100年度農業工程研討會

前瞻性農業用水與糧食安全



報告人:虞國興

民國100年10月26日



🞝 淡江大學水資源管理與政策研究中心

目 錄



● 前言	02
●糧食危機	05
●糧食安全	17
●農業水資源之現況	21
●課題研析與策略建議	32

前言



- 國際因應糧食安全所採取之農業水資源相關措施
 - FAO建議
 - 增加耕作面積與灌溉用水。
 - 各國必須大量增闢水利設施。

● 歐盟

- 推動「單一給付制度 (Single Payment Scheme)」,以確保農 地維持在隨時可復耕之狀態。
- 以總預算的50%(2000~2006年共計2,980億歐元),推動「共同農業政策(Common Agricultural Policy)」,補助農業及農村,以確保糧食安全。

資料來源:1.The Resource Outlook to 2050, FAO, 2009 2.Decoupling EU Farm Support, A.Swinbank, 2005

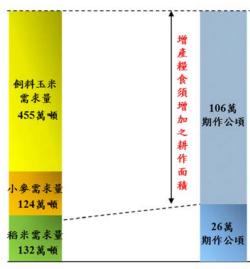
100年度農業工程研討會 前瞻性農業用水與糧食安全

3

前言



- 辦理現有約22萬公頃休耕地之復耕。
- 當前水資源開發不易,
 - 應恢復原設施之取水能力。
 - 提升農業水資源之利用效率。



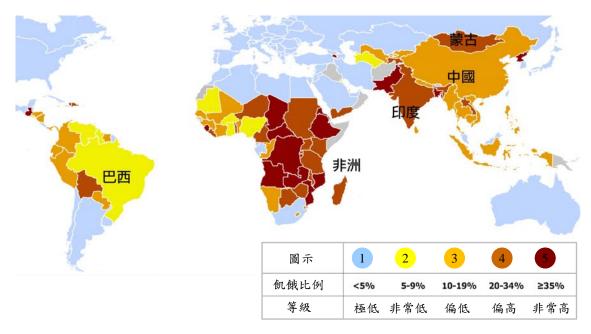
糧食需求

耕地需求

當無法進口糧食時,為維持國民基本 營養,所需增加之糧食與耕地面積

資料來源: 農糧署,2011





世界飢餓地圖 (2011)

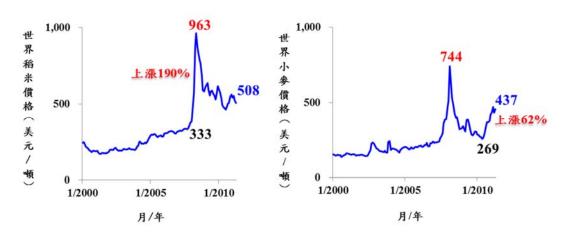
100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

資料來源:WFP, 2011, World Food Programme

5

糧食危機

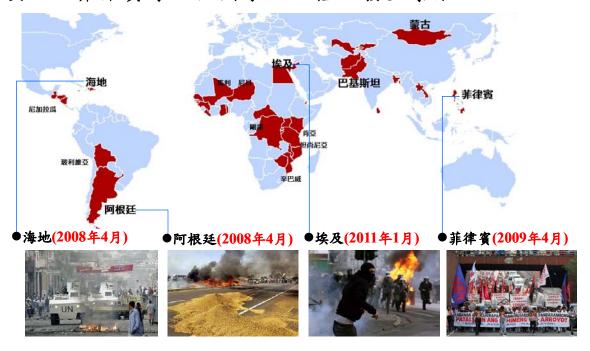
- 各國惜糧,有錢也買不到糧食
 - 2008年各國嚴重乾旱,印度等18個國家禁止或限制糧食出口, 導致國際稻米及小麥等糧食價格飆漲。
 - 2010年俄羅斯大旱,因而禁止糧食作物出口1年,國際小麥價格 上漲60%~80%。



糧食危機



● 埃及、菲律賓等37個國家因缺糧而發生暴亂

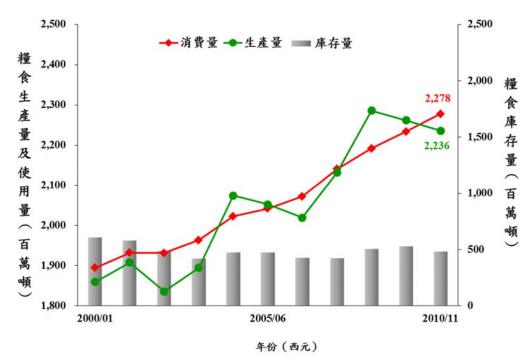


100年度農業工程研討會 前瞻性農業用水與糧食安全 資料来源:FAO, 2009, Responding to the food crisis, CNN, 2011, Thousands protest in Egypt

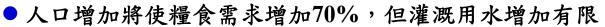
7

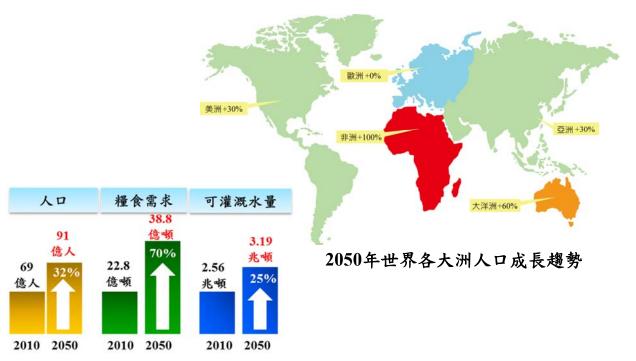
糧食危機

全球糧食產量已不敷現有人口之需求



糧食危機





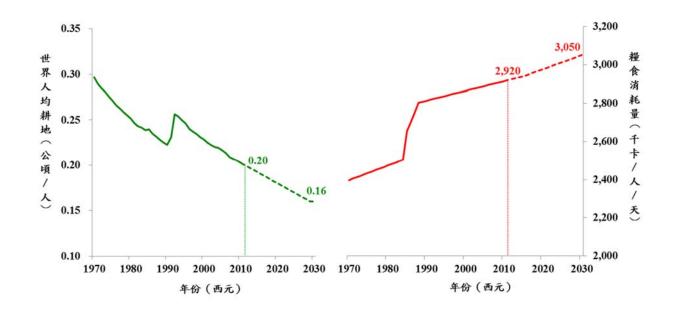
100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

資料來源: Population Reference Bureau, 2010," World Population Data Sheet"

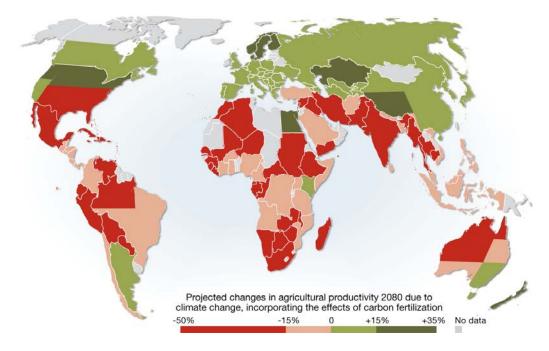
9

糧食危機

● 人均耕地逐年降低,人均糧食消耗量逐年成長



● 受氣候變遷影響,2080年世界各國糧食產量之預測



資料來源: Cline, W. R. 2007. Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country. Washington D.C., USA: Peterson Institute.

100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

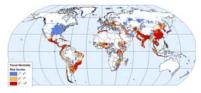
糧食危機

●台灣天然災害風險為全球最高,73%人口面臨3種複合式災害

全球颱風災害風險



全球洪水災害風險



全球地震災害風險



- 台灣颱風及洪水危害
 - 過去10年,每年侵台的颱風數也從3.1個 增長到3.6個,增加率高達20%。
 - 導致灌溉設施毀損、農田淹沒,農業生產功能大受影響。



莫拉克颱風導致曹公圳受創嚴重

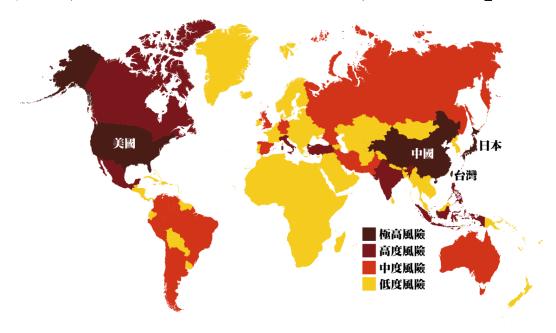


曾文水庫因風災 嚴重淤積

11

糧食危機

台灣在全球196個國家地區中,遭逢天災所受的損失排名全球第4,緊接在美國、日本及中國後,屬「極高風險」地區。



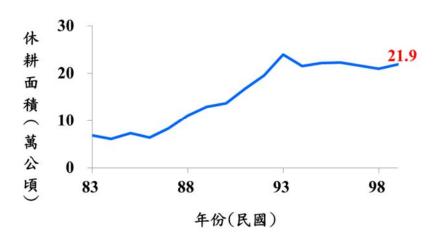
100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

資料來源:Natural Hazards Risk Atlas 2011, Maplecroft

13

糧食危機

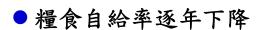
- 現階段國內休耕面積達21.9萬公頃
 - 若無法進口糧食,為維持國民基本營養所需之2,000 大卡熱量,必須維持132萬期作公頃之作物生產,現有 水稻每年耕作面積約為26萬期作公頃。

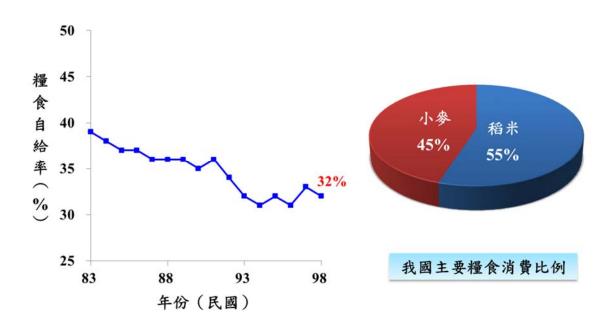


100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

資料來源:農糧署,2011

糧食危機





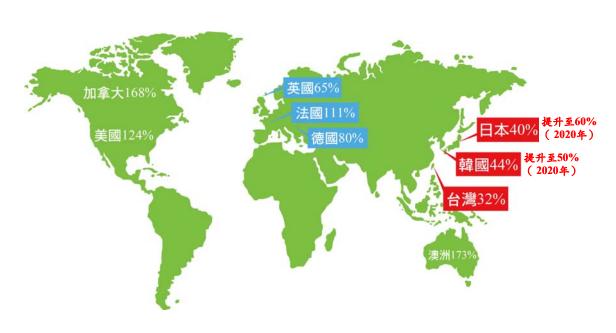
100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

資料來源:台98年灣糧食供需年報

15

糧食危機

●各國糧食自給率(2007年)



資料來源:日本農林水產省「諸外国・地域の食料自給率の推移(1961~2009)」 計算依據:FAO, "The Handbook for The Preparation of Food Balance Sheets"

糧食安全



- ●糧食安全之定義
 - 糧食安全指糧食的供給在任何時刻皆能滿足糧食的需求,且是在合理的價格水準下及安全的品質下。
 - 糧食安全的問題在於量、價格和品質三方面。

100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

資料來源:全國糧食安全會議,2011

17

糧食安全

- 衡量糧食安全之指標
 - ●糧食自給率
 - ●糧食生產潛力
 - ●糧食庫存量
 - ●糧食進口安全性

糧食安全



- 國際糧食供需對我國之影響
 - 國際糧食價格上漲會增加我國進口糧食成本
 - 我國畜牧產業所需之飼料幾乎都仰賴進口,當國際穀物 價格上漲,飼料價格連帶上漲,導致肉類可供給量減少, 使糧食及肉類價格上漲
 - 世界糧食價格之波動可能加大,糧食進口風險升高(包括價格及來源風險)
 - 中下階層家庭之受害程度最大

100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

資料來源:全國糧食安全會議,2011

19

糧食安全

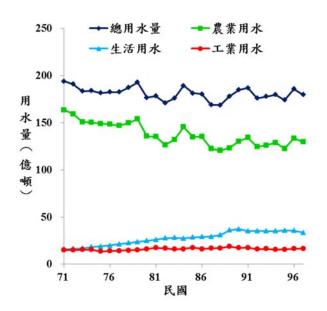


- ●糧食自給率偏低
- 以稻米為主之糧食安全戰略觀念(包括生產及庫存)
- 進口農產品等同於國產農產品之迷思
- 外交處境艱困
- 缺乏整體性的糧食安全政策

農業水資源之現況—水量部分



●各標的用水量



標的原	年度	95	96	97
民	.生	35.9	35.7	33.5
ч	·業	15.8	16.3	16.7
農	灌溉	104.4	115.2	112.1
	養殖	15.8	15.9	16.5
業	畜牧	1.1	1.1	1.0
	合計	121.3	132.1	129.6
總	. 計	173.0	184.0	179.8

100年度農業工程研討會 前瞻性農業用水與糧食安全 資料來源:經濟部水利署,各項用水統計年報 (71-98年)

農業水資源之現況—水量部分

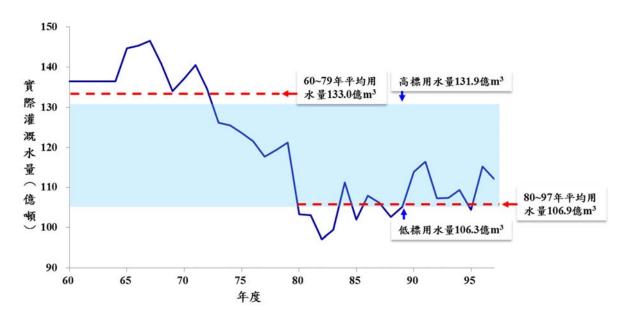


- 農業用水具有彈性,常因氣候條件並配合政策而調整
 - ●依民國87年「全國國土及水資源會議」之決議,進行研 訂「農業用水量化目標及總量清查」工作。

用水別水量別	灌溉用水 (億m³)	養殖用水 (億m³)	畜牧用水 (億m³)	合計 (億m³)	備註
高標	131.86	14.72	1.16	147.74	正常灌溉 維護三生功能
中標	122.21	14.72	1.16	138.09	缺水率8%
低標	106.32	14.72	1.16	122.20	休耕13%及缺 水率8%

農業水資源之現況—水量部分

● 近年來 (80~97年) 平均之農業灌溉用水量 (106.9億噸) 已接近行政院核定之低標灌溉用水量(106.3億噸)。



100年度農業工程研討會 前瞻性農業用水與糧食安全

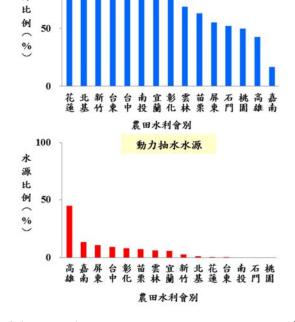
水

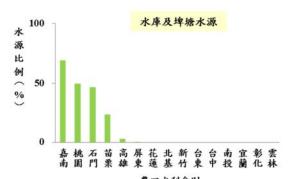
資料來源:經濟部水利署,民國71-97年,各項用水統計年報

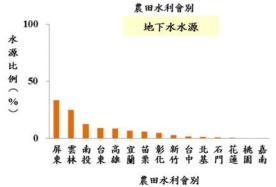
農業水資源之現況—水量部分

河川水源

灌溉用水水源結構



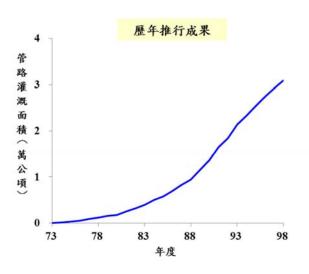


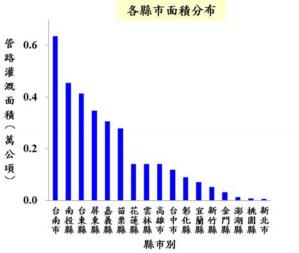


資料來源:各農田水利會歷年實際用水量資料 (91-98年平均) 24

農業水資源之現況—水量部分

● 管路灌溉面積





資料來源:農田水利會聯合會,2010,推廣旱作灌溉與現代化管理設施計畫

100年度農業工程研討會 前瞻性農業用水與糧食安全 淡江大學水資源管理與政策研究中心分析

農業水資源之現況—水量部分



25

●基礎設施

灌排渠道總長 7萬公里

給水路32.162公里



池上圳U型溝 (台東農田水利會)

排水路23,672公里



迪佳圳排水

導水路423公里



關山大圳導水路 (台東農田水利會) 幹線3,664公里



南幹線梯型溝

支分線10,102公里



北幹線倒E型溝 (嘉南農田水利會)

灌溉設施 17萬座

渠首工856座



中興圳渠首工 (嘉南農田水利會)

涵洞8,818座



桃園大圳涵洞 (林園農田水利會)

制水閘門14,309座



鳥山嶺隧道進水口制水閘門 (嘉南農田水利會)

量水設施4,194座



南幹線量水堰 (嘉南農田水利會)

跌水工9,539座



台南官田制水閥跌水工 (嘉南農田水利會)

資料來源:98年農田水利會資料輯

農業水資源之現況—水質部分



● 灌溉用水重大污染事件分布圖



100年度農業工程研討會 前瞻性農業用水與糧食安全

27

農業水資源之現況—水質部分

工業廢水污染潛勢高



總搭排戶計7,113戶



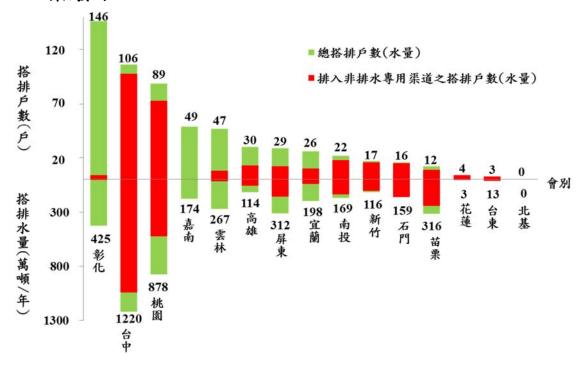
年總搭排水量7,249萬噸

● 以單位搭排戶排水量推估各類型搭排戶之污染潛勢

農舍: 畜牧業: 工業 1 : 7.7 : 84

農業水資源之現況—水質部分

●工業廢水



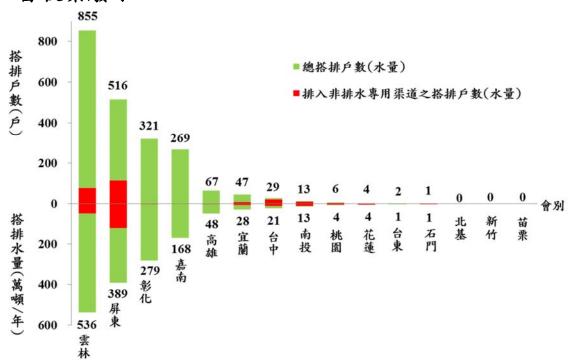
100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

資料來源:淡江大學水資源管理與政策研究中心分析

29

農業水資源之現況—水質部分

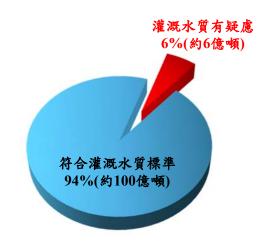
●畜牧業廢水



100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

農業水資源之現況—水質部分

- 污染導致水質有疑慮之灌溉水體龐大
 - ●99年度整體灌溉水質合格率約94%,水質不良區域主要 分佈於高雄、彰化及雲林等水資源較缺乏之地區。



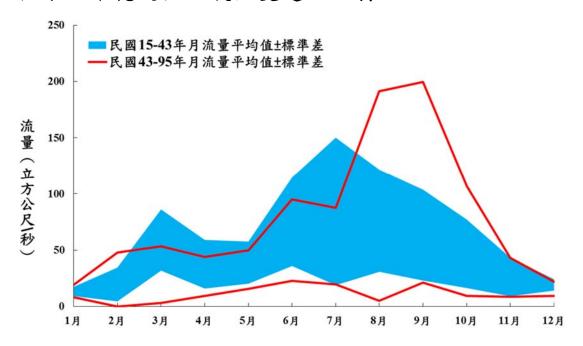
100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

資料來源:淡江大學水資源管理與政策研究中心分析

31

課題研析與策略建議一水量部分

● 供水之不穩定性因氣候變遷而加劇



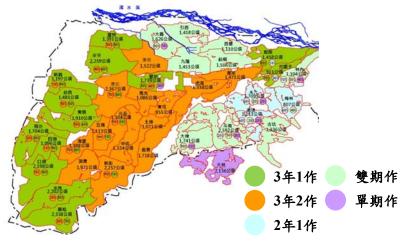
• 過去:民國15年-43年統計(石門水庫定案計畫報告,44年)

現況:民國43年-95年統計(淡江大學水資源管理與政策研究中心分析,96年)

100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全



- 以雲林農田水利會為例,屬三年一作或二作之輪作田達4.4萬公頃, 但農民往往自行抽取地下水以耕作。
- 一期作整田期需要大量用水時正值枯水時期,復因氣候變遷衝擊致 使缺水情形更為嚴峻。



雲林灌區耕作制度分布

100年度農業工程研討會 前瞻性農業用水與糧食安全

33

課題研析與策略建議—水量部分

- ●灌溉水源76%仰賴河川供應,旱季仍有缺水之虞
 - 台灣地區豐枯季節降雨懸 殊,枯水期用水需依賴興 建蓄水設施蓄存豐水期雨 量。
 - ●於水源不足時,維持人民 生活基本需求將比糧食安 全更優先,農業用水支援 民生用水似已無迴避空間。



年度	停灌範圍	公告面積 (萬公頃)	調用水量 (億噸)
91	石門、 新竹頭前溪	1.5	2.3
92	桃園、 新竹頭前溪	2.8	2.4
93	桃園、石門、新 竹、苗栗、嘉南	6.5	4.0
95	桃園、新竹頭前 溪、苗栗明徳	3.1	4.3
99	嘉南、苗栗明徳 灌區	2.2	3.0

資料來源:行政院農業委員會,民國99年



- 天然災害風險高
 - 極端暴雨易導致灌溉設施毀損,取水能力大受影響。
 - ●灌溉水庫淤積嚴重,灌溉用水的供水風險隨之提高。



莫拉克颱風導致曹公圳受創嚴重



曾文水庫淤積嚴重,衝擊嘉南農田水利會灌區

100年度農業工程研討會 前瞻性農業用水與糧食安全

35

課題研析與策略建議一水量部分



- 傳統漫灌及溝灌之灌溉方法,水量消耗大
 - 採用噴灌、滴灌及穿孔管等省水管路灌溉方法,每公頃 每期作約較傳統灌溉方式節省5千立方公尺水量,可有效 提升用水效率,降低缺水災害。
 - ●農委會推動之「節水管路灌溉計畫」,農民受輔導面積 達3萬餘公頃,就81萬公頃耕地而言,尚有推動之廣大空 間。



- 因應策略及採行措施
 - 提高糧食自給率,確保糧食安全
 - 有效利用既有灌溉水量,供應休耕農地復耕。
 - 建立農田水利會彈性運用灌溉水量機制,擴大供水灌區。
 - 輔導調整農業產業結構,鼓勵集團經營。

100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

37

課題研析與策略建議一水量部分



- 因應策略及採行措施
 - 考量區域水文情勢,通盤檢討灌溉耕作制度,降低 作物生產風險
 - 檢討台灣地區水文變化,調整延後第一期作水稻整地插秧時期。
 - 依據台灣各地區灌溉水源條件不同,檢討合理灌溉耕作制度,有效運用水資源(彰雲地區欠缺水庫調節灌溉水源,應維持輪作田灌溉制度;有水庫調節灌溉之灌區,雙期作田農地生產效率高且穩定,應予以保護)。



- 因應策略及採行措施
 - 加強農業水資源有效利用,確保提供穩定灌溉水量
 - ●賡續投資農田水利渠道系統與蓄水設施,加強渠道灌溉系 統更新改善。
 - 全面規劃並建構現代化自動測報傳訊及配水灌溉系統。
 - 建構適地、省水、節能之現代化管理系統。
 - 擴大輔導農民採用現代化省水噴滴灌溉設施,提升農地用水效率與作物品質。
 - 維護農田水利會合理灌溉水量,建立合理水資源調用補償機制,鼓勵農田水利會加強辦理節水措施,優先辦理農業 節餘水再利用,提高水資源利用效率。

100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

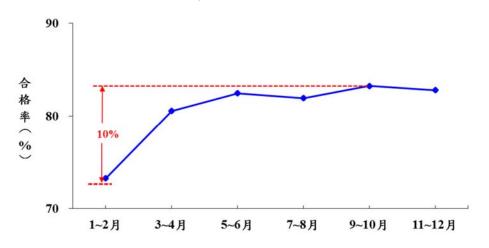
39

課題研析與策略建議一水質部分



- 搭排管理面臨之主要困境
 - 放流水標準相較於灌溉用水水質標準相對寬鬆,該管制標準需與相關單位共同研議。
 - 經市區排水與道路側溝排入之廢污水尚未能有效落實管理。
 - ●農田水利會不具公權力,污染事業廢污水排入灌溉系統 之事件不易取締。

- ●迴歸水水質不佳
 - 事業廢污水排入區排之放流水標準較灌溉用水水質標準 為低。
 - ■枯水期缺乏足夠水量稀釋。

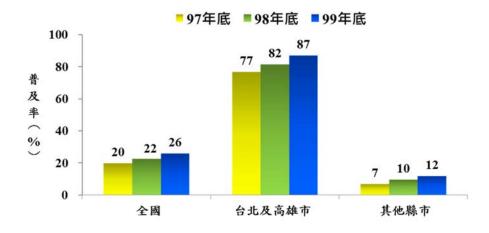


100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

資料來源:淡江大學水資源管理與政策研究中心分析

課題研析與策略建議—水質部分

- 灌溉排水系統被迫提供事業廢污水排放
 - ●目前全國污水下水道普及率仍低,迄民國99年僅達26%。
 - 對於嚴重污染之搭排業者,應採專管排放方式,避免污染 灌溉水質。



100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

資料來源:內政部營建署,全國污水下水道用戶接管普及率統計表,民國100年

42



- 因應策略及採行措施
 - 檢討搭排管理政策,充裕優質灌溉可用水量(約6 億立方公尺)
 - 加速興建市區、事業及區域等排水系統,推動一般排水與灌溉系統分離措施,防止灌溉水質污染。

100年度農業工程研討會前瞻性農業用水與糧食安全

43

課題研析與策略建議一水質部分



- 因應策略及採行措施
 - 健全灌溉水質污染防治機制,降低農產安全危害。
 - 賡續推動灌溉水質管理維護措施,建立灌溉水質安全 監測體系,維護灌溉用水品質。
 - 加強水污染源管制及輔導措施,建立專案監測機制, 降低水土污染之風險,確保農產品生產安全。



水的結晶~感謝

摘自《來自水的訊息》

日本IHM研究所的江本勝博士等人自1994年起,以高速攝影技術來觀察水的結晶,發現帶有「善良、感謝、神聖」等的美好訊息,會讓水結晶成美麗的圖形