

中國農業工程學會通訊

第七期

發行人 江 鴻 編輯者 張 建 勛
會 址 臺北市國立臺灣大學農業工程學系內 出版日期 中華民國四十五年十月十五日

由臺灣土地與水的利用看灌溉事業的發展

金 城

1. 臺灣自然環境良否之辯

臺灣常被稱為寶島，筆者認為這個稱呼的主要條件應該是土地與水的利用。雖然有人也常說臺灣的自然環境不佳，如說山高水急，土壤瘠薄，常有颱風地震等等。但我們若仔細的分析這些所謂不利的條件，並非完全是有害的，相反在另一面是有利的。特別在土地與水的利用觀點上看：第一山高則雨多，臺灣中央山脈高達 3000 公尺，其年平均雨量亦達 3000 至 4000 公厘，若以全臺灣一年的雨量與黃河以北，長城以南全華北一年的雨量相比是大約相等的。如此豐富的高山流水乃是臺灣水利上的主的資源，各地的灌溉及水力發電均仰賴這份高山流水。至於颱風常能造成一些災害固屬事實，但另一面他所帶來的雨量有時也是很有利的，我們若仔細研究以往太平洋的颱風進路，臺灣好像首當其衝，但實際上大多數的颱風均有偏開臺灣轉向南海或轉向琉球日本的趨勢。至於說土壤瘠薄那也是一種比較的说法，但是我們不能忘記了在這土地上一兩年兩次甚至三四次連續不斷的作物生產，是他處所少見的。至於地震雖然不能說他也有什麼利益，但有一件已成過去的東西，他是與地震有關的，那就是嘉義東方清水溪上游的草嶺潭，這是在 15 年以前一次地震與另一次暴雨所造成的一箇天然蓄水庫，其蓄水量的等於嘉南大圳的烏山頭水庫，如果能夠加以利用那就不能不算是地震所帶來的了。

臺灣的灌溉事業就在這種不利亦有利的自然條件下發展起來的，能夠善用這種自然，由不利而變為有利的，乃是那些聰明能幹的土地開拓者所努力創造成的。

2. 百年以前的土地與水之利用及初期灌溉

三百年以前的和蘭人曾佔據臺灣 30 年之久 (1624~1662)，他們曾帶來一種破塘的建築方法，臺灣稱之為紅毛埤，是用土砂竹木建築的堰壩，方法很特別，現在南部尚有類似的建築，如下淡水溪九曲堂的曹公圳，新營糖廠在急水溪所作的欄水堰。用砂土堆積，而在上面可以過水，確有點工夫的。

C.S.A.E. NEWS

Published by

CHINESE SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS

No. 7

November 1956

明末的鄭成功趕走了和蘭人，據守臺灣22年（1662~1683），亦曾力謀屯墾，興築埤圳，如新豐之公爺陂及文賢之埤仔頭埤，稱為當時所築。這一段和蘭人與鄭成功的時代，可以說是灣上地與水的開拓利用的創始時期。

臺灣較大模之灌溉事業，多創始在200年以前滿清乾隆年間，當時臺灣的南部及中部已逐漸移民開發，灌溉事業乃隨之興起。

首先創設面積最大的就是中部員林的八堡圳，分第一圳與第二圳兩圳，第一圳傳為施長齡出資所建的，自康熙19年（1680）開始動工，一直作了39年，到康熙58年才完成，灌溉面積達18,810甲，這塊地方一直到現在仍是全臺灣農業中心。

其次是臺中的葫蘆墩圳，傳為張振萬與陳天來等出資所建，時在雍正元年（1723），灌溉面積有8,861甲。這個地區與上列員林同為臺灣最佳的產米地，特別豐原一帶所謂葫蘆墩米是很有名的。

第三個是臺北的瑠公圳與後村圳，特別瑠公圳的創建經過，頗與四川有名的都江堰的情形相似；瑠公圳創建始於乾隆5年（1740）創建人為郭錫瑠，福建漳州人，乾隆初年由彰化遷來臺北，獨資創此事業，首由新店引新店溪水經景美而達公館，斷續施工達20年之久，中間遭無數次的挫折，終於乾隆25年（1760）告成。但橫跨景美溪的虹吸管，據傳當時用大缸去底相連作成，在乾隆30年（1766）大水時遭受破壞，創建人郭錫瑠亦因此積憂成疾，於是年冬天就去世了。郭錫瑠死後他的兒子郭元芬，能克承父志，改建圳頭，重建景尾溪之渡槽成功，這個事業才能垂留到現在。這恰與四川成都西北有名的都江堰李水父子的故事很相像。可見中國古代灌溉事業的創建，是有些人花去了一生的血汗與生命

才換取來的。

第四個是高雄鳳山曹公圳，這一個比較晚一點，是道光17年創建的。這個創建人與以上三個不同，是由一位政府的官員，當時的鳳山縣令曹謹所領導的。在鳳山東方下淡水溪右岸九曲堂開設閘門引下淡水溪水¹，灌溉面積8,782甲。

在這個期間，除了上面所學的四處灌溉事業以外，尚有許多中小規模的埤圳創設在全臺各地；如康熙58年新竹的隆恩圳（2,036甲），康熙年間嘉義的道將圳（2,928甲），嘉慶元年（1796）虎尾的鹿揚課圳（2,260甲），及嘉慶16年（1811）羅東的萬長春圳（8,164甲）等。

3. 初期的灌溉引水正是善用了山高水急之利

以上所特別舉出的四處灌溉事業，在土地與水的利用上看是值得注意的。試看臺灣中南部有一條較中央山脈低的山脈，北自臺中西方的大肚山，南連員林東方的八卦山，嘉義東方的梅山，南至岡山東方之旗山。這一連的低山介於西南海岸大平原與中央山脈之間，由中央山脈發源的較大河川，均圍繞切斷這些低山的山口，流出西南部平原；北起由大肚山與苗栗山地之間流出的大安溪與大甲溪，由大肚山與八卦山之間流出的

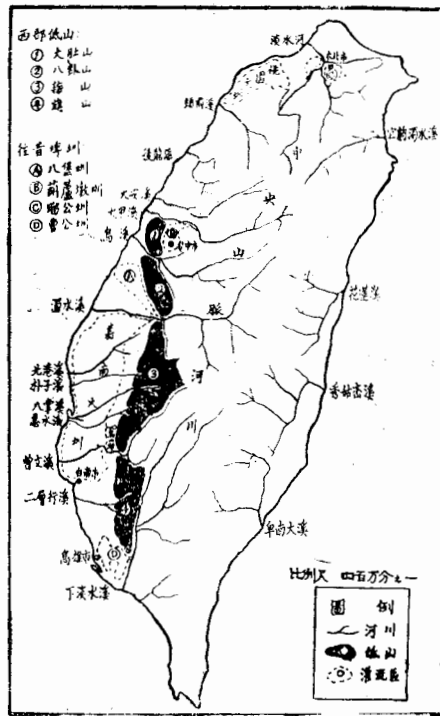


圖1. 臺灣土地與水之利用與灌溉發展圖

的大肚溪，由八卦山與梅山間流出的濁水溪，由梅山與旗山之間流出的曾文溪，由旗山南端流出的下淡水溪，另有北部的淡水河，共七條河川，可稱之為臺灣西半部之中央山脈河川。其上游因高山多雨，故流量較豐富，同時因洪水量大，河川寬濶，河床較高，故在上述低山之出口處較易開渠引水以供灌溉。前述二百年以來的幾處較大規模的灌溉多選在這些中央山脈河川的下游沿岸，這正是說明臺灣的土地與水的利用上，條件較優的所在。

4. 初期的灌溉發展所未能利用的土地

這裏有一點令人奇異的是曾文溪為什麼在這個時期未見利用呢？本來他地近臺南，應該是先被考慮的。這個以往為何未被利用的原因，若是走到這個河川中下游去實地看看就會了解的，即在中游出口附近兩岸土地較高，河床較深，不作高堰自然引水頗不容易。這正與其他大甲溪，濁水溪與下淡水溪三河川對照比較，則曾文溪流域不大，水源地勢亦較低，故中下游之河床堆積不甚，所以形成岸高床低的比較安定河川的形態。至於大甲，濁水與下淡水三溪正因為山高水急，才造成低山出口處之河床廣闊而高平，用簡單的竹籠石塊堆積攔截即可導水入渠。因此筆者認為一般所說的臺灣自然條件惡劣，乃是一面之詞，依筆者個人的看法是害少而利多，但若看吾人運用之妙如何了。

在這滿清的一段期間，臺灣嘉南平野的土地與水的利用上使我們特別注意的就是濁水溪以南至阿公店溪之間嘉義臺南這個廣大的平野亦未能作大規模的灌溉設施。在這個地區的東面有梅山與旗山之低山屏障，南北長 120 餘公里，由中央山脈流出的河川祇有曾文溪一條，這條曾文溪又因河床低下，無法簡單引水利用。其餘的如虎尾溪，北港溪，朴子溪，八掌溪，急水溪，鹽水溪，二層行溪及阿公店溪均由西部低山發源，水量有限，難供大面積之灌溉。因此這塊廣大的平原一直被放任遺留下來。這也正是說明古老的工程技術雖對八堡，葫蘆墩，瑠公與曹公諸圳能善為利用其自然的優點，而對這塊廣大平原土地的全而灌溉是無能為力的了。這個問題一直被保留到近年有了現代科學的灌溉工程以後才解決的。

桃園臺地在上述滿清年間，另有一大塊土地，亦因地勢與水源的關係未能作大規模有計劃之利用，那就是北部的桃園臺地。這塊臺地北接較高之林口臺地，南迄新竹北方的鳳山溪，總面積有 65,000 公頃，地勢東南高西北低。在東南方與山地緊連處，因受大嵙崁溪刷深的河道所隔絕，致山區雨水不能流入本臺地，因此無法引用河水灌溉。以往農民多就地挖塘以蓄雨水作小規模之灌溉，其池塘總數多達 8,000

個，所佔地面積達 7800 公頃。這塊土地在清代的灌溉事業發展中未被利用的原因，是因地勢較高，附近可以引用的水源祇有大嵙崁溪，因河床刷深，以往的引水工程技術也是無法引致的。

5. 新的灌溉工程帶來了灌溉事業的新發展

日本乘滿清末年的衰微，於光緒 21 年（1895 年）佔領了臺灣，即着手土地與水利的調查。於光緒 34 年（1908），首次公佈官設埤圳規則，同時擬定一項很大的灌溉事業計劃，估計所需費用達 3 千萬圓（約合現新臺幣 12 億元），計劃施工期間長達 24 年。計劃新建與改修埤圳 14 個，新建發電所 5 個，擴充與改善兩期水田 118,000 餘甲，發電 17,050 馬力。這個龐大的計劃後來雖然未能全部完成，但對上述桃園與嘉南兩地區之新灌溉事業是因此計劃獲得實現，也是規模最大的兩處新灌溉事業。

桃園臺地的桃園大圳

桃園臺地高亢，缺乏充分的灌溉水源，附近唯一較大河川即為大嵙崁溪，但因其河床下切甚深，在地形上無法在地表開渠引水，故桃園大圳的工程計劃主要部分第一為掘鑿 15.7 公里之地下隧道，由石門引大嵙崁溪水 600 個（尺³/秒），此種長大的隧道工程，在以往的時代是無法實現的。第二、為整理原有較小埤池 2,976 個，改修成較大的埤池 241 個，各埤池均與桃園大圳之幹支渠相通連，能調節灌溉期間之總蓄水量達 30 億立方尺，並可將原有埤池佔地面積 3,833 甲減少至 2,112 甲，得增加耕地 1,721 甲，此外並整理區內小溪之引水堰（河水堰）210 處，使區內雨水之逕流及灌溉流失水能再度利用。此項埤池及河水堰之整理改修利用亦為本計劃之重要特點，為他處所少見者。本工程自民國五年十二月開工，至十七年三月完成。灌溉面積達 23,646 公頃。

嘉南平原之嘉南大圳

嘉南大圳的創設，無論在水利工程上，或是農業發展上，確是臺灣一件空前的大事業，也正因為他的事業規模太大，他的問題也就比較複雜，其中一部份的問題是由時代與環境的變遷而產生，但有些基本問題乃是原始計劃上

所遺留下來的。所以筆者在此一面簡單說明其創設的經過一面分析其原始計劃上的問題。

嘉南大圳的事業計劃，於民國初年即着手調查，民國 6 年 (1917) 首次研究結果計劃在現在之烏山頭與北隣龜重溪上游前大埔山谷建造兩個大蓄水庫，用隧道引導山後曾文溪的水貯蓄其中，估計可灌溉每年一作水田 75,000 甲，這是最原始的計劃。後來研究本地區可能利用的水源也祇有曾文溪，若僅灌 75,000 甲的土地，則以後其餘廣大的土地將永遠得不到灌溉的機會了。因此乃重新調查，於是包括了嘉南全部地區 170,000 甲的廣大面積。後來據初步設計結果，發現龜重溪的前大埔水庫工程費太大，用地問題亦多，不得不放棄而祇作烏山頭一個，因此乃改變計劃引濁水溪以謀補救。如此修改後的計劃與最原始計劃比較，變成水源減半而面積加倍的狀態。當時曾有一個口號叫作“水利均霑”。於是乃想出來一種三年輪作的特殊灌溉配水方法，全區約以 150 甲劃為一單位給水區，每單位給水區再劃分為三個小區，每小區約 50 甲，每年以其中一小區種稻，一小區種甘蔗，另一小區種雜作，計劃水稻給水 2 尺 1 寸，(636mm) 甘蔗給水 9 寸，(273 mm)，雜作給水不定。當時就根據這個特殊的三年輪作灌溉所要的水量設計了烏山頭的蓄水工程，建造長 1,273 公尺高 56 公尺之土壩，蓄水 166,667,000 立方公尺。為自曾文溪引水入庫開鑿直徑 5.4 公尺隧道長 3.1 公里。另在濁水溪林內開挖三進水口引入濁水溪之水灌溉北港溪以北之土地。全區十五萬甲之輸水幹支分線渠道及小水路總長達 8,713 公里，這是可以環繞臺灣一周的長度。此外尚有大小排水路 6,960 公里，防水堤 223 公里，防潮堤 104 公里，電話線 680 公里。

這一件大工程自民國九年九月開工，一直作到民國 19 年才告完成。共用總工程費達 54,131,678 圓(約等現在新臺幣 15 億左右，約合每甲一萬元)這項工程的規模與技術在 30 年以前的日本工程界也算是大膽的嘗試，原計劃的日人八田與一技師，從開始調查測量計劃設計一直至施工完成前後十餘年始終主持其事。讀當時的各項記載，施工中所遭遇的技術與經費之困難很多，但他以堅毅的態度克服了

一切。現在看看有這項成就也確是一項偉大的功績。

6. 新的灌溉事業留的下新的土地利用問題

嘉南大圳完成後到現在雖然已經 20 多年的考驗，其基本問題並未解決。相反的光復以後，因農民對甘蔗作的興趣降低，使這個基本問題愈形表面化了，這個基本問題就是前面所講的，因先天的灌溉水源不足而為水利均霑擴大了原計劃兩倍以上的面積，為適應此特殊的條件而考案出一種三年輪作的方法。也就是說三年輪作制度是配合水源不裕而設計的一種有計劃的農業經營方式。此外當時決定此一空前大規模的三年輪作計劃，除了上述水源與灌溉面積之基本原因以外，當時日本對臺灣發展甘蔗糖業的經濟政策亦為重要原因之一。所以在三年輪作中帶有強制發展甘蔗農作亦屬原始用意之一。因此在工程完成以後亦曾盡最大努力，期這個輪作的制度能夠推行，到光復前大致實現到原計劃之 80% 左右。

另一個問題也是原計劃中的問題，那就是嘉南大圳開挖 8 千多公里長的渠道遠達西部海岸，7 千公里的排水溝，除了實行三年輪作的灌溉制度以外尚帶有土地改良的目的，即對看天田 50,000 甲與鹽分地 23,000 甲施以灌溉與排水之改良。以有限之水源要作多方面廣大範圍之利用，在實行上是一定很費力的。以上所講嘉南大圳因計劃的企望太高雖尚未能全部達成，但就現有嘉南大圳對該區所帶來的農業發展的效果來看仍然是一件偉大的成就，據最近民國 43 年該會的統計在三年輪作區內的農產收益如下：

	面積 (ha)	總收量 (ton)	單位面積產量 kg/ha
水稻	48,638	153,925	3,160
甘蔗	29,022	268,454	9,250
甘藷	36,270	585,347	16,100
雜作	31,920	50,226	1,260

此外至民國 43 年土地改良面積如下：

土地	已改良面積 (ha)	尚待改良面積 (ha)
重粘土	10,143	6,683
重鹹地	15,915	8,085
砂礫地	775	1,225
合計	26,833	15,996

以上已就臺灣土地與水的利用，說明臺灣以往灌溉事業發展的由來。茲再依各方面之統計，繪成臺灣歷年灌溉排水面積的增減情形如圖 2。

本文原稿為筆者應中華農學會之邀於本年六月二日在臺北市溫州街會所所作講演之一部份，原文已刊登於中華農業會報中，茲特摘出以請教於各位會友。另兩部份為灌溉工程與灌溉方法之討論，容後續刊。

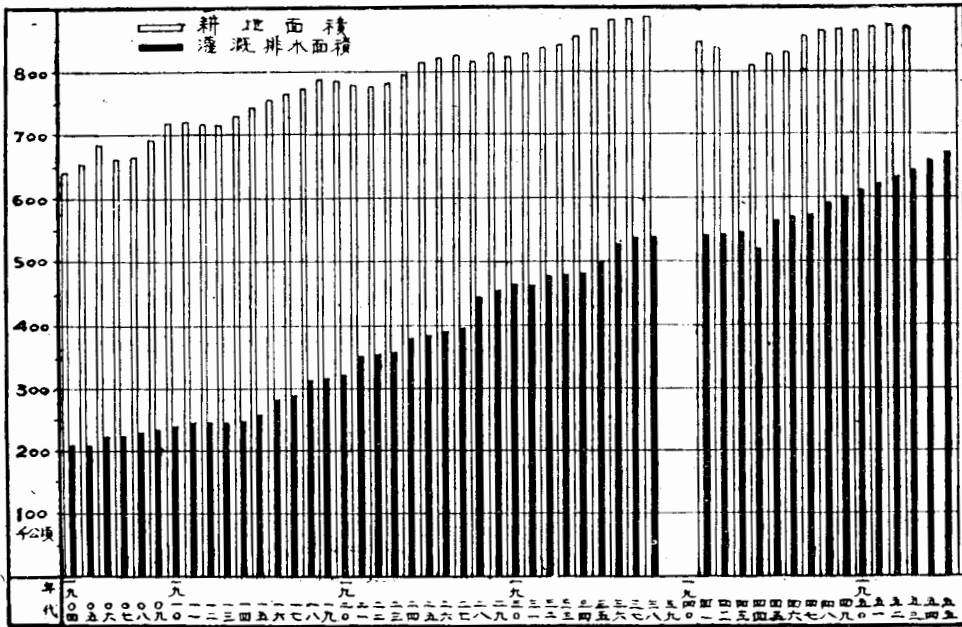


圖 2. 臺灣歷年耕地面積及灌溉排水面積的增減圖

農業機械發展的趨勢

馬逢周

歷史告訴我們說農業機械化不是一成不變的，而是日新又新，永無止境的，我們現在就農業機械的設計及利用範圍的擴充等方面來報導一下農業機械進步的趨勢。

一、曳引機的動力利用 現在除掉利用曳引機的拉桿力量來做拖曳農具的工作以外，還可以利用他的動力分頭 (Power-take-off) 帶動所拖農具各部機構的運轉如剎草機，小型收穫機，又可用帶盤 (Belt Pulley) 帶動各種定量性的機器如抽水機，磨粉機等。晚近各種科學進步之下，曳引機的動力利用又有兩三種新趨勢，第一個是在曳引機上加裝發電機，使農

場中用電力機械的使用地點不以農場內架有電線設有接頭的地方為限，第二個是利用液壓系統於曳引機的駕駛及轉向諸機構之操作可使曳引機的駕駛直正，成為指尖操縱 (Finger tip control) 的輕易工作，第三個是利用液壓系統於液壓馬達 (Hydraulic motor) 以代替動力分頭，而帶動所附帶的工作機械，液壓馬達價格目前仍然很昂貴，不過在工作機械上需要多種不同速度的力源時一個動力分頭不能勝任，而裝設輔助引擎 (auxiliary engine) 又增加其重量及管理上的麻煩，那麼液壓馬達就正合此用，目前已有一種鳳梨收穫機，就是靠利用液