

# 4. 赴日本研習灌溉用水報告

農復會水利工程組工程師

臺灣省水利局副工程師

新苗水利會工務股長

胡 文 章

沈

欽

洪 東 嶽

## 一、前 言

中日終止外交關係後，兩國為繼續維持經濟與文化交流，在我國成立亞東關係協會，在日方成立財團法人交流協會辦理是項交流工作。日方之交流協會特籌一筆經費供兩國從事經濟與文化工作者互相訪問、考察及研習等交流用。一九七七年度「灌溉排水」科目申請到三位名額，分別由農復會，水利局，水利會（新苗農田水利會）各派一人前往日本研習日本之灌溉用水事業，為期三個月，於 1977 年 9 月 5 日到達日本，同年 12 月 4 日完成研習回國。

此次之研習，日方之交流協會雖是主辦及經費提供單位，而受理研習及安排研習日程與接洽研習機關之單位為日方「社團法人畑地農業振興會」。畑地農業振興會是非營利單位之民間社團，除每月出版「畑地農業」（旱地農業）期刊外，並出版有關旱作灌溉刊物及書籍。會員除個人會員外以公司及廠商為主。工作除出版刊物外，並舉辦講習會，及從事農業土木顧問工作。據云臺灣省農田水利協進會是會員之一。「畑地農業」期刊以介紹現代農業智識為主，很值得訂閱。

## 二、研習訪問機構及主要研習內容

為期三個月不算短的研習，筆者們在中日沒有邦交之情形下，却訪問了許多公私機構，收集了許多日方水利單位之灌溉用水及農業資料，此應歸功於日方社團法人畑地農業振興會之負責及熱心。茲將所研習之機構及主要內容歸納如下：

### 1. 參加研討會及講習會，

#### (1) 第十六屆旱地灌溉研究會

日期：1977 年 9 月 9 日

地點：東京農林年金會館

館研究主題：污水在農地上之還元與利用

主辦單位：日本農業土木學會畑地灌溉研究會。

#### (2) 日本農業土木學會關東支部第屆大會

日期：1977 年 10 月 20~21 日

地點：長野縣埴科郡戶倉町

內容：報告日本最近農業土木研究論文及施工報導共 30 篇，會後並參觀長野縣大町市高瀨川抽蓄發電工程計畫及施工。

### (3) 旱作灌溉技術士講習會

日期：1977 年 11 月 7 日~11 日

地點：東京農業土木會館

主辦單位：社團法人畑地農業振興會

內容：①旱地灌溉之意義與今後之動向

②旱地灌溉用水計畫與末端設計

③旱地灌溉末端噴灌設施之管路設計

④管路設計

⑤普通旱地噴灌系統之多目標利用

⑥旱地灌溉多目標利用之施行與實績

⑦旱地灌溉設施之檢查與維持管理

⑧土地改良與旱地開發

### 2. 參觀廠商及商社（公司）

(1) 荏原製作所（各型抽水機之水力特性與適用範圍）

(2) 金門製作所（各種型式之量水錶與流量計）

(3) AT 株式會社（管路除塵器（Water cleaner）之使用）

(4) 日立化成工業株式會社（管路及灌溉器具）

(5) Venn 株式會社（各種管路閘之特性及使用）

(6) 三菱鑛業水泥株式會社（灌溉系統規劃設計及系統分析）

(7) 丸島水門製作所（水門及大型除塵器（Trash remover）

### 3. 訪問大學

(1) 青森縣弘前大學（研習 Tank Model 習之水收支方法）

(2) 鳥取縣鳥取大學（研習砂丘地利用及開發之有關試驗研究）

(3) 京都大學（聽取日本之農業生產）

(4) 九州大學（與長智男教授討論有關臺灣之旱地灌溉砂丘地開發）

(5) 東京大學（聽取日本之旱作灌溉及參觀試驗室）

4. 農林省農業土木試驗所研習（內容包括污水還元利用，旱地灌溉與排水，頭首工與渠工設計，水田排水等）
5. 訪問水資源開發公園及參觀有關之工程建設與管理
  - (1) 東京總部（公園組織、職掌與水資源開發有關事項）
  - (2) 北總東部用水建設所（千葉縣佐原地區旱灌系統規劃、設計與施工）
  - (3) 利根川河口堰管理所（利根川河口堰之系統管理）
  - (4) 成田用水建設所（千葉縣成田地區旱灌計劃開發）
  - (5) 印旛沼管理所（千葉縣八千代市地區沼地開發及用排水 Telemeter 操作管理）
6. 訪問縣廳（相當於我國省政府）及參觀其有關灌溉用水施設與管理
  - (1) 愛知縣廳（愛知用水及豐川用水與豐川用水區之溫室農業經營）
  - (2) 長野縣廳（日瀧原、中野、與下高井地區蘋果園灌溉設施，自動操作與多目標利用）
  - (3) 佐賀縣廳（蘆割地區水田圃場整備（土地重劃）工程與多良地區柑橘園多目標噴灌設施）
7. 參觀農林省地方農政局有關事業計劃
  - (1) 東北農政局母畑開拓建設事業所（研習及參觀水庫操作及果園多目標自動噴灌與開墾計劃）
  - (2) 東北農政局屏風山開拓建設事業所（研習砂丘地開發計劃）
  - (3) 東北農政局平川農業水利事業所（參觀早瀨野土填施工）
  - (4) 東北農政局能代開拓建設事業所（研習秋田縣能代地區之灌溉排水設施及開墾計劃，特別注重於水田轉作計劃之推行）
  - (5) 中國四國農政局中海干拓事業所（研習中海地區海埔地開發計劃）
8. 其他機關
  - (1) 長野縣中野市（研習該市之農業推廣工作）
  - (2) 中野土地改良區（研習其組織及事業範圍）
  - (3) 青森縣西土地改良事務所（研習西津輕地區灌溉排水管理事業）
  - (4) 秋田縣八郎瀨基幹施設管理事務所（研習日本最大之海埔地開發計劃）

### 三、一些觀感

#### 1. 日本之水田用水及管理

日本之水稻每年只有一作。其田間需水量或用水量包括蒸發散量及田間滲漏損失。種植期在五月上旬至十月中旬之間。生長期約三個月，故全國稻作分為早生、中生及晚生三種，各種生之生長期及總需水量如下：

種 別	早 生	中 生	晚 生
生 長 期	5 月上旬～ 8 月上旬	6 ～月下旬 10 月上旬	8 月上旬～ 10 月上旬
總 需 水 量 (mm)	1,000	1,200	1,000

依有關資料，日本水稻日供水量（或用水量）在 20 mm～30mm 之間時其收穫量最高，日供水量在 10 mm 以下及 40mm 以上時產量有低之徵象，其原因為：10mm 以下之供水量，因田間水少流動性少即成靜止狀態，防礙根系之呼吸作用，發育生長不良；40mm 以上之供水量時，因田面水多，流動性過大，招致田面溫度過度低降及肥料大量流失，水稻之發育亦不良，兩者均將導致產量低下。又由實驗資料，日本水稻之蒸發散量約在 5mm 左右，即田間滲漏量維持在 15mm～25mm 之間時能促進根系呼吸作用及生長，提高產量。其平均產量每公頃約為 4.8 公噸，與本省之情形比較之，日本之水稻日需水量比臺灣多（臺灣水稻田間日需水量在 10mm 左右），但單位面積產量比臺灣高（臺灣平均 3 噸／公頃）。

關於田間之用水管理，因日本氣候寒暖差異較顯著，故水稻田用水管理分為寒暖兩種情形：

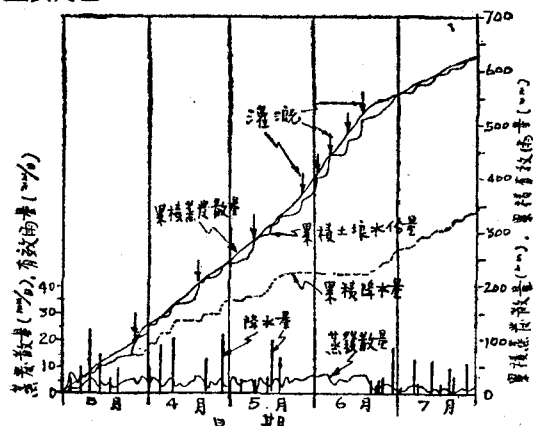
(1) 暖地水田管理：整田稻秧後保持深水供水至分蘗期（期間約在插秧後 25～30 天）。分蘗完成後即行斷水，同時儘可能降低地下水位，幼穗形成期再度供水，出穗開花期間約 10 天期間保持深水供水，出穗後至 30 天期間田面保持濕潤狀態，即少量供水，至入糊熟期後便斷水至收穫為止。

(2) 寒地水田管理：整田插秧至成活期間保持深水供水、分蘗期淺水供水，有效分蘗完成後開始斷水，同時儘量降低地下水位。寒地生長最旺盛期為七月末至八月初，此期間深水供水，至生長成熟後 20～25 之天間繼續少量供水，入糊熟期便斷水至收穫為止。

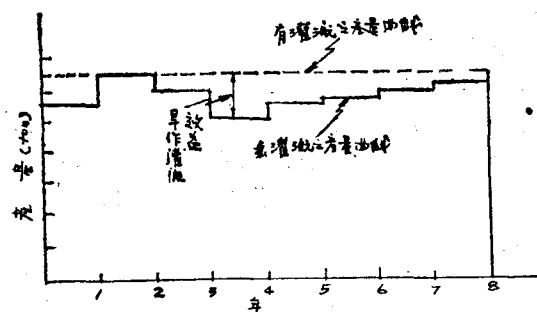
#### 2. 日本之旱作灌溉發展史

旱作灌溉一詞在乾旱地區主要為補充土壤水份以供作物生長之須。但在濕潤地帶如果雨水下降均勻，則無需灌溉，但如臺灣及日本等雨水不均之濕潤地帶，土壤水份有時亦須灌溉加以補充以應作物生長之

用(圖一),另一方面可求旱作物產量一定以維持農產品供需平衡(圖二),在國家經濟發展上亦扮演一重要角色。



圖一 旱作物補給灌溉之必要性(旱年)



圖二 有灌溉及無灌溉旱作物產量曲線

有關日本之旱作灌溉遠在 1948 年,在關東地帶之陸稻栽培便施行根系直接灌溉(地表灌溉),而奠定了旱作灌溉效果之基礎。其後之發展可分為三階段:

發展階段	年期	灌溉方法	典型作物	主要目的
I	1959~1965	根系灌溉(重力方法)	陸稻,甘薯(普通旱田)	土壤水份補給
II	1965~1970	噴灑灌溉	柑橘(果樹園)	土壤水份補給
		滴水灌溉	花,果樹、蔬菜(溫室栽培)	土壤水份補給
		噴灑灌溉	蔬菜(普通旱田)	土壤水份補給
III	1970~	噴灑灌溉	柑橘(果樹園)	農藥撒佈
		滴水灌溉	花果樹,蔬菜(溫室栽培)	多目標利用
		噴灑灌溉	蔬菜(普通旱田)	多目標利用

由上表觀之,目前日本之旱作灌溉已由單目標之土壤水份補給發展到多目標利用。

### 3. 日本旱作灌溉系統之多目標利用

所謂多目標利用為既設之灌溉系統(以噴灌系統為多)不單獨使用於土壤水份補充,而兼用於其他農事如噴農藥,施液肥,防凍等工作,尤其果園地區,噴灌設備多以噴農藥為主。一般之情形,多目標利用,包括下列使用:

(1) 土壤水份補充。一般之土壤有效水份 PF 值大約在 4.2~1.5 之間,當 PF 大於 4.2 時則須灌溉補充土壤水份,其產量依土壤而有所差別。

(2) 農藥撒佈,防止病害蟲害。此目標在果樹園使用很多。因果樹多深根,水份不足防礙生長之情形較少,而受病蟲害之情形較多,如日本之蘋果園,每年須噴藥 5~6 次之多。使用噴灌系統噴農藥其最大優點為:

① 工作人員不進入農區,可免除工作人員農藥中毒之顧慮。

② 農藥撒佈時間短,且量少,可隨時施行,不受輪番用水之限制,且可實行多次撒佈。

③ 不必搬運藥劑及沖淡水到農區,省時省力,工作較易。

④ 不進入田區,可免除工作人員踏損作物及踏硬土壤影響作物生長。

(3) 施肥。液體肥料可用噴灌系統達施肥之目的,同時又可得灌水之效果,可節省大批人力。

(4) 促進發芽。作物播種後,每日灌水 3mm~5mm 之水量,可促進發芽,按試驗調查,在日本七、八月間播種之白菜,有灌水區之發芽率達 97%,無灌水之發芽率僅 78%。

(5) 便利耕耘及收穫,乾硬之粘土不易耕作及防礙收穫。如在該兩種農事期。灌 20mm 之水,使 PF 值在 3 左右,對兩者之工作均很容易施行。

(6) 土壤洗滌及消毒。溫室栽培之農地,由於沒有雨水沖灑,表土易聚積黴類,如灌水 200mm~300mm 可得洗滌之效果,如以某種藥劑可消毒土壤,防止病蟲害發生。

(7) 微氣象調節。灌水到農地上,對地溫之高低具

有調節作用，此對作物根系呼吸水份具有很大幫助。又因灌水後可調劑作物周圍之濕度，促進生長，增加收量。

(8)定砂作用。砂丘地每天灌水 10mm 可獲定砂之效果。

(9)防止凍霜害。果樹，茶，桑，馬鈴薯等作物在日本冬天常易受到凍霜害。一般之情形下，作物受凍霜害之氣象條件為風速 1m/sec 以下，相對濕度 70% 以上，氣溫在 -3°C 以下，損失熱量 70~140cal/m<sup>2</sup>/hr 在之間，如噴水 1~2mm/hr，可使作物體溫保持 0°C，不致凍死。

(10)糞尿噴灌。在日本家畜之糞尿因易造成污染，造成公害，給農家帶來莫大困擾。如將其噴灑於草原或林地上，可得還元淨化及利用之效果，其原理及方法目前在日本是一熱門研究調題。

#### 4. 日本旱作灌溉推行及成果。

日本全部土地面積約 3,370 萬公頃，其中農地約 557 萬公頃 (1974 年資料)，約佔全部土地面積之  $\frac{1}{16}$ 。折算每人約可得農地 0.05 公頃 (臺灣亦約如此)，此數約為美國之  $\frac{1}{35}$ ，蘇俄之  $\frac{1}{41}$ ，加拿大之  $\frac{1}{52}$ ，法國之

$\frac{1}{11}$ ，西德之  $\frac{1}{14}$ 。日本在此狹小之農地裏，其糧食之總自給率約為 71 % (1973 年資料)。其中米之自給率在 100 % 以上，蔬菜，水果，蛋類，乳品，豬肉之自給率在 80~98 % 之間，尚可自給自足，自給率最差者為雜糧及飼料，在 3~31 % 之間。遠自 1970 年日本米生產已有剩餘後，日本政府不再提倡稻米生產，改而倡導旱作，尤其雜糧。一方面減輕稻米庫存之壓力，一方面提高糧食之自給率。由下表最近三年資料，可看出旱作田所佔面積比率年年在增加。

年 度	農地面積 (ha)	旱地所佔面積 (ha)	旱地所佔比率 (%)
1973	5,647,000	2,373,000	42.02
1974	5,572,000	2,364,000	42.42
1975	5,530,000	2,362,000	42.71

日本旱作之生產條件遠較歐美為差，由此仍導致各種旱作技術之研究與發展，如旱作灌溉系統之多目標利用等，與政府大量對旱作地公共設施之投資 (下表)，以提高農民對旱作之興趣及提高其收入。

單位：百萬圓日幣

年 度	農地公共設施投資總額	水 田		旱 田		其 他	
		投 資	比 率 (%)	投 資	比 率 (%)	投 資	比 率 (%)
1974	347,594	180,203	51.8	159,501	45.9	7,890	2.3
1975	359,500	183,849	51.1	166,831	46.4	8,820	2.5
1976	437,300	221,764	50.7	203,139	46.5	12,397	2.8

上表之投資項中，政府 (包括中央及地方) 補助額均在 80 % 左右，而旱作田之公共設施投資又以噴灌設備及農地重劃為主。

#### 5. 日本水田轉作計劃

日本自 1970 年起，稻米生產已超過需求量。為調整稻米生產，除水田公共設施投資比率年減少外 (上表)，更且推行水田轉作為旱田及果園計劃。據 1975~1977 年之轉作資料為：預計 1977 年之庫存米將達 3,300,000 噸，故 1978 年預定再轉作 3,910,000 公頃。由此巨大之水田轉作計劃，而帶來之水利及農

年度	稻作面積 (公頃)	水稻田轉作面積 (公頃)	稻米計劃產量 (噸)	實 績 (噸)	達成率 (%)	備 註
1975	2,764,000	247,000	900,000	1,001,000	111.0	日本年需稻米約 12,094,000 噸
1976	2,779,000	176,000	900,000	839,000	91.0	
1977	2,757,000	191,000	900,000	未統計	—	

業問題可歸納為：

(1)轉作後之田間排水問題。一般言之，水稻是在漫水之情形下生長，而旱作却無法在此條件下栽培。對此政府將投入大量資金辦理地表及地下排水設施。

(2)轉作後之土壤結構變化問題。如龜裂現象之發生與土層收縮變硬，防礙農事及作物生長。

(3)轉作後之用水計劃。因土壤構造發生變化，轉作之旱田用水量與既有旱田用水量有所不同，關於此問題，地區農業試驗單位均配合實地情形釐定出適當之用水量與灌溉方法。

(4)轉作區之坵塊問題。在日本便利機耕之水田坵塊大概為長 100m，寬 30m，而旱田則為長 100m~200m，寬 20m~50m 不等。此等不同之坵塊所導致之農業經營問題，則須另一筆投資改善既設公共設施。

6. 除塵器 (Water filter 或 Water cleaner) 在 (下轉第 60 頁)