, CIBA, Chennai, India
9.30-11.45	POSTER Session VII & VIII
11.30-11.45	Tea
9.00-11.15	Session-IX(CONCURRENT): Socio-economic and policy perspectives for salinity management <i>Venue: Dr. D.R. Bhumbra Auditorium</i>
	Chairman: Prof. Ramesh Chand, Member, NITI Aayog, Govt. of India
	Co-Chairman: Dr. V.V. Sadamate, Former Advisor Agri., Planning Commission, Gol
	Conveners: Anil Kumar and Kailash Prajapat
	Lead speakers
1.	Policy perspectives for sustaining natural resources Prof. Ramesh Chand, Member NITI Ayog, Govt. of India, New Delhi
2.	Innovative Agricultural Extension Strategies and Reforms for Addressing Soil Salinization Dr. V.V. Sadamate, Former Advisor Agriculture, Planning Commission, Govt. of India
	Keynote speakers
4.	Dynamics of total factor productivity under field crops in India Dr. Shiv Kumar, NIAEPR, New Delhi, India
5.	Socio-economic Assessment and Policy Needs for Technology Adoption under Coastal Salt-affected Soils Dr. Subhasis Mandal, RRS, CSSRI, Canningtown, West Bengal, India
6.	Economic Benefits from Adoption of Salt Tolerant Rice Variety Basmati CSR 30 in India Dr. R. Raju, CSSRI, Karnal, Haryana, India
7.	Meta-Analysis of Benefits of Conservation Agriculture over Conventional System in South Asia

圖 3-1 研討會課程表-5

	Dr. Kiran Kumar, CSSRI, Karnal, Haryana, India
8.	Good Agricultural Practices for Management of Salt Affected Soils Dr. Anil Kumar, CSSRI, Karnal, Haryana, India
11.15-11.30	Tea
09.30-11.30	POSTER Session-IX
11.30-12.30	Young scientist award presentation <i>Venue: Dr. D.R. Bhumbra Auditorium</i>
13.00-14.00	Lunch
14.00-15.00	Plenary session & Closing CEREMONY <i>Venue: Dr. D.R. Bhumbra Auditorium</i>
	High TEA
DATE:10.02.2019 (Day 4: Sunday)	
7.30-19.00	POST CONFERENCE TOUR (Optional)

圖 3-1 研討會課程表-6



圖 3-2 研討會開幕式



圖 3-3 印度中央土壤鹽分研究院領導人致詞情形



圖 3-4 研討會出席人員盛況



圖 3-5 發表人員表揚儀式



圖 3-6 研討會閉幕式

第二節、研習課程主題

一、108年2月11日(星期一)研習課程及摘要

(一)高鹽膨轉土作物生產的水分管理(Water Management for Crop Production in Saline Vertisols.)

- 1.課程重點：介紹膨轉土全球分布區位及土壤之物理、化學特性，並分析目前印度各省分膨轉土之分布情形、農業所遭遇問題及採取因應對策之建議。
- 2.應用於農業之啟發：膨轉土將使農業生產造成限制，過乾時，表面結殼或形成堅硬土塊；過濕時，因黏粒含量多而黏稠性高(如圖 3-7、3-8，以上圖片摘自課程簡報資料)；依地點、鹽分含量可選擇適合作物而種植，一般依據作物對鹽分耐受性可分為耐性作物如大麥、小麥、甘蔗及馬鈴薯等，半耐性作物如玉米、高粱及番石榴等，感性作物如花生、柑橘、芒果及豌豆等。



圖 3-7 膨轉土過乾情形



圖 3-8 膨轉土過濕情形

(二)鹼土及灌溉水的石膏施用量-概念及評估(Gypsum/ amendments requirement in sodic soil and irrigation water – Concept and practical assessment.)

- 1.課程重點：介紹鹼土特性、成因及運用石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)之土壤改良方法。
- 2.應用於農業之啟發：與鹽土相較下鹼土更易受鈉離子影響，超量的鈉離子在土壤中因具有較大的水合半徑會使土壤團粒絮散造成排水不良外，

鈉離子也會與其他離子如鉀及鈣等競爭造成元素的不平衡；與鈉離子相反鈣離子能與土壤團粒形成絮聚，而石膏可作為鹼土與劣質水的改良劑，中和土壤過多的鹼性離子，並以鈣離子取代黏粒表面可交換位上的鈉離子，藉此改善土壤的物理性質，圖 3-9 為現地試驗流程(圖片摘自課程簡報資料)。

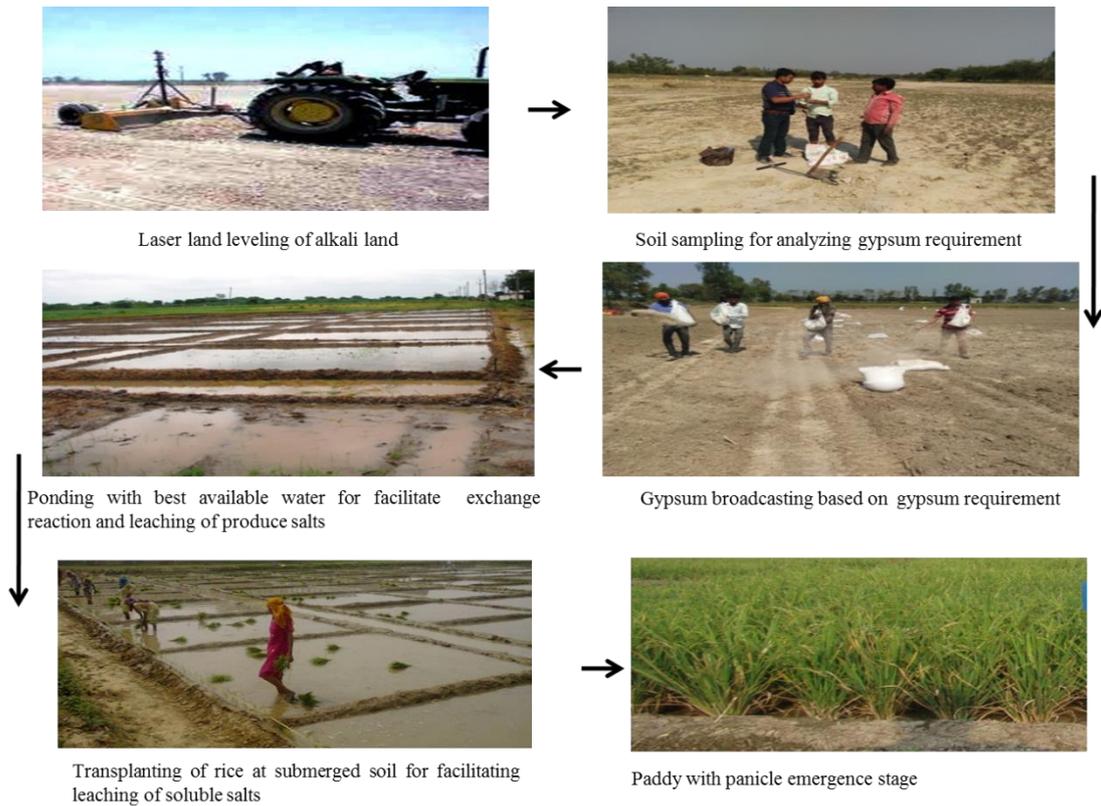


圖 3-9 現地鹼土改良流程

(三)永續作物生產中劣質灌溉水管理(Managing poor quality irrigation for sustainable crop production.)

- 1.課程重點：印度農業用水因降雨時間及空間分布不均，故增加地下水使用量，本課程即針對地下水作為農業用水之適用性進行探討。
- 2.應用於農業之啟發：地下水作為灌溉用途必須考量水的品質，而灌溉水的品質影響土壤和植物生長，高鹽分地區可用一些參數來決定灌溉水適用性，如導電度(EC)、殘留鈉濃度(RSC)及鈉吸附率(SAR)等，特定離子的濃度 $Ca > 35\%$ 總陽離子、 $Na < 65\%$ 總陽離子，Ca 和 Mg 的比例應 ≥ 3.0

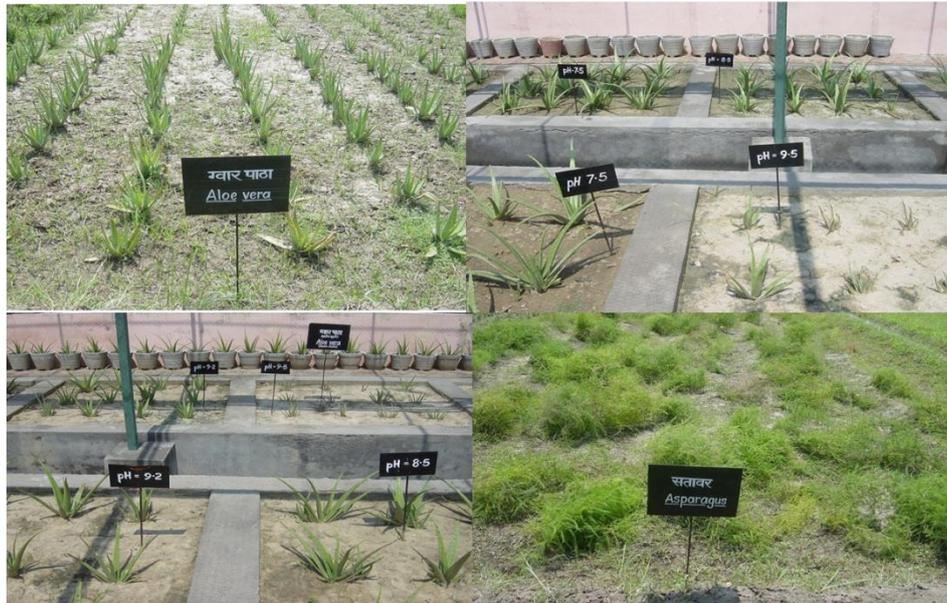
等，含鹽灌溉的施用可分成直接使用及混合使用，包含在種植季節內混合及季節間混合使用，通過採取某些措施可以管理劣質的灌溉水，必須注意的是選擇合適的作物/栽培品種，並在不太敏感的生長階段進行灌溉，將可用的良好水分配給價值較高的作物，交替或混合鹽水與淡水避免鹽分累積，另保護及續留雨水亦是重要措施。

二、108年2月12日(星期二)研習課程及摘要

(一)以劣質水種植工業和非傳統作物之未來發展(Prospects of growing industrial and nonconventional crops with poor quality water.)

- 1.課程重點：印度因地下水資源(約 25%為鹽水)及土壤鹽化(6.73 百萬公頃)之影響，傳統作物於此惡劣條件下耕作日益困難，因此需謀求可永續利用土地，且可適應鹽化土壤又具經濟規模作物等多元價值之農業方式，本課程即探討鹽害逆境下植物生理或生化改變及未來發展非傳統作物之可行性。
- 2.應用於農業之啟發：因人類發展、氣候變遷等之綜合因素，世界上已有越來越多農業土地已處於劣化或是瀕臨劣化的趨勢，爰以合理的、有效的、永續的概念進行土地利用至關重要。印度因傳統文化因素，草藥(或藥用)植物需求日漸增加，經試驗(如圖 3-10，圖片摘自課程簡報資料)此些草藥(或藥用)植物除具高經濟價值外，對土壤鹽、鹼化環境亦具有相當程度之耐受性，亦即可適應較惡劣之土壤質地，且若干植物給予適當鹽分，可促進其次級代謝物之增長，此一研究成果，應可提供鹽化區域土地、國家之重要參考。

Performance of Aloe and Asparagus on sodic soils



Aloe and Asparagus perform well at pH 8.5 and 8.2, respectively

圖 3-10 植物逆境試驗情形

(二)在哈里亞納邦以地下排水管理浸水之鹽分土壤(Subsurface Drainage for Management of Waterlogged Saline Soils in Haryana.)

- 1.課程重點：印度受鹽害影響土地約有 6.73 百萬公頃，而鹽害土壤倘若降雨不足及排水不良，更有加劇的情形，其西北省分因位於乾燥或半乾燥氣候區，故年降雨量不足，約有 2 百萬公頃土地遭遇積水且土壤鹽害之影響，爰建置良好的排水系統，亦為改善土壤鹽化之重要措施。
- 2.應用於農業之啟發：土壤中鹽類的累積將造成土壤之物理、化學改變，加之印度使用劣質水灌溉之情形普遍，倘能有效規劃排水，並適時排除土壤鹽類及水分，則可延緩鹽化的情形。排水規劃包括底層橫向排水與垂直管井排水，主要差異為垂直管井排水將使地下水位下降，且相較於底層橫向排水需要額外抽取較多的地下水；底層橫向排水的積水移動距離較垂直管井排水短，且大部分是經由較淺、鹽分較低的土層；橫向底層排水移除鹽類總量隨時間增加，而垂直管井排水則相反(圖 3-11 為 CSSRI 於 1983 年辦理排水管理設之歷史照片，圖片摘自課程簡報資料)。

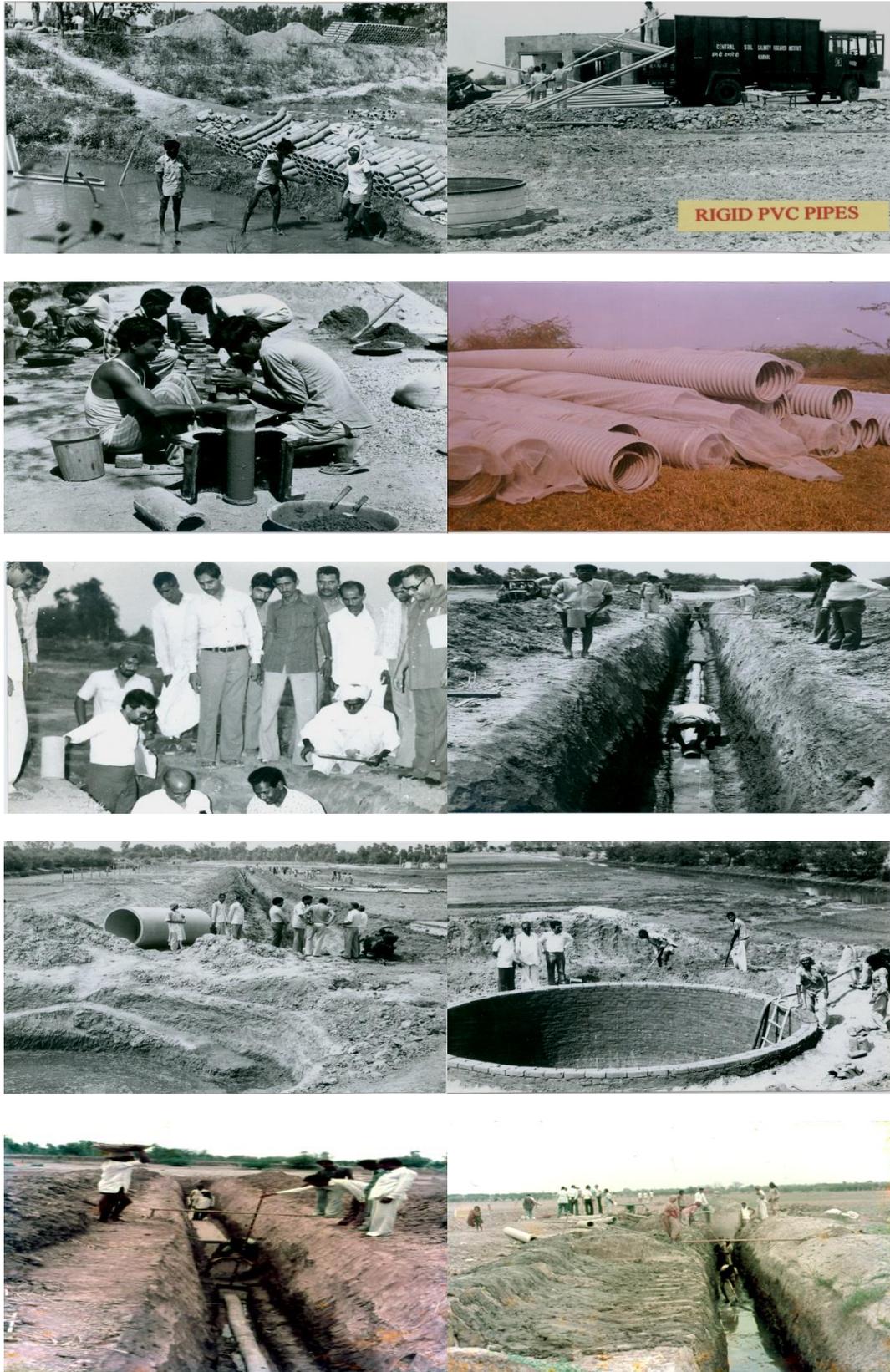


圖 3-11 CSSRI 於 1983 年辦理排水管理設之歷史照片

(三)地球化學和水文循環－劣質水的鹽分來源(Geochemistry and Hydrologic Cycles- Sources of Origin of Salts in Poor Quality Water.)

- 1.課程重點：欲改善土壤鹽化及運用劣質水則須先瞭解其成因及其特性，本課程即為介紹鹽化土壤之物理、化學性質並說明其成因以作為其他課程之基礎。
- 2.應用於農業之啟發：土壤為一自然體由母岩風化而成，其性質亦受氣候、時間、地形及生物等因子影響，EC 值為土壤導電度是測定土壤水溶性鹽的指標，一般而言 EC 值在 0-2 dS/m 時，鹽類對作物的影響可以忽略；EC 值在 2-4 dS/m 時，敏感作物的產量可能受到影響；EC 值在 4-8 dS/m 時，一般作物的產量受到限制；EC 值在 8-16 dS/m 時，只有耐鹽作物的產量可以接受；EC 值大於 16 dS/m 時，只有少數嗜鹽植物(Halophyte)可以生存，鹽土其 EC 值大於 4 dS/m、ESP 值小於 15，土壤中含有過量的鹽類離子，通常由硫酸根離子(SO₄²⁻)、鈉離子(Na⁺) 和氯離子(Cl⁻)，或是其他的離子組程如：鎂離子(Mg²⁺)、鈣離子 (Ca²⁺)等，形成氯化鈉、氯化鎂、氯化鈣、硫酸鈉、硫酸鎂與硫酸鈣等鹽類，其形成原因為海水倒灌，過度施肥、氣溫過高等因素，致引起鹽類離子累積於表土、雨量太少使鹽類離子無法淋洗排出等，鹼土(Sodic soil)pH 值大於 8.5，EC 值小於 4 dS/m，ESP 值則是大於 15，鹼土發生的原因為土壤中存在大量的可交換性鈉，大量的鈉離子累積於土壤除了會對作物造成危害外，亦會造成土壤結構絮散(圖 3-12 為印度用於灌溉之劣質地下水分類，圖片摘自課程簡報資料)。

Grouping of poor quality ground waters for irrigation in India

Water quality class		ECiw (dS m ⁻¹)	SAR (m mol l ⁻¹)	RSC (me l ⁻¹)
Main	Subclass			
Good		<2	<10	<2.5
Saline	Marginal	2-4	<10	<2.5
	Saline	>4	<10	<2.5
	High SAR	>4	>10	<2.5
Alkali		<4	<10	2.5-4.0
	Marginal	<4	<10	>4.0
	High	Variable	>10	>4.0

ECiw= Electrical conductivity of irrigation water, SAR= Sodium Adsorption Ratio and RSC= Residual Sodium Carbonate

圖 3-12 印度用於灌溉之劣質地下水分類

三、108年2月13日(星期三)研習課程及摘要

(一)保護蔬菜之耕作方式(Protected Cultivation in Vegetables.)

- 1.課程重點：鹽化土壤倘欲有效培育作物，可使用相關保護資材，以使其順利規模生產，本課程即介紹鹽化土壤可運用資材及其配比。
- 2.應用於農業之啟發：蔬菜作物在栽培過程倘有適當的保護，免除生物和非生物的脅迫可增加蔬菜的產量、產質及提升農民收入，並減少農藥的使用等優點，其中，栽培介質的選擇也有相關的影響。富含有機質的砂質和坩質壤土有利於蔬菜栽培，必須注意土壤傳播病害及和雜草，如果土壤貧瘠或鹽害影響嚴重，則建議可使用礦物介質(如珍珠岩及岩棉)及有機介質(如泥炭、堆肥及椰子殼)處理，礦物介質和有機介質的混合比例通常為礦物介質 60-70%而有機介質 40-30%，另外溫網室的使用可降低氣候及病蟲害的影響，使作物生產更加穩定 (圖 3-13 為作物培育中有保護與無保護之差異比較，圖片摘自課程簡報資料)。



圖 3-13 作物培育中有保護與無保護之差異比較照片

(二)劣質地下水補給和利用的設計、調查及技術(Design, Investigation and techniques for recharging and improving poor quality groundwater.)

- 1.課程重點：印度土壤鹽化亦受地下水之水質、水量影響，本課程即說明地下水補注之重要概念。
- 2.應用於農業之啟發：有效維持地下水平衡，並以適當方式補注地下水可防止土壤鹽化，一般而言，進行地下水補注須考量之因素包括：(1)集水區範圍、(2)降雨強度、(3)地下水之補給速度；而地下水之補注來源包括：(1)流域內之降水、(2)溪流、山澗水及任何含水層、(3)水庫之供水、(4)不同流域間之地表水供應、(5)汙廢水處理、(6)任何其他特定水來源。

(三)AARDO 三個成員國中的積水與土壤鹽鹼化問題概述(An overview of water logging and soil salinity problems in three AARDO countries.)

1.課程重點：AARDO 成員國包含 30 個非洲與亞洲國家，其中因排水不良與積水之因素，造成土壤鹽化，進而有耕作、糧食、農民收入等問題，本課程即藉由探討埃及、巴基斯坦、衣索比亞等三個國家所遭遇問題，進而作為其他國家改善之借鏡。

2.應用於農業之啟發：AARDO 成員國遭遇土壤鹽化其常見之灌溉問題包括：(1)氣候因素帶來之暴雨及強降雨，而區域排水設施不足、(2)灌溉設施老舊滲漏、(3)夜間供水不足、(4)維護管理費用不足、(5)田區整地時無整平致低窪處積水、(6)無考慮水源、水量即種植需水量大的作物、(7)土壤質地較細、孔隙小，且不透水層接近地表、(8)灌溉管理不當、(9)無單一窗口主管機構、(10)技術不足、(11)水價不當。(圖 3-14 為不同國家耕地與排水面積占比統計資料、圖 3-15 為不同排水方法，圖片摘自課程簡報資料)

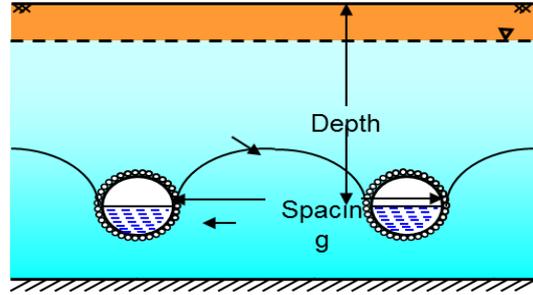
Country	Arable land (m ha)	Irrigated area (m ha)	Drained area (m ha)	Proportion of drained area (%)
USA	179	22	48	27
China	136	50	20	15
Canada	46	0.7	9	20
Russia	127	5	7	6
Pakistan	22	18	6	27
India	170	55	6	5 (11)*
Mexico	27	6.5	5.2	19
Germany	12	0.4	4.9	41
Great Britain	6	0.1	4.6	77
Poland	14	0.1	4.2	30
Egypt	3.3	3.3	3	91

* % of irrigated land

圖 3-14 為不同國家耕地與排水面積占比統計資料



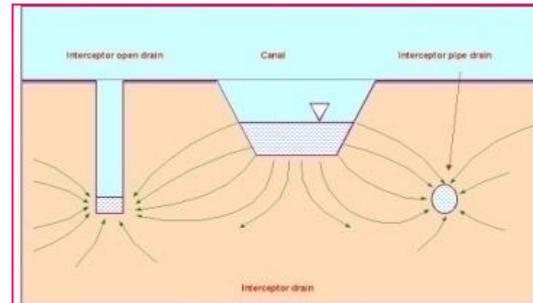
Surface drainage



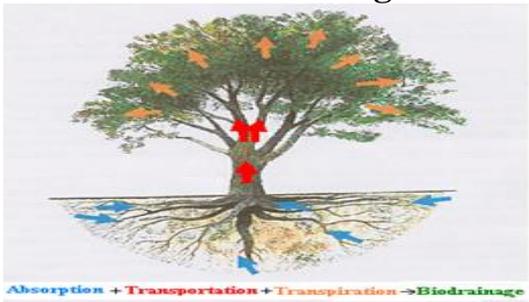
SS Drainage



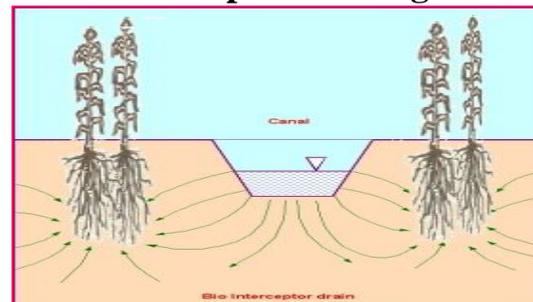
Vertical drainage



Interceptor drainage



Bio- drainage



Bio-interceptor Drainage

圖 3-15 不同排水方法

四、108 年 2 月 14 日(星期四)研習課程及摘要

(一)鹽化土壤和劣質水體開發利用，印度的糧食安全(Exploiting Salt Affected Soils and Poor Quality Waters for Food Security in India.)

- 1.課程重點：印度為全球農業大國，惟受土壤鹽化及灌溉水資源影響，每年產生極大經濟規模之損失，本課程主要說明印度因土壤鹽鹼化所帶來之農損情形及其可改善之主要方法。
- 2.應用於農業之啟發：印度用於灌溉的地下水有 32-84%是鹽水或微鹼水，受影響之土地近 10 百萬公頃，糧食年損失近 17 百萬噸，年經濟損失約 23,000 億盧比，其中，受鹼化影響之糧食，年損失約 11.18 百萬噸，年

經濟損失約 15,000 億盧布；受鹽化影響之糧食，年損失約 5.66 百萬噸，年經濟損失約 8,000 億盧布。農業克服鹽害逆境的主要方法包括：(1)石膏改良技術、地表排水技術，以改變生長環境，適合正常的植物生長，但這是相對昂貴的選擇，(2)依據植物特性：選擇耐鹽作物，提高品種的耐鹽性(圖 3-16 印度受鹽影響的土地及分布、圖 3-17 土壤中鹽的來源、圖 3-18 鹽的影響，圖片摘自課程簡報資料)。

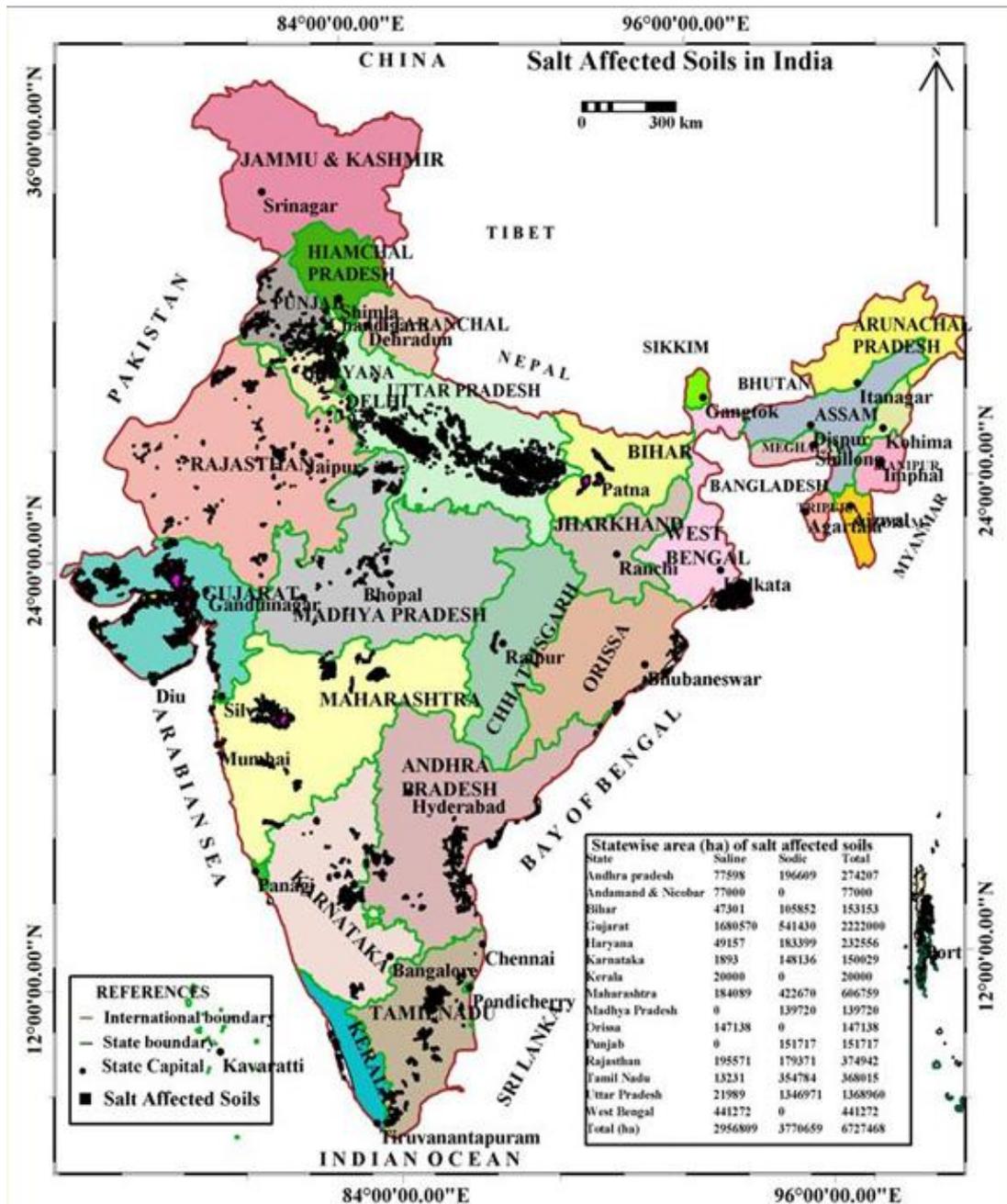


圖 3-16 印度受鹽影響的土地及分布



Weathering of Minerals



Saline and Shallow water table



Flooding/ seepage



Impeded Drainage conditions

圖 3-17 土壤中鹽的來源



Crumbling Buildings



Patchy growth of crops



Total loss of vegetation



Complete failure of crops

圖 3-18 鹽的影響

(二)使用現代工具強化鹽害環境作物生產力(Modern Tools for Enhancing Crop Productivity in Irrigated Saline Environments.)

- 1.課程重點：經研究，區域內倘有完善之灌溉設施，並發展其相對應之灌溉管理規範、組織，另輔以導入現代化決策工具，可有效提升在鹽害環境下作物之生產力，並提高作物產量及增加農民收入。
- 2.應用於農業之啟發：印度自 1870 年後開始增設灌溉渠道或蓄水池，並廣布灌溉渠道、設置地下水井，隨之發展(1)灌溉權利及義務的權責分工、(2)灌溉強度與容量的配當、(3)水權分配、(4)灌溉組織架構等與社會組織相關之事權分工，並瞭解於社會經濟層面可增加農民間之平等性、單位灌溉水量可產生的最大產量、可增加作物產量與農民收入等優點。另現代工具(DSS)則協助提供大量訊息、監測已經歷重大改進/變化的灌溉項目，包括水輸送，農業和環境績效的能力(圖 3-19 為 DSS 運用於灌溉管理示意圖，圖片摘自課程簡報資料)。



圖 3-19 DSS 運用於灌溉管理示意圖

(三)鹽/鹼土改良之經濟分析(Economic Analysis of Saline/Sodic Land Reclamation.)

- 1.課程重點：土壤改良技術於農業經濟極具效益，且為印度受鹽害影響農民提升產業競爭力之關鍵，透過相關研究可得知，藉由符合經濟效益之土壤改良方法將有助改善農民經濟環境，本課程即主要說明評價方法。
- 2.應用於農業之啟發：在評估土地開墾之經濟分析中最常見的是回報期、淨現值(NPW)、效益成本比率及內部收益率，其中需要被估算的為成本與回收。印度利用許多技術克服在鹽/鹼土中生產農作物，其中 CSR-BIO 可用於提升正常土壤和鹽/鹼土壤中農業生產力，可做為耐鹽作物的增長劑，具有低成本、環保及度經濟性，CSR-BIO 可增加作物的免疫力幫助作物生長和發育，降低化肥及農藥施用減少環境污染的可能，CSR-BIO 技術已經擴展到 7 個州 10,800 公頃土地，約有 18,400 名農民受益，估計平均增加產量為 19.75%，產生的額外就業人數為 86.40 萬人日，惟土壤改良仍需農民以自有資本投入，許多農民無經費或無法方便取得相關資材、設備以進行土壤改良，抑或缺乏相關專業知識等，皆為印度土壤改良所遭遇之問題(圖 3-20 為現地有無運用 CSR-BIO 技術作物生長對照照片，圖片摘自課程簡報資料)。



Without CSR-BIO

With CSR-BIO

圖 3-20 現地有無運用 CSR-BIO 技術作物生長對照照片

(四)林業/混農林業的廢水再利用(Sewage Reuse in Forestry/ Agro-forestry.)

- 1.課程重點：印度劣質地下水，除含鹽成分高，另亦包含其他對人體有害物質，而運用林業或農、林混合可有效移除有害成分。
- 2.應用於農業之啟發：在印度的某些州劣質地下水比率為 32-84%，其中鹽水占 20%、鹼水占 37%及鹽鹼水占 43%，甚至含有過量的重金屬，長期使用將影響人類健康及耕作系統，而使用這些水不需額外的成本是農民用來灌溉的主因。混農林業為可行的解決方案之一，在農地的邊界和周圍種植樹木或樹木間作，研究指出使用污水灌溉，桉樹除可支持其生長外，調查其莖 Cu、Zn、Pb 和 Cd 去除率分別為 0.03-0.11、0.19-0.92、0.007-0.71 及 0.004 至 0.06 kg ha⁻¹ 可避免土壤中的重金屬積累和地下水污染(圖 3-21 為長期飲(食)用廢水產生之疾病，圖 3-22 為現地農林混植試驗照片，圖片摘自課程簡報資料)。



Health Impacts: Skin problems (rashes, boils white spots, leprosy); mental retardation, stomach ailments, dental and sex related problems

圖 3-21 長期飲(食)用廢水產生之疾病



Sorghum & Egyptian Clover with Eucalyptus Poplar Wheat Agro-forestry

圖 3-22 現地農林混植試驗

五、108年2月15日(星期五)研習課程及摘要

(一)耐鹽作物育種(Breeding for Salt Tolerance in Crops.)

- 1.課程重點：印度蔬菜產量佔世界面積及產量分別為 15.8%及 14%，為世界排名第二，然蔬菜種植較易受到溫度、氣候、鹽度及土壤等相關壓力環境條件影響，爰瞭解培育耐鹽作物係印度農業經濟之重要課題。
- 2.應用於農業之啟發：鹽分逆境對植物生長的影響主要是由於離子和滲透作用，因此許多植物耐鹽的機制可能與選擇性離子的積累或排斥、鈉離子的吸收、控制及分佈有關，最常見的有利用鹽腺排鹽機制，或防止鈉離子進入植體並同時允許水通過。不同的植物對於土壤高鹽分的容忍度相差甚遠，在品種內的耐鹽性有所差異，利用育種的方式可選擇適應高鹽份的品種來適應不良環境。常見的傳統育種方法有譜系法、回交法、改良的譜係法、單粒後裔及突變育種等；根據外表行進行選拔，如發芽率、存活率、鹽害傷害等級、產量等；生理指標有據鈉離子排除能力、低的鈉離子吸收量、低的鈉鉀比等；非傳統方法有導入外來基因的基因轉殖法及利用分子標記輔助目標基因導入的分子輔助選種法。

(二)鹽分地之良好農業規範(Good Agricultural Practices For Salt-Affected Soils.)

- 1.課程重點：鹽分地進行有效改善方式可提升作物產值、產量及增加農民收益，本課程介紹石膏改良鹼土技術、地下排水技術、生物排水等方式。
- 2.應用於農業之啟發：石膏改良鹼土技術包括土地平整、沖洗去除多餘的水，灌溉優質的灌溉水，作物的選擇和及有效的養分管理，這項技術每年可提供約 1600 萬噸糧食。該技術的淨現值估計為盧比微 56,000 人/公頃，效益成本比率為 1.52，內部收益率為 21.40%，另外還有創造 150 人日/公頃/年的就業機會。地下排水技術為改善積水鹽土的有效技術，該系統由穿孔波紋 PVC 管網絡組成，並以低於土壤表面的所需間距和深度安裝，利用此項技術恢復了 70,388 公頃的面積，增加作物強度 40-50%，增加作物產量 50-110(水稻增加 30-110%，小麥增加 20-120%)。生物排水是環保的低成本技術通過樹木的蒸散作用去除多的水防止以積水和鹽土的形成，生物排水降低了地下水位減少了根區的鹽分積累，這項技術除了可促進森林面積之外，亦可通過銷售木材增加收入，且沒有處理排水污水的問題，可以與傳統地下排水技術共同使用，以減少排水流出物(圖 3-23 為排水改良方法，圖片摘自課程簡報資料)。

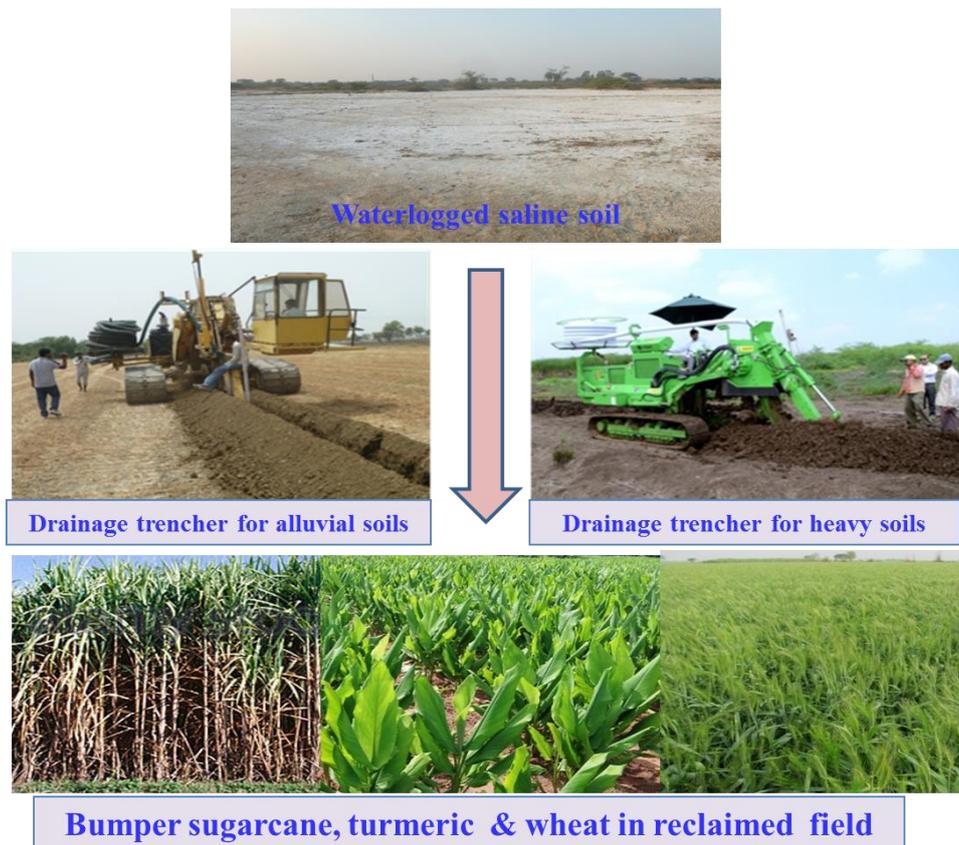


圖 3-23 排水改良方法

(三)利用劣質水於永續園藝生產(Sustaining Horticultural Production with the Use of Poor Quality.)

- 1.課程重點：未經處理的廢水用於灌溉，這可能會對環境和健康產生不利影響，廢水中含有重金屬、類金屬、病原體、殘留藥物和其他有機化合物，使用鹽分含量高的灌溉水，也會限制植物生長並導致產量和質量下降，連續使用下也會損害土壤健康和生產力，一般盡量避免使用而在水資源缺乏的地區必須謹慎使用以免對環境造成不可逆的傷害。
- 2.應用於農業之啟發：不同作物對於農業劣質水有不同的反應，如柑橘在高鈉、氯及硼濃度劣質水施用下，番茄在劣質水與普通水共同使用下，雖然有重金屬部分轉運至植株，但果實中的重金屬仍低於標準限值。使用未經處理的污水灌溉顯著提高了馬鈴薯葉片和塊莖中鐵，錳，鋅，鋁，鎳，銅和鉻的濃度，葉片中的增加通常高於塊莖。若考量食安問題也可將農業劣質水施用於非糧食作物如棉花、罐裝/加工用的蔬菜和水果，以

加工的方式摧毀病原體，或用於景觀植物的灌溉等。應用不同的管理方式來克服灌溉水不足，如利用植物生長調節劑改善葉片相對水分含量、增加脯氨酸和抗氧化劑的積累可提高植物耐鹽性，利用覆蓋農場廢棄物或聚乙烯可提高土壤水分利用率，緩和土壤溫度，減少降雨的侵蝕影響，抑制雜草生長等，從長遠來看應整合可行的管理法，並視環境條件合理搭配使用(圖 3-24 為作物受鹽害產生的情況，圖 3-25 為灌溉管理方法，圖片摘自課程簡報資料)。



Visible symptoms of salt injury in saline irrigated ($EC_{iw} 6 \text{ dS m}^{-1}$) bael cultivars
(From top left- NB-5, NB-9, CB-2 and CB-1 in clockwise direction)



Salt stress symptoms in guava cv. Allahabad Safeda: leaf abscission, sparse growth, reduced fruiting and plant mortality with increasing salinity

圖 3-24 作物受鹽害產生的情況

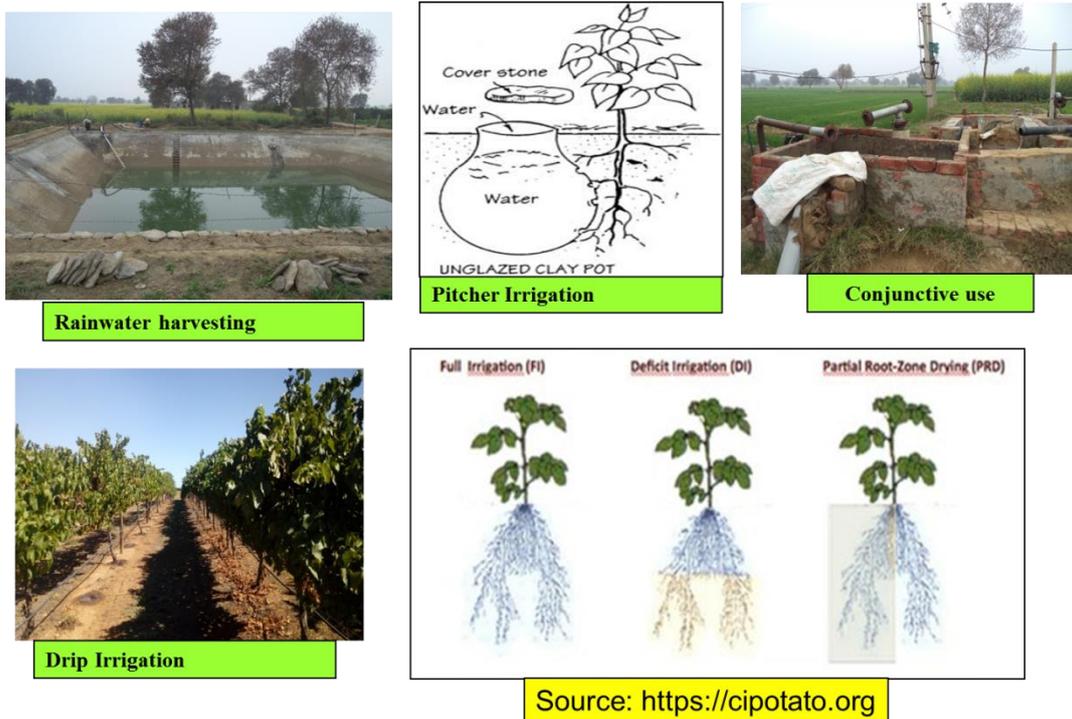


圖 3-25 灌溉管理方法

(四)混農林業系統之水管理(Forest management and Agroforestry systems for water management.)

- 1.課程重點：混農林業(Agroforestry)為一種土地利用系統，將樹木(木本多年生植物)、作物、人、動物整合在同一塊土地上，可在同一地區同時種植樹木和作物，也可以先種植其中一種之後再種植另一種等方式進行，混農林業提供了另一種土地利用方式，以便持續地獲得更高的生產力、更大的經濟價值和更多的社會效益。
- 2.應用於農業之啟發：混農林業是解決土地管理問題的潛在解決方案，藉由在農地上種植適合的樹種，可改善農地品質增加收入，穩定供應高蛋白動物飼料，木材，糧食作物和有機肥料等，而樹木在這個系統中不僅提供有價值的商品外亦有生態服務功能，如提供木材、建材、保護農作物及水土保持等功能，因此混農林業的使用可提升糧食安全，水土保持和永續農業發展。混農林業計劃的執行有五個關鍵，1.收集地區相關的信息，然後根據當地需求定制工作，2.當地人必須願意合作和參與，3.該計劃對文化習俗敏感，特別是傳統的土地使用權、土地使用和植被使用模式，4.混農林業計劃必須配合正確氣候環境 5.必須提供有用的產品並具有經濟可行性，建立自力更生而不是依賴昂貴的材料。混農林業具有很多利用方式如防風林、柵欄、田籬間作、梯田、防火帶等，但許多在執行面仍充滿著挑戰，如更難設計和建模、建立起來比較費時、投資回報較慢、更難收穫、知識密集程度更高、更加勞動密集及更嚴格的實施等，未來在面對氣候變遷的挑戰混農林業系統可視為更具韌性的耕作系統。

六、108年2月16日~17日(星期六、日)研習課程及摘要

(一)參訪泰姬瑪哈陵



圖 3-26 研習學員及工作人員於泰姬瑪哈陵合影

(二)印度水土保持研究所(India institute of soil and water conservation.)

參訪概要：印度水土保持研究所位於阿格拉，主要職掌包括：1.沿亞穆納河系統評估不同土地利用下的山谷開發問題和水資源、2.評估水文和減少泥沙排放的管理以改善峽谷的水系和生產力、3.評價土壤種類及生產力及選別適合不同土地利用的植物材料、4.開發增加資源的保育技術監測土地利用及管理操作對環境之影響、5.沖積地區發展旱田高效水分利用效率管理技術、6 土壤與水保育操作示範以改善農地生產力、7.為國家土壤保持部門製定計劃和土地開發活動提供技術支持。



圖 3-27 印度水土保持研究所人員說明工作職掌



圖 3-28 印度水土保持研究所人員說明其現地試驗場域

七、108年2月18日(星期一)研習課程及摘要

(一)說服實施土壤改良技術的技巧(Motivational skills for persuading adoption of soil reclamation technologies.)

- 1.課程重點：目前在印度仍有許多民眾係採傳統耕作方式，然倘以永續農業之概念，需導入土壤改良技術，本課程即介紹說服農民之技巧。
- 2.農業對策：政策推行時，倘欲達成預期目標時，應注意以下說服技巧，包括：(1)勸說而不是操縱(Persuasion is not Manipulation)，(2)說服說服者(Persuade the Persuadable)，(3)創造稀少(Create Scarcity)，(4)創造迫切性(Create Urgency)，(5)建立關係(Build Rapport)，(6)明確溝通是關鍵(Communicating Clearly is Key)，(7)你必須有興趣被說服(You have to be Interested to be Persuaded)，(8)強迫互惠(Reciprocity Compels)，(9)持久性支付(Persistence Pays)，(10)恭維致敬(Compliment Sincerely)。

(二)廢水水質檢驗與分析(Examination of water and wastewater.)

- 1.課程摘要：大腸桿菌屬於革蘭氏陰性菌，桿狀且無色素，具有鞭毛與纖毛，會分泌外毒素；可能存在牛隻或人類的腸道，也可能存在於土壤或水源中。若水中含有大腸桿菌會引起腹瀉等症狀，因此可以水中大腸桿菌的總數量可作為飲水標準重要的指標。
- 2.實驗方法：(1)多管發酵法：假定測試—將 10、1、0.1 毫升的水樣，接種至含有乳糖或月桂酸胰化蛋白(Lauryl tryptose)的試管中，在 35°C 培養 24 小時；確認測試—若管中有氣體產生，則將該水樣塗抹於紅甲烯藍或 Endo 培養基上；完成測試—培養基出現菌落後，以革蘭氏染色法作確認。生化需氧量(Biochemical Oxygen Demand, BOD)生化需氧量表示水中需氧生物，在特定溫度與一定時間內，分解水中有機物質的過程中，所需要耗費的溶氧量；通常用來檢驗廢水、放流水、汙染水體的水質，評估廢水處理廠的汙水負載程度，以及類似水質處理系統對移除水中有機物質的效率。(2)以 Winkler 法分析溶氧量：將待測水樣填滿 300 毫升

的玻璃瓶並把上蓋，吸取 2 毫升硫酸錳溶液，並將吸管間端沒入水面下再添加，再添加氫氧化鈉－碘化鉀－疊氮化鈉混合溶液，若水中有溶氧存在，溶液將呈現棕橘色的沉澱或絮狀物，則將瓶子上下倒置翻轉數次，讓絮狀物反覆沉降至瓶底；以定量吸管吸取 2 毫升濃硫酸溶液，並自液面上添加，闔上蓋子翻轉瓶子數次，絮狀物將重新溶解消失，此時水樣可在低溫黑暗的條件下保存至多 8 小時；取 201 毫升處理過的試液加入三角瓶中，若試液呈紅棕色，則以 0.025 N 硫代硫酸鈉溶液滴定至淺黃色，記錄滴定體積，加入少量澱粉指示劑，若無藍色生成，則溶液中已無氧氣；若仍有藍色，則再以 0.025 N 硫代硫酸鈉溶液或 0.025 N 氧化苯砷(Phenyl Arsine Oxide, PAO)滴定至藍色消失，紀錄總共所使用的硫代硫酸鈉體積。



圖 3-29 蔡員觀測試驗結果照片



圖 3-30 研習學員及工作人員於實驗室合影

八、108年2月19日(星期二)研習課程及摘要

(一)研習課程研討及總結(Seminar by participating delegates and conclusion.)

本日由印度中央土壤鹽分研究院領導者 Dr. P.C. Sharma 與各國參與學員座談瞭解學員於本次研習課程之心得、研習期間食、宿等各方面情形、印度文化、研究院未來展望等內容進行交流，並期許本次研習課程內容能帶給學員們未來於貢獻各自國家農業發展之重要寶貴經驗。



圖 3-31 研習課程總結後研習學員與 Dr. P.C. Sharma 合影

(二)結訓儀式(Training Closing ceremony)



圖 3-32 結訓儀式前研習學員於會場合影



圖 3-33 蔡員受頒結訓證書



圖 3-34 結訓後全體於印度中央土壤鹽分研究院合影



圖 3-35 蔡員結訓證書



圖 3-36 張員結訓證書

第四章、心得與建議

印度為世界人口第二大國，其所需糧食及水資源亦相當龐大，然因地理位置、氣候、農業耕作方式等因素，致產生土壤鹽害、水資源劣化等農業挑戰議題，而印度政府亦投入大量資源致力改善，以滿足其高達十二億人口之糧食，爰其農業方面之技術、專業，確實有值得參考借鏡之處。

本次研習課程以農業劣質水及土壤、水質改良技術為主，除與此主題相關之基本概念介紹外，另亦瞭解印度為因應需面對挑戰之農業環境，更從作物選育種、導入其它更高經濟價值作物、農林混和等方式，以適應、改善、精進其所遭遇困境，此精神亦相當值得仿效，另本次有包含阿曼(Oman)、摩洛哥(Morocco)、約旦(Jordan)、馬來西亞(Malaysia)、突尼西亞(Tunisia)、及斯里蘭卡(Sri Lanka)等其他國家國家成員分享其國內類似經驗，藉由交流除可瞭解目前國際相關領域之發展情勢及未來國際趨勢，並藉由良好之交流、互動，更達成提升我國能見度達成國際交流之目的。

感謝行政院農業委員會、外交部及印度台北協會相關單位同仁所提供的諮詢及協助，使研習成員得以順利出(返)國，也非常感謝亞非農村發展組織秘書處(AARDO Secretariat)的 Dr. Khushnood Ali，協助連繫研習課程相關資訊，並協助研習成員解決並適應研習期間課程、食宿、參訪等大小事。

本次訓練課程主題相當多且廣，因兩位研習人員的專長領域未能完全涵蓋此次研習課程主題，若有專有名詞翻譯或理解有誤之處，敬請多予指教；若有需要課程原始投影片檔或相關資料者，也可來信(行政院農業委員會農業試驗所農業化學組蔡耀賢助理研究員的電子郵件地址為 sin310217@tari.gov.tw；行政院農業委員會農田水利處工程科張光耀技士的電子郵件地址為 zooegg0312@mail.coa.gov.tw)詢問，謝謝！