

# 特 論

## 中日農業工程技術研討會記要

行政院農業發展委員會水利工程組

### 一、前 言

為促進中日農業工程技術之交流，提高我國農業工程技術之水準及檢討今後農業工程發展方向，由行政院農業發展委員會、臺灣省水利局共同策劃，經由 1982 年度中日技術合作計畫項下邀請五位日本教授來我國一起參加技術研討會。研討會分二梯次舉開，第一梯次於 72 年元月間辦理，第二梯次於 72 年二月上旬辦理。參加第一梯次研討會之日本教授有東京大學之志村博康教授及竹中肇教授、東京農業大學之高須俊行教授、愛媛大學之桑野定美教授等四位，研討主題包括「水資源合理分配與利用」、「農田水利之研究發展」、「海堤及海埔地工程」、「旱地之灌溉問題」，研討會分一般主題研討及綜合研討二階段，分別在臺中及臺北進行。每一主題之研討，國內亦均推選有關技術專家參與主持及提出專題報告。研討會之活動，則由臺灣省水利局、臺灣省農田水利協進會、中國農業工程學會、行政院農業發展委員會、國立臺灣大學等共同籌備主辦。每階段參與研討之人員約 120 人，彼此交換技術經驗及心得，討論頗為熱烈，尤其第一階段在臺中水利會舉開之一般主題研討期間，農田

水利協進會對研討會會場之安排及服務，令參與研討會之人員感到滿意，稱讚已近乎國際研討會之水準。第二階段綜合研討會係於 1 月 19 日於農發會舉開，由臺北市政府陳文祥副秘書長總主持，借重其以往主持農工學會及水利局業務經驗及現在超乎農業水利之服務立場，期望獲得較客觀公正之研討成果。在綜合研討會時，亦邀請國際灌溉排水協會副會長福田仁志教授講演「東亞灌溉事業之比較」。本紀要資料即以第二階段所進行之綜合研討會為內容。文稿之係由本組蔡明華工程師利用錄音帶並參考農工中心副秘書通林之現場記錄整理，再經過國內主持人陳文祥副秘書長、章元義顧問、溫理仁副處長、郭慶和工程師、甘俊二教授、黃錦榮組長、及翻譯陳買課長等提供資料及核閱過。

第二梯次之研討，則由日本全國土地改良事業團體連合會專務理事毛利基宏先生及東京大學白井清恒教授分別講演「日本土地改良事業與土地改良團體」及「灌溉水路之水力能源利用」由各地農田水利會會長、管理組長及有關單位人員約近百人參加，其內容於水利通訊第 29 卷第 11 期已有介紹。

### 二、中日農工技術綜合研討會議程

時 間：72 年元月 19 日

地 點：農發會 401 室

時 間	議 程 及 項 目	主 持 人 及 翻 譯
8:30- 9:00	報到簽名	主持人：陳文祥副秘書長 翻 譯：甘俊二教授
9:00- 9:10	中國農業工程學會張理事長致詞	
9:10- 9:20	行政院農發會章顧問致詞	
9:20- 9:30	綜合研討會陳主持人致詞及介紹日籍專家與研討主題主持人	
9:30-10:45	福田仁志教授演講：東亞灌溉事業之比較	

10:45-11:00	休 息
11:00-12:00	日籍專家考察指導報告 1.志村博康教授 2.高須俊行教授 3.桑野定美教授 4.竹中肇教授(溫理仁代報告)
12:00-12:50	午 餐
12:50-13:50	研討會各主題主持人報告第一階段研討會之研討重點及初步結論 1.甘俊二先生：水資源合理分配與利用 2.郭慶和先生：農田水利之研究發展 3.洪炳麟先生：海堤及海埔地工程 4.溫理仁先生：旱地之灌溉問題
13:50-14:50	綜合研討 (研討綱要請參考元月 12~14 日在臺中舉行之第一階段研討主題及講題一如附件)
14:50-15:00	主持人結論

附 件

中日農業工程技術研討會研討主題及講題

72 年元月 12~14 日  
在 臺 中 舉 行

主題一：水資源合理分配與利用

主持人：臺大農工系教授 甘俊二

講 演：1.水資源利用、分配及現代化之農業用水

講演人：日本東京大學教授

志村博康

2.合理維護農業用水的幾個問題

講演人：行政院農發會副處長

溫理仁

主題二：農田水利之研究發展

主持人：行政院農發會工程師 郭慶和

講 演：1.日本之農田水利試驗研究

講演人：日本東京農業大學教授

高須俊行

2.臺灣之灌溉排水試驗研究

講演人：行政院農發會工程師

蔡明華

主題三：海堤及海埔地工程

主持人：臺灣省水利局局長 洪炳麟

講 演：1.海堤工程及暗渠排水設計施工

講演人：日本愛媛大學教授

桑野定美

2.臺灣海埔地之開發利用

講演人：臺灣省水利局工程師

黃彩芳

主題四：旱地之灌溉問題

主持人：行政院農發會副處長 溫理仁

講 演：1.畑地灌溉之技術

講演人：日本東京大學教授 竹中肇

2.臺灣旱作灌溉之概況

講演人：宜蘭農田水利會會長

林聰明

三、中日農業工程技術綜合研討會

內容記錄

(一) 致詞

1. 中國農業工程學會張理事長世輝致詞

主持人、各位參加研討會的先生、女士：我今天代表農業工程學會歡迎大家參加研討會。首先報告研討會的籌備經過，中日農業工程技術研討會，是在民國 68 年由今天的主持人——臺北市政府副秘書長擔任水利局局長兼中國農工學會理事長的時

候開始籌備，經過了3年多，經過農發會、水利局、臺灣省農田水利協進會等各單位的共同努力，今天才得以實現。研討會的目的，是為促進我國與日本在農業工程技術的交流，提高我國農業工程技術水準，以及檢討今後農業工程發展的方向。此次透過中日技術合作計畫共邀請了四位日本權威教授一起參加研討會，請他們介紹日本近年來在農業工程方面的發展方向及新的技術，使我國國內的從業人員得以參考，並檢討我國近年來在此方面的得失，及研擬今後應發展的方向與對策。今天將綜合研討上次研討會之主題，上次研討會，於元月12日至14日在臺中水利會大禮堂已舉行了3天。我國方面亦由四位專家配合研討主題提出講演，其所研討的初步結論，今天將由四位主題主持人在此提出報告，東京大學竹中肇教授因有事提前返日，其有關指導報告將由農發會溫理仁副處長代表報告，謝謝各位。

## 2. 行政院農發會章顧問元義致詞

從遠道來此地的朋友及參加研討會的各位先生：今天有這個機會在此講話感到非常的高興，研討會安排給我的致詞時間只有十分鐘，扣除翻譯之時間，只剩五分鐘，在短短的五分鐘內不能談論技術的問題，同時兄弟也不願在此談論政治的問題，只能給各位講個故事，是一個實實在在的故事，但裏面的意義十分重大，這個故事是發生在1949年9月，諸位都知道1949年是大陸淪陷的時候，在9月的某一天，英國的外相將我國駐英的鄭大使請至英外交部，並說他們決定10月1日要承認中共，甚表歡意。鄭大使則表示甚為遺憾，說完了就要離開外交部，而英國外相對他說：「鄭大使，請您走前門」，這時鄭大使說「我已經不再是大使了」英國外相則說「Once an ambassador, always an ambassador」其意思為「一旦為大使，終身是大使」，鄭大使回答一句很有哲理、很有道德準繩的話，他說在我國中國並沒有「一旦為大使，終生為大使」這句話，但中國有一句俗語「一經為朋友，終生為朋友」，這次的討論會就我所知，有幾位日本專家在此有很好的朋友，這也就證實了中國「一經為朋友，終生為朋友」的話是對的。雖然我個人跟各位有好多不相識，但我願意跟諸位老朋友一起歡迎各位，同時希望各位遠道來的朋友，以後常常要來，並且帶更多的朋友一起來，這是我由衷的願望，謝謝。

## 3. 綜合研討會陳主持人文祥致詞（並介紹日籍專家與研討主題主持人）

今天本人來此做主持人是預先沒有想到的，因為現在我擔任的工作是在一般公共建設服務的較多，而不是純水利界服務，而今天要本人當主持人可能是過去一直在籌備及促進此事。我們過去對中日技術的交流，互相的觀摩，日本專家給我們的指導，使我們收穫很多。再者有各有關單位的大力支持，才能有今天由中、日共同辦理的研討會，特予感謝。今天我們要討論的內容與題目，已由張理事長報告過。我現在進一步說明研討會的進行方式。今天的討論除演講外有分組討論，希望分組討論的題目，以將來發展的方向及改進的措施為主。至於技術方面的討論，在臺中的研討會已經討論過。範圍方面以臺灣地區今後應發展事項及中、日農工技術合作方面為主。進行之中希望有適當的紀錄整理，以提供政府及有關單位的參考。分組討論按議程表進行，並希望有結論與建議。綜合研討則以分組之結論與建議以外之原則性問題為主。

繼由陳文祥主持人逐一介紹蒞會之日籍專家：

- \* 福田仁志先生：農學博士，現任東京大學名譽教授，國際灌溉排水協會副會長。
- \* 志村博康先生：農學博士，現任東京大學教授。
- \* 高須俊行先生：農學博士，現任東京農業大學教授，先生於1943年畢業於臺北帝大農學部農業工程科（即國立臺灣大學農業工程學系之前身），曾任日本農業土木試驗場場長。
- \* 桑野定美先生：農學博士，現任愛媛大學教授，先生於1943年畢業於臺北帝大農學部農業工程科，畢業後留校任教二年，於1963年起擔任愛媛大學教授迄今。

### (二) 福田仁志教授演講：（講題為東亞灌溉事業之比較）

二年前我曾在此會場演講過農田水利方面之問題，此事對我而言，有如昨日之事。此次本人以老朋友之立場來此，同時看到新的朋友亦來此共同研討，感覺非常的高興。今天的演講，將以農田水利在將來配合農業發展應走的方向及應具有的基礎為題，本日演講可分下列三個主題：

#### A、個人之論文。

B、農業發展程度之判定（包括農田水利）。

C、新疆省乾燥地帶之農業。

### 1.個人之論文：

第一篇 **Basic Principles of Irrigation Related to Agricultural Development** 主要是以二年前在此地演講之內容再整理完成。

世界農業之發展可分為下三階段：

第一階段：世界農業趨向企業化發展，企求勞力及土地之平衡發展。

第二階段：由單一作物轉變成為多種作物，且求產量與品質之改善。

第三階段：多角化經營。除了農業外，尚包括林業、畜牧業、水產業等多種產業之相關發展。

農業發展有上述三階段，但受地域性之限制影響，因此農田水利必須適應此種發展上之基礎轉變，以期提供水之服務。灌溉排水係人為之手段，今後之努力方向可分下列三方面：

(1)工程技術之改進——灌溉排水可經由工程人員之設計及計畫提高服務，而非全賴重力自然放流配水。

(2)共同作業計畫——以期建立共同性，達到共同之目的。

(3)灌溉排水係一體兩面之事，應考慮如何相互兼顧。

灌溉與作物栽培之土地及施肥均為達成生產之一部分，灌溉並非受其他因素支配之次等手段，它必須與作物栽培技術視為同等重要一併考慮。以此為前題，促使農業綜合發展。個人從事農田水利數十年，就個人的心得，對農業計畫之判定與執行，最好以簡單明確為佳，總希望將問題帶入單純之方向，此不但可供農業發展之參考，亦可供吾人生活哲學之借鏡。本人第一篇「**Basic Principles of Irrigation Related to Agricultural Development**」論文，即以此觀念寫成。

第二篇論文「**The Application of the Profit-Water Curve to Irrigation Projects**」雖是三十年前在美國農業工程季刊所發表，論文雖舊，但觀念却仍很新。目前在灌溉計畫時，各位對 **IPS** 似乎會感到興趣，所謂 **IPS**，即考慮灌溉 1000~5000 公頃之整體效益為最高，茲以 1000 公頃之 **IPS** 為例，一般而言，水稻用水多，有時因氣象狀況變化，水源可能會變少，必須考

慮以用水較少之作物與水稻相配合生產。在受限之水量條件下，一般以水稻及其他作物相配合栽培可得最高產量及收益。因此除了水稻以外，必須選擇第一或第二種取代作物，而其用水量與產量之相關曲線，必須按作物特性預為明瞭。就區域而言，水資源量雖有時會減少，但整體之產量或收入則希望不被減少。日本雖有水稻轉作之計畫，但仍希望維持農民之高收入，因此其研究需應用系統分析技術。如水量少之情況，隨着水量之減少，必須追求單位水量之最高收益及產量。如水量充裕時，則求土地能充分利用，將水視為生產因素即可。此種情況之說明，臺灣因屬集約栽培，將來可能有用到的機會，美國雖屬乾旱氣候，惟亦漸朝集約方面發展，也許也會用到。

### 2.農業發展程度之判定

農業計畫往往需要評價其執行成果或發展程度，其評價之指標 (**Index**) 如何，茲說明如下：

該地區平均產量為產量判斷上之最先考慮之項目。至於農田水利之發展情況，其評價之指標可有如下項目：

#### (1)灌溉面積與耕地面積之比率：

此種資料，在東南亞地區有一現象，灌溉面積率高者，其在品種改良方面之成就，具有相同良好之趨勢。

#### (2)乾旱時期之土地使用狀況：

乾旱季節水源不足，如何供水為重要之技術問題，乾旱時期作物栽培面積可反映該地區農業發展之情況，可作為指標。

#### (3)水路密度：

以單位面積之灌溉排水路之總長度表示，在東南亞地區一般以 50m/ha 為基準，大於此值者條件為佳，小於此值者，條件較差。東南亞開發中國家常均為 20m/ha，惟中、韓、日等國具有較高之標準。

#### (4)是否具有排水系統：

排水可以增加土地承载力及改善土壤結構。

#### (5)浸水或鹽害現象：

此點在臺灣地區較少有。

#### (6)末端灌溉排水設施：

在大區域如採續灌，效率不好，土地重劃之目的係將灌溉排水路分開，以提高農業生產量。

#### (7)每 c.m s 灌溉水所能支配之灌溉面積：

單位用水量所支配之面積愈大者，灌溉管理程

度愈佳。

#### (8)暗管排水：

農地重劃時應同時將暗管排水一併實施，使田區將來可應付各種使用。日本水田有 300 萬公頃，其中有暗管排水占 20%，有農地重劃者占 33%。世界先進國家多有考慮暗管排水之設施。

農田水利設備或投資，並非促成增產之單獨因子，必須與其他施肥，病蟲害防治及品種改良等技術配合，故其他因子之發展程度亦能影響農業發展。在菲律賓之稻米研究中心，雖然有許多品種改良之成就，但其成果並不一定能直接提供其他地區使用，必須經由該地區之實施改良才能適應。七年前，孟加拉曾經由日本協助向稻米研究中心購買 IRRI 20 號水稻品種，計畫由亞銀貸款支持，但結果却失敗，其原因即因改良品種之地區適應性背景資料未能建立，種種因素不能配合所致。

#### 3. 高疆省乾燥地帶之農業

自北平乘噴射飛機往西飛，約 30 分即進入沙漠地區，繼續向西飛約 3 小時多，約到烏里木盆地。在飛過黃河中游之包頭，可看到天山山脈上之白雪，天山山脈與戈壁沙漠相連。天山山脈地區年降雨量約 200~300mm，一般年降雨量在 200mm 以下，則變為沙漠地區，如以色列、敘利亞，「烏里木」在維吾爾族語言上係「牧場」的意思，故此區降雨量 200~300mm 尚不算嚴重之沙漠地區，在地理學上之區分屬畜牧適應區。此地區有 5,000~6,000m 的高山，常年積雪，融雪經地表及地下向北流入本盆地。此地區之蒸發量與降雨量之比大於 10，為適於畜牧之地區，在上海之附近地區，蒸發量與降雨量之比約為 1。在日本，此值則小於 1。即降雨量較高。本地區約有 24,000km<sup>2</sup> 之土地供農業使用，設有 20 個灌溉團體，大陸淪陷後，以屯兵方式經營。本人在此逗留 1 個月，茲提出問題說明如下。本人曾訪問 No. 104 灌區，發現該區有三項困難：①春雨不足，②夏季洪水災害，③土壤中鹽分之鹽害。主要作物有小麥、玉米、大豆、向日葵，畜牧方面則有牛、馬、羊、鹿。此地區因風大，小麥栽培採畦溝耕作，溝深採 20cm，溝之間距採 45cm，其間播種三排，成活率如能達三成，即認為滿意。本人很久以前曾訪問熱河省，見到該地區採用深畦溝栽培（深 40~45cm），種子播在溝底，雖有鹽分影響之問題，但因水分含量較高，產量較為安定。

對於鹽分之處理，可分地表排水及地下排水兩方面。地下排水採用垂直抽水方式，將地下水位抽至 100m 以下，避免毛管水上升影響。一般排水多採用地表排水，現大陸派技術人員赴巴基斯坦學習垂直排水之技術，在巴基斯坦之拉或爾地區有抽至 150m 之深井，抽水之目的除了降低地下水位外，其抽取出之含鹽地下水再與灌溉水混合，重新提供灌溉之用。

現在大陸認為自滿的一項，即在本區大量種植木麻黃等防風林，利用林帶吸收土中之水分，以葉面蒸發方式帶走鹽分。一般地表土壤之含鹽量約在 3-7%，利用地表排水淋洗降至 0.5% 以下。對 PVC 布覆蓋亦頗普遍，初春時用以保溫及保水，對棉花栽培效果甚佳。水路方面，在灌溉或排水，均看到有用 20~30cm 之卵石乾砌之水路，與四川省之都江堰所採用者類似，可能學自四川。本地區之水利不但要考慮灌溉，亦需要考慮排水。

另到吐魯番盆地參觀「坎井」，坎井係利用橫井方式蒐集淺層地下水，坎井之長度一般長 300~400m，最後可達 1,000m，吐魯番盆地坎井之總長度估計達 5000 公里。在中國有三大土木建設；①吐魯番盆地之坎井長 5000 公里，②萬里長城長 4000 公里，③大運河長 1500 公里，可見坎井之工事。吐魯番地位於天山山脈南面，坎井之技術係產自中國古老之技術，個人查“Calace 坎井”一字係波斯文字，惟司馬遷之史記中已記載在山西省已有此項技術。究竟「坎井」之技術是來自何國，事實上此項技術在各國均可能發現，並不一定是傳自何國。個人考察過世界許多國家灌溉事業，得到一種看法，「類似並不一定相同，類似也並不一定要有傳達才會類似，各地區的自我發展也可能得到類似」，例如在日本的三重縣，很久以前也發現過六百公頃的坎井設施系統，日本的坎井發展雖僅有一百多年歷史，但也非引自其他國家。至於如何增加坎井的出水量，通常在不用水時，將井的連接管堵塞起來，使水蓄存在地下水中。

據稱在四人幫當權時，曾命令大量砍伐防風林，排水則僅留地表排水，技術人員外調他用，破壞正規的農田水利計畫及設計，現在又重新種植防風林，以期逐漸改進其缺失。

過去於俄國技術合作期間，農田水利方面也有 10 年的合作，在俄國工程師的指導下，田區坵塊之設計，採俄國大農制方式，寬 400-500m，長 800-

1000m. 惟對技術上不太進步的大陸很難適應，尤其對於鹽害之控制更不理想，因此現有將坵塊逐漸縮小的趨勢，水路方面雖也沒有混凝土內面工，但現在大多已損壞，所以現在不得不自己發展適合自己的技術。

〔演講後發言討論〕

〔章元義顧問問〕：

①日本有 300 萬公頃水田，其中 60 萬公頃已設有暗管，是否水田中需要暗管改善者均已完成，或尚需繼續改善？

〔福田教授答〕：在日本 300 萬水田中，雖然有的需排水改善，有的則否，但由於稻米生產過剩，水田需轉作。為使水田能達到水，旱田並用，更需排水改善，故目前暗管排水之改善正努力進行中以期增加面積。

②對於新疆之鹹地問題，未聞福田先生推薦暗管排水技術，其原因是否為技術或經濟問題？

〔福田教授答〕：暗管排水效果雖好，在新疆未推薦使用之原因，是大陸現在主要用地面排水垂直抽水及種防風林之粗放排水方式，大陸所採用之農業也是粗放式經營，尚無法使用集約的暗管技術，經濟因素當然也是重要的問題。

③福田先生提到孟加拉引進 IRRI 20 水稻品種失敗的經驗，並建議將 IRRI 所研究出的水稻品種經引進至當地作適應性試驗改良後再推廣，本人認為稻米的新品種應以當地試驗研究發展出來的為優，並不一定由 IRRI 研究出再引進改良，現在 IRRI 正研究陸稻的品種，本人認為不智，就地取材加以研究為宜，並易於適應當地氣象，對我的看法，是否同意？

〔福田教授答〕：本人非常贊成章先生的意見，觀點很正確，我們祇能從 IRRI 獲得稻米實驗的方法及經驗，適應品種應由當地自行培育方為正規。陸稻的品種培育亦後如此。

④謝謝福田先生的說明，有關中國新疆的坎井以清朝左宗棠時代建造較多，至於史記司馬遷所記，

坎井係在陝西的邯城即在山西的對河，此項史籍資料為最早。

〔福田教授答〕：吐魯番的坎井歷史約 200 年，而史記的坎井記載則有 2000 年歷史。

〔三〕福田教授介紹中國大陸有關農田水利幻燈片

1. 木麻黃防風林利用蒸發排水。
2. 水路分水工。
3. 渠道（傍邊也種木麻黃）。
4. 坎井（利用橫井連接地下水）。
5. 引水設施。
6. 乾砌石內面工渠道（也有用混凝土內面工，但在冬天結冰時易損壞）。
7. 垂直井（上面用混凝土加蓋，防止泥沙進入），每 20 公尺有一處連接在一起）。
8. 坎井出水口（用水泥做的，一般出水口較送水口高）。
9. 西湖堤防（蘇東坡時代所建，名東坡堤）。
10. 水稻田之灌溉（上海附近，用管路輸水至此再分水）。
11. 水稻田末端分水情況。

〔四〕日本專家考察指導報告

1. 志村博康教授報告

此次來臺灣受益不淺，很感激。本人所擔當之主題是水資源的合理分配與利用，個人即根據此問題提出報告如下：

臺灣正呈現高密度產業化發展時期，屬於農村及都市混雜一起的混住區。由於農地及農村用水相互混雜，不能視為單純的農業用水問題來探討。今後應如何考慮是項重要問題。在日本以 500-2000 人／平方公里來考慮。日本在都市近郊才有此種情況，而在臺灣似乎均有此現象，因此臺灣可將整個地區視為混住區考慮。都市、鄉村混雜在一起，會產生許多問題，例如水資源分配，都市下水道、排水、地下水超抽等問題。最重要的是要能以地區性為重點，綜合探討地區性的問題方為上策，個人認為以地區性特色為主題來解決問題，較以全國性來定統一的規則為佳，對此問題，在日本以河川為單位來考慮解決乾旱問題以符合地區性條件需要來考慮水資源的分配問題，貴國也可考慮以河川系統型態為單元來解決。日本的土地改良區對水資源的分

配問題也很重視。以地區特色來共同考慮都市農業用水之均衡發展，日本全國已經注意到對水在都市及農業用水間之平衡問題，有些地區已做到，有些則尚不理想，隨着都市化發展，用水的調配越加困難。若過分偏重農業利益，則對都市用水之調配不能順利達成，若都市農業能相互協調，則可得良好結果，因此在都市發展中的水利會任務一方面要照顧農民，一方面必須與都市用水協調。因此水資源的重分配問題並非單純的水交換問題，必須進而考慮其他問題，並非農業用水可無條件的提供都市用水，都市用水須對農業用水付出相當代價，予以補償。在混住區的水利會營運必須使都市與農業的利益相配合才行，不僅考慮都市用水需要之問題。更應考慮農業之需要。水資源分配問題不是僅水量分配問題而必須注意到區域發展中有關都市與農業平衡發展之問題。

## 2. 高須俊行教授報告

本人十七年前曾來臺灣一次，此次發現臺灣之進步迅速，大不相同，感到非常之高興。此次環島參觀訪問，受到熱烈的歡迎，並認識許多朋友，更是感到格外之高興。貴國之社會經濟情況，個人尚不太瞭解，因此個人之意見是否能適用，不得而知。對試驗研究方向，在臺中之研討會已提出，希望今後能朝該方向繼續發展。貴國之試驗研究已在相當之成果，故於此略而不談。有關今後之試驗研究發展，首先應從人才培養着手。培養年青一代優秀人才，才是正當之途徑。貴國之研究體系現況，與日本於西元 1961 年前之情況類似，在日本農林省農業技術研究所下設有農業土木部，此外又有構造改善局之水利及材料試驗室，1961 年後合併成立農業土木試驗場。兩者均屬農林省，故合併容易。貴國之農業工程研究中心之任務相當於日本農業技術研究所之農業土木部，而水利局之材料試驗室及水工試驗室任務相當於日本構造改善局之材料及水利實驗室。惟貴國之農業工程研究中心與水利局，因隸屬體系不同，恐怕難以合併。要加強農業工程研究中心之機能，必須有許多交流，對研究人員之身分要有所肯定及保障，以期人事安定，才能具有發展研究之基礎。臺灣之農田水利會組織頗為健全，不知農業工程研究中心是否可以歸隸屬於政府機構，或成立類似農田水利會之組織。農業工程研究中心與水利局均為農業謀福利，應能歸納在一起較佳，建議能朝此方向加以推動。如有需要，個人將

願意儘量幫忙，以上係有關農田水利研究發展方面之看法。

至於參觀訪問後之感想，與志村教授有相同之看法。水利會之任務不僅是管理水而已，必須提升管理之觀念，充分發揮水資源之效率。水在灌溉系統中，有如血在循環系統中暢流，求綜合用水之相互關連配合甚為重要。如此才能保育地下水及農村環境，才會有好的農業區及住宅區，希望水利會能放大遠光，衡量整個水資源系統之應用。

## 3. 桑野定美教授報告

很感謝給個人有此參觀之機會，茲將參觀所見到之幾個問題提出報告討論：

### (1) 石岡堤之進水口與攔水堤

進水口與攔水堤之位置似乎太接近，河川急在進水口處有許多游砂，據現場管理人員說，希望將排砂閘向下游移，此項看法是正確的。個人認為洪水時啓開排砂閘，河川流量集中由排砂門排出，如洪水時關閉排砂閘，河川流量集中由排砂門排出，如洪水時關閉排砂閘，必發生渦流，本人稱此區域為「死水域」。洪水期打開進水口，取水量不大時，砂石不會流入渠道。在洪水期打開排砂閘，必增加排砂門之磨擦損害，洪水期之排洩應從其他閘門之堰頂通過，待洪水量減至 $\frac{1}{3}$ 時，再打開排砂閘，以減少閘門堰頂及堰堤之磨擦損害。

### (2) 卑南大圳之進水口

參觀時進水口正在施工中，有關對攔河堤填面加覆橡皮處理以防止洪水沖擊之議案，本人認為不如加設 20 公厘厚之鋼板為宜。至於隧道之混凝土施工，品質很好。

### (3) 海堤技術

拜讀黃彩芳先生之大作，覺得他的研究頗為深入，惟個人未看到海岸之地形圖資料，未能深入討論。黃工程師報告所提海堤坡面採用 1:7，基礎再加濾層，構想甚佳。填面所用之塊重 30kg，如波浪較強處建議提高至 60kg，分三層以保護堤防，旁邊應加截堤。乾砌石之技術工目前感覺缺乏，此點在日本愛知縣之岩田堤，（此堤之蓄水量約 2 億  $M_3$ ）在堤上需加重壓，此法今後是否可用尚有商榷之餘地。

〔陳文祥先生說明〕：

有關石岡堤之設計，本人曾參與過，對排砂時期亦有相同之看法，將來對操作問題，應找出最適當之操作時機及安排。對進水口之問題現況，個人

不太清楚，惟桑野先生所提之意見可供參考。

[章元羲先生說明]：

①有關石岡堤之問題，可能桑野先生在參觀訪問時，現場人員對沖刷閘與防洪閘之操作，未仔細說明清楚。在設計時之考慮，沖刷閘之操作並不是在洪水期，剛才桑野先生提到洪水時操作，個人在參加審查時所想的應是洪水量未必是洪峯時即操作。

②卑南大圳之攔河堰之堤頂磨擦損害很大，是已看到的事實，有關使用金屬覆蓋橡皮之方法，亦是日本朋友之建議，我們現在之作法，係把它當作實驗性質，看將來之演變如何，再加以改進。

#### 4. 竹中肇教授報告 (由溫理仁先生代表報告)

竹中教授曾參加 12-14 日之研討會，16 日即因事提前返日，未能參加環島之參觀訪問，惟其在研討會所提示的幾項重點，個人在此代為補充報告。

(報告內容：如旱地灌溉之問題之第二項討論重點)

### (五) 第一階段研討會之研討重點及初步結論

#### ——由研討會各主題主持人報告

##### 1. 主題一、水資源合理分配與利用

[主題主持人甘俊二教授報告]：

甲、日方講演人：志村博康先生——水資源利用、分配及現代化之農業用水。

就日本近年來對水資源合理化分配的經驗，提出廣義的水資源分配問題提供之參考。演講內容摘要如下：

##### (1) 產業間各標的用水之再分配

①說明日本原有水資源分配方式及近年來重分配之問題點。

②日本以原有水資源使用條件下有剩餘之水量時，方可作為重分配之考慮依據。

③利用現有水利設施之改善來節省水量，供其他標的之所需。但分享餘水之標的須負擔補償改善費用(包括管理費用)。

④其他各種節省用水方案之努力，如灌溉管理之加強。

##### ⑤重分配必須考慮問題：

(a)上游農業用水的讓渡，必須考慮下游農用水量之需要。

(b)水庫建造費用不斷上昇之同時，農業方面

所讓用水之補償金額，將不斷上昇，甚至高過新建水庫之費用。

##### (2) 地區間水資源之重分配原則

日本以往之水系區分以縣為主體，跨越縣別之調整用水協議由中央政府輔導之。新的日本國土計畫則以流域為主，若一流域無法獨立時，則合併處理。

##### (3) 非常乾旱期間之重分配

日本之情況，在河川流量遞減時，後建的公共用水亦得約束節水，不可影響農業用水。不過非常缺水時期為了生活用水之需要而影響農業正常之灌溉時，公共用水有負擔補償之責任。

##### (4) 將來之重分配問題

今後水資源各標的用水的需求不斷增加，污水處理技術亦逐漸提高，各標的用水的部份水量將由符合標準之處理水取代之。

##### (5) 補助說明資料

①為水資源重分配的農業用水之對策(基礎理論)

②農業技術高度化後之農業用水

③河川水資源開發之傾向

乙、中方講演人：溫理仁先生——合理維護農業用水的幾個問題

近年來由於經濟快速成長，人口急遽增加，工商業加速發展，都市迅速擴展對土地及用水之需求日益增加，因此農業用地及用水隨之成為轉移其他用途之對象，茲為合理維護農業用水，講演人對我國臺灣農業水資源目前所遭遇之實際問題，從狹意的觀點提出切題的問題：

(1) 農業用水是否能以總用水量計算作為移用之依據？

(2) 農業用水是否如一般人所想像浪費？

(3) 耕地面積減少能否按比例減少農業用水？何謂膠卷模式？

(4) 用水優先次序之意義如何？

(5) 苦旱時，水稻單位產量高，能否證明灌溉用水少則產量高？

(6) 如何再節約農業用水？

(7) 農業用水之合理維護是否與農地之保護同等重要？

(8) 用水調配與工程費及管理費負擔應該如何合理化？

(9) 農業之轉變使用對水利有何警惕之問題？



(10)工業用水是否應該儘量與家用及公共給水分開？

(11)用水多之工業是否應避免在缺水地區設置？

(12)公共給水與工業用水是否亦應節約用水？

(13)如何維護農業用水水質？

## 2. 主題二、農田水利之研究發展

[主題主持人郭慶和工程師報告]

### 甲、演講人及主要內容

(1)高須俊行先生——日本農業土木之試驗研究

①試驗體制之發展經過

②農業土木試驗場之研究課題與組織

③農業土木試驗研究之特色與研究成果

④農業土木試驗研究之今後方向

(2)蔡明華先生——臺灣之灌溉排水試驗研究

①以往辦理農田水利試驗研究之經過及參與單位

②研究體系及研究計畫管理作業。

③臺灣之灌溉排水試驗研究，包括成果項目，主要成果報告書名。

④建議。

### 乙、兩國之間值得一提之不同之點：

(1)日本在農業土木方面之試驗研究歷史已有100年，隨着時代之變化其範圍逐漸增加，目前甚廣，不但農業土木本身有關之水資源開發利用、保育、灌溉排水技術，農業生產有關之設備，對於農業生產環境之保全，農村生活環境改善，墾殖事業，農林漁業等方面亦包括在內，並向海外支援，其工作有臨時性、長期性、全國性、地域性等等之分。

(2)日本之試驗研究組織甚為健全，且有良好之試驗研究環境，除全國性之試驗場外，尚有地域性及縣級之農業試驗場。

(3)日本之試驗研究經費充裕。

(4)日本試驗研究人員之訓練計畫週全，多為專任人員。我國在農田水利方面從事試驗人員多為兼辦性質。

丙、若干相同之問題亦即今後努力之主要方向。

(1)稻米生產過剩，今後必須加強推廣雜糧灌溉有關之研究試驗。

(2)農地高度利用之可能性研究。

(3)農業用水之有效利用管理之研究試驗。

(4)人口增加需要保持生產農地，亦即需要保持

良好之農業生產環境之有關研究試驗。

### 丁、討論事項簡述

(1)日本在試驗研究後，將其成果推廣至現地應用之辦法有編印手冊及舉辦研習會。

(2)臺大農工系除農業水利有關之一般課程外，需要增加有農業土木特色之課程。例如：農村規劃、管理方面減少人力有關之研究試驗課程，與農業土木有關之水產土木等等。

(3)日本各項準則，可先有準則內容再作試驗研究收集資料及先試驗研究再作準則之兩方面。準則由試驗研究人員，大學教授編訂，再由日本灌溉排水審議委員會審查後由構造改善局核定頒佈。經一段時間後再成立委員會研討修改，或再作試驗研究後研討修改。

(4)地下水超抽致地盤下陷問題，除予以停止抽水外，另有補注辦法，目前日本在研究是否可以最經濟辦法，如灌入空氣或其他，予以停止下陷。

(5)最後高須先生提到一點，即試驗研究之結果不能放置，應予設法應用，並須定期召集現地工作人員交換意見，以資調整試驗研究之方針。

## 3. 主題三、海堤及海埔地開發

[主題主持人洪炳麟局長(黃錦榮組長代)報告]

：

### 甲、桑野定美教授演講部分

#### (1)海堤漏水的防止措施

舉日本廣島縣的海埔地 Nishino 開發區的海堤為例，說明如何防止砂土堤體的漏水問題該區東堤建在軟弱粘土層上 (Soft Clay)，堤體土方係以 Sand pump 二段透土填築，因此多由粗粒純砂土所構成，砂層厚十幾公尺，漏水現象嚴重，一日漏水量巨達  $10,000\text{m}^3$  經過研究後決定採用鋼板牆 (Sheet wall) 工法，在堤防中心打厚 4.5mm、深 15~20m 每片板牆寬度 1m，並於其鈎狀接縫內灌漿防止漏水。板牆末端伸入粘土層 4m，以此抗拒滲透水，雖未能滿足 Lane 公式的  $C < 3$  的數值，但按堤體土重使用 Terzaghi 理論公式，則可滿足  $F < 5$  的安全條件，認為伸入粘土層 4m 已足。本工法實施後漏水量減至  $200\text{m}^3/\text{day}$ ，得到 98% 的防止效果，達成預期成果。

#### (2)離岸堤基礎穩定的措施

在四國德島縣的 Naka River 河口北岸，為防止海岸繼續侵蝕，建造海堤，並距海堤前方 100~200m 處建造一系列的離岸堤。其中離岸堤原以

混凝土塊 (5.4 ton/個) 直接堆砌五層於砂質地盤上，但因受浪沖擊發生嚴重均勻沈陷而崩塌。經研究改用二層拋石基礎下層碎石層 70cm 厚 (石徑 0.5~10cm)，上層塊石層 1m 厚 (重量 10~60Kg/個)，然後在拋石基礎上堆砌混凝土塊三層，結果已能到達穩固離岸堤基礎的目的。

### (3) 改進暗管排水的各項措施

討論在日本重粘土地區實施的暗管排水改進措施。包括：①使用土壤滋潤劑增進土壤透水性，替代以往的僅從物理方法從事改進的想法，為達成此目的，聘請化學方面的人才參與研究工作；②選用適合於暗管排水的濾水材料，如用稻殼、小石子等；③保存上層土壤的裂縫，以利土壤的水滲透水；④埋設暗管管路的新型施工機械。

## 乙、黃彩芳工程師演講部分

### (1) 臺灣海埔地開發概況

報告臺灣海埔地開發的歷史，以往開發成果，開發中的海埔地，待開發計畫區及配合經濟結構的改變，今後海埔地開發利用應有的構想。

### (2) 海堤構造的檢討

臺灣海埔地的堤防，係針對海灘地形及環境特性，採用乾砌塊石緩坡型斷面 (外坡 1 : 7)。堤體構造必須符合經濟與安定的兩條件，在此原則下基於：①堤體填土須具在靜水中能够安定的坡度；②外坡乾砌塊石須要充分抗拒波浪力；③乾砌塊石下鋪設礫石層，消除波浪運動傳達堤體填土等之構想所設計。事後經過模型水工試驗及小型實驗區實地建造後了解其安全與實用性而廣用於全省各區海埔地之開發。由於此種堤防構造簡單，在潮汐漲退的海灘上施工方便而迅速，有利於節省工程費及縮短工期，對海埔地開發的推展，貢獻良多。但在構造上尚待改進者計有：①在地盤低窪而波浪容易集中的區段，需要加大塊石或用適當的異形消浪塊加強抗波力量；②由於外坡極緩，波浪反射率小，堤脚不致淘刷，可不必施做堤脚保固工，但在發生沿岸流或河堤型態的區段，仍需加設保固工；③灘石濾水層石量龐大可考慮使用化纖濾水布，以減少礫石使用量。

### (3) 海埔地開發效益評估的觀念

活埔地開發，除取得新生地增加生產外，尚可兼得沿海腹地的保全效果 (解決海水倒灌、緩和風力、減少空氣中潮氣、改善排水機能等等，因此腹地生產環境可改善)。海埔地開發效益，應將此種

特殊型態列入，建立正確評估觀念，始可訂定開發政策，針對土地需要的迫切，實施有計畫的長期開發。

## 丙、討論事項

(1) 防止漏水所設的鋼板牆工本費若干？鋼牆壽命多長？，有否更經濟有效的替代工法？

答：工本費約為 11,600 日元/M<sup>2</sup>。鋼材在水中不易銹損。雖有灌漿或藥品注入等替代工法，但成本高，且效果難期確實，用 PVC 板代替時無法打到深層，且其老化現象如何尚不知。

(2) 對這種堤體的滲透水檢討，Lane 氏的公式與 Terzaghi 氏的理論公式，究竟採用何者較合理？

答：在有堤體土方的載重情況下，認為使用 Terzaghi 氏公式較合理。

(3) 依照海埔地開發效益型態，政府應對事業給予相當之補助，民間開發時亦不例外，但如民間開發的土地，轉售後收回投資而尚可賺錢時，是否仍需補助？

答：海埔地開發效益廣泛，受益範圍非止於新生地的生產，且開發區之堤防、林地、道路、渠溝等公共設施佔用全區面積之 20~30 % 土地必然登記為公有。在此情形下對十分艱鉅的海埔地開發事業，依照效益形態給予適當的補助是合理的。至於民間開發土地轉售而可賺錢時，似無給予補助的需要，但此種情形似能發生在住宅社區或濱海工業區等的開發區，在目前農業政策下農漁用新生地的開發，自無賺錢可言，故對海埔地農漁用地開發，認為仍需訂定合理的補助標準，方能打開推展事業的癥結。

## 丁、初步結論

(1) 在設計方面桑野教授對海堤設計失敗及改善措施之說明可供借鏡，以免重蹈覆轍，在海堤設計方面必須注意。

### ① 滲漏之處理技術

② 過濾層的設計：不管在底層或堤坡均應考慮底層的目的為防止沈陷，堤坡為防止滲漏。現在石料減少，改用化纖濾水布，其可能替代濾層之厚度如何，尚待研究。

③ 緩坡的設計：根據 20 年的經驗，認為它是合適的設計。

④ 堤脚及坡面之保護：黃彩芳工程師的報告中已有詳細的介紹。

(2)海埔地之開發已朝向多元化，其效益評估應考慮綜合效益，訂定開發政策，財務計畫及土地分配，並對土地需要的迫切實施有計畫的長期開發。

#### 4.主題四、旱地灌溉之問題

[主題主持人溫理仁副處長報告]

##### 甲、演講人及主要內容

(1)竹中肇先生——日本旱地灌溉之技術

- ①旱地灌溉歷史。
- ②旱田及其特徵。
- ③水田與旱田之用水特性。
- ④旱作灌溉與作物栽培制度。
- ⑤影響灌溉用水因素之檢討。
- ⑥旱作經營上之灌溉。
- ⑦今後灌溉用水計畫。

(2)林聰明先生——臺灣旱作灌溉之概況

- ①氣象特性與旱作灌溉之需要性。
- ②旱作灌溉分類及特性。
- ③旱作灌溉試驗研究與立地區分調查。
- ④管路灌溉器材發展。
- ⑤適合旱作發展地區之調查資料。
- ⑥建議。

##### 乙、討論重點

(1)日本旱作灌溉之發展自戰後開始僅有 30 年，但其間過程中對於適合於濕潤地區之應用有長足之發展。我國臺灣開始試驗推動亦僅有十餘年，已有不少灌溉試驗研究資料可資應用推廣。

(2)近年來日本對旱作灌溉計畫之用水量計算發展有新的方法，即更進一步探求氣象、水、土、作物四者間之關係，謀求更適合於濕潤地帶之省水方法，我國臺灣因降雨量分佈變異很大，採用基準年作灌溉計畫是否合理，尚需進一步研究適合於當地條件之用水計算方法。

(3)今後仍需繼續努力發展旱作灌溉器材之多目標利用，以求設備之更有效利用，同時研究發展自動化及省能源之方法，以適應將來勞力與能源之不足，並降低灌溉成本。

(4)我國臺灣在水田與旱田輪作之灌溉試驗研究有相當豐富之經驗。

(5)排水在旱作栽培上是很重要，在日本水田採用 10 年一次日雨量以一天排水；旱田則採用四小時降雨以四小時排水，農地需要重劃及構造改善（包括溝渠、暗渠排水、土壤改良）。

(6)旱作經營型態之變化與灌溉有密切之關係，

有灌溉之旱作經營一方面為保持生產力，亦為提高農民收益，將趨向高度多角經營之型態。

(7)日本已經完成旱作灌溉設計基準，可以提供我國參考。

##### 丙、今後旱作灌溉技術改進之努力方向

- (1)研究發展灌溉設備之多目標利用及自動化，以求有效利用資材及節省勞力。
- (2)進一步探討氣象、水、土、作物間之關係，節省灌溉水量。
- (3)研究發展節省能源之灌溉方法。
- (4)配合旱作栽培經營方法，生產高價作物（蔬菜類），以增加農民收益。

#### (六) 綜合研討

##### 1.水資源合理分配與利用

(1)[成大劉長齡教授問]：日本對於既得水權之重分配如何處理？

[志村教授答]：重分配雖有水權重分配之意思，惟事實上大多未重分配，只有在有多餘水量時才重分配。

(2)[水利局陳買課長問]：水資源之有效利用及分配，應以地域之協調來處理為宜，使農業與都市之發展能協調平衡。但臺灣之農田水利會係地域性之農民組織，自來水雖屬地域性用水，但均由具有半官方性質之省自來水公司出面，故在地域用水之協調上，常造成不均衡之情勢，因此應由何單位參與協調較妥，請予指導：

[志村教授答]：在日本係以流域為單位，成立水資源統籌分配中心，負責各種標的用水量之分配，遇有水資源不足時，則重新檢討各水量之分配，其通常亦以公共給水為優先考慮，然公共給水部門須賠償農民因水量轉移所受之損失。

[溫理仁先生說明]：有關劉教授所提水權重分配之問題，就個人瞭解，係在上游有新建水庫，才考慮水權、水量之重新分配，至於農業既有水權，志村教授在分組研討會即已說明有剩餘水才能重分配，至於是否有剩餘水，則需要協調。

[志村教授說明]：農業必須改善設備及管理，才有剩餘水時，其改善費用，應由享用水源者負擔，農民不能負擔此項費用。在日本以往農業用水量多，可節省之量較多，惟臺灣之農業用水已相當節省，是否可改善節省，不得而知。

[郭慶和先生說明]：有關水之移用，必須考

慮時間性問題，農業之總用水量不能當作移用計算之依據。志村教授所提農業改善設施後所能節省用水有限之看法很正確，我們也有相同之看法，如改善內面工，平常豐水期，可省水，惟在枯水期，尚須應付枯水期尖峯用水，無水可移出，像嘉南地區之情況。至於其他標的用水需要利用豐水期之水，應有蓄水設備貯存用水，才能儲供枯水期之用，並提高利用流入海中之水。此種觀念應予解釋澄清。

〔志村教授說明〕：①農業用水並不一定要讓水給自來水。②在日本夏季自來水之需水量高，如給予季節性之讓水，自來水一定會很高興。至於長期之讓渡，當然需要作貯水設施以調節。

## 2. 農田水利之研究發展

(1) 〔臺大曹以松教授〕：臺大農工系之課程，農村規劃二年前已經開始開課，至於養殖工程已列於新課程中，現已指定一位助教研究收集資料，希望三年後能開課，此方面之技術，日本較為發達，將來希望日方能予協助。

2. 〔甘俊二教授問〕：日本現階段大學與農業土木試驗場之研究關係如何？

〔高須教授答〕：大學之研究偏重基礎，農業土木試驗場則以應用為主。雖未有正式組織或會議連繫在一起，但關連性很密切。農業土木試驗場之大計畫中，常邀請大學教授參與研究，以計畫性邀請教授共同討論問題。私下之研究人員交往更為密切。

〔桑野教授補充答〕：大學亦常接受地方政府機關之委託研究，此類研究並未經過農業土木試驗場之體系。

3. 〔農工中心陳獻先生問〕：日本農業土木試驗場研究人員與農業人員之連繫情況如何？

〔高須教授答〕：在中央之研究單位職掌分開，但在地方之農業試驗單位（除北陸）均設有農業土木或農業物理之部門，必要時亦有橫向之意見連繫。

## 5. 海堤及海埔地工程

〔劉長齡教授問〕：對於海堤防漏；桑野教授認為灌漿工法成本較高，在臺灣之情況是否亦如此，有些存疑。

## 4. 旱作灌溉之問題

〔溫理仁先生代答易任教授之問題〕：

竹中教授大作之 P. 19. 有關每 10 日灌溉一次，每次灌溉 30mm 6 天灌溉一次之灌水量為

18mm. 換算結果即每日需水 3mm. 竹中教授演講時強調在以往日本之用水量計算每日以 5mm 計算，現在已減為每日 3mm，係為符合雨量之變化及土壤作物水分之變化而調整，易教授懷疑 3mm 是否足夠，事實上此 3mm 是田間之淨需要，並未包括灌溉效率及輸水損失，至於是否已經扣除有效雨量，經看其報告是已經扣除。

## (七) 總主持人結論

### 1. 中日農工技術合作方面

(1) 有關現代化技術之資料交換甚為重要，今後繼續加強。

(2) 對現代化技術，在臺灣所需要的（包括要開發的及擬引進的），可請日方專家繼續指導協助。

(3) 過去已經繼續下來的中日技術人員相互訪問及研習，可以選定重要中心課題，繼續進行。

### 2. 關於臺灣地區今後應發展事項方面：

(1) 旱地灌溉及排水計畫應積極推行，其有關工程及管理之技術均應加強配合發展。

(2) 在試驗研究方面，如何加強試驗研究機構，發揮功能，以配合工作發展之需要，有待研究。尤其在灌溉排水方面，應針對節水、省工及有效用水等方向努力。

(3) 區域水資源之綜合規劃與個案開發宜加強，其有關措施應加強研究，如計畫可行性之評估準則、財務分擔準則之制定、政府補助之政策等，並應針對問題提供可行之措施。

(4) 區域性水資源之合理管理利用，應對其本政策及區域協調組織加以研擬，我國在此方面較弱，需要加以研究。對計畫之成立，應建立法定程序與制度，使大家商訂的案變成具體的計畫案，同時使整個地區內都市之利益與農業之利益得到互相支援，做到綜合平行且最佳的發展。

(5) 水資源之需求日益增加，需要開發新的水源，惟新水源之開發成本愈來愈高，財源不足常造成困難，因此水資源政策應由水資源再分配及新水源開發兩方面分別努力。由於政府對水源之開發順序，皆以條件較佳者及資金少者為優先，剩下供今後開發者其條件較差，建議以整個地區發展或國家總體發展之觀念考慮，研究設立「水資源開發資金」，對開發困難之地區，由政府給予政策上之大力補助。使國家整體之發展過程中，每地區間之資源發（文轉第52頁）