

琉球大学学術リポジトリ

台湾の水資源と灌漑技術

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 南方資源利用技術研究会 公開日: 2014-10-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 張, 玉鑽 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002016961

台湾の水資源と灌漑技術

台湾糖業研究所農芸系 ・ 張 玉鑽

I. はじめに

台湾の農業経営は、戦前では、水稻作と甘蔗作を主とした作物の栽培形態であるため、水利施設および灌漑管理も稲作を主体としたものであり、甘蔗灌漑は年間に1、2回の補給的な灌漑方式のみでその他の畑作物には灌漑の計画をしていない状態であった。しかして戦後では政府の“南糖北米”の農業政策のもとに政府は全力を尽して食糧増産を奨励し、北部の製糖所を廃止し、甘蔗の栽培地域は中南部と東部の畑地と輪作田にのみ制限して、その他の農地は水資源の便がある所は全て水稻を栽培してきた。しかし近年は米の消費量が、30年前の一人当たりの年間消費量が141kgから、目下では90kgに減少しており、毎年全島の消費量は200万トンで足りるのが、稲作栽培面積は1977年では752,308作haに達し、年間の収量は244万トンであった。このように目下の生産過剰量は年間およそ50万トンもあるために、政府では最近水田の畑作物転作の普及に努めている。このために畑作物の植付けと灌漑を奨励している。

II. 台湾の農業用水事情

1. 台湾の水資源の利用現状

1977年の台湾各地区の各種用水量の統計によると、年間降雨量は2,430mmで、水量に相当すると、874億m³であり、その内、河川からの年間取水量は99億m³、ダムでの年間運用量は34億m³、地下水からの年間用水量は35億m³で、それぞれ年間降雨量の11%、4%、4%を占め、その残りの81%は全て蒸発損失と海に流れている。年利用総水量は168億m³でその内、農業用水の年間総用水量は146億m³で、その他の22億m³は生活と工業用水であった。その割合は87%と13%の比率である。1982年の年間利用総水量は171億m³に増加している。

2. 台湾における各地の農田水利会

台湾の農田水利会は日本の土地改良区に相当する組織であり、公法人である。全島には目下14ヶ

所の水利会が設立しており、その任務は政府の政策に従い、農地の灌漑排水事業の工事管理（新設、改善、修理等）と灌漑管理（水源管理、分水管管理、小組管理等）を行っている。その管轄内での灌漑排水面積は1977年の統計では505,921haであるが、1984年では395,531haになっている。その内水田では、二期作田、単期作田と輪作田に区別され、それに300ヶ所の土作所と3,741ヶ所の水利小組を設置して、各灌漑区の設備と灌漑水の維持管理を行っている。なおこれらは各県市政府と台湾省水利局の指導を受けている。会員費は1983年ではha当り平均一年間に3,457元（235kg/haのモミ×14.73元/kg）を支払っている。水利会々員数は937,375名で、職員数は3,253名である。嘉南農田水利会が一番規模が大きく、1983年の計画灌漑面積は190,520haで、実際面積は155,724haである。ダムからの出水量では9月中旬と1月下旬では70.50と57.042cmsで、5月下旬は2.985cmsである。

3. 灌漑水源

1975年の統計によると、台湾にはダムが総計24ヶ所あり、有効容量（Effective storage）が1,549.22百万m³（106m³）で、総容量（Total storage）は1,881.30百万m³で、その中、戦前に完成したのが8ヶ所で、戦後に完成したのが16ヶ所である。ダムの有効容量は終戦直後の6.5倍に達している。また台湾には19の大河川と32の中河川および約100の小河川がある。主要な河川の流量変化は季節により大きく異っている。最大流量／最小流量の河況係数は大甲溪の900（9,000/10m³/sec）、最も大きい河川で6,840（1,300/0.2m³/sec）である。南州製糖所の伏流水の流量も11月の最大量で14,000G. P. Mで最小量は4～5月の3,000G. P. Mである。台糖公司自作農場の耕地面積は1980年総計では49,462haで、蔗作適地は48,029haの中、地下水井戸を755ヶ所設置し、4月分の出水量は118,076cmH（m³/H）である。灌漑面積は44,481haで、無灌漑面積は3,735haである。

Ⅲ. 台湾の作物輪作と灌漑制度

1. 作物の輪作制度

曾文水庫灌漑区を例にして説明すると次のようになる。

(1) 輪作田 (三年二作)

曾文水庫灌漑区の農作方式と灌漑制度の計画完成後においては三年二作田は53,943haである。これらは第一年目の1～5月に畑作物を栽培する；6～10月に二期作水稻；11月～第二年目の12月に秋植甘蔗；第三年目の1～5月に畑作物；6月～10月に二期作水稻を植付ける。即ち三年に畑作物2作、秋植甘蔗1作、二期作水稻2作の作物栽培方式で、台湾全島では嘉南平野にしかない輪作制度である。

(2) 二期作田

本区域中には二期作水田が23,233haで、これらは1～5月に一期作水稻；6～10月に二期作水稻；11～12月に緑肥か畑作物、また野菜を栽培する。即ち一年に一、二期水稻各1作、緑肥か畑作物1作を栽培する。この様な二期（双期）作田は台湾各地の主たる作物輪作方式である。

(3) 単期作田

本灌漑計画完成以前には本区域には単期作田が6,263haあったが、本計画が完成してから全て二期作田に変更した。これらは1～5月に畑作物；6月～10月に二期作水稻；11月以後は又畑作物を栽培する。即ち一年に二期作水稻1作、畑作物が1～2作である。台湾の各地で水資源が不足な所にも、この制度を使用している。

(4) 連作甘蔗畑

本計画完成後は台糖会社の自作農場の連作甘蔗畑が8,248haある。これらは第一年目の1～7月に畑作物；8月～第二年目の12月に秋植（夏植）甘蔗；第三年目の1～12月に株出甘蔗を栽培している。即ち三年に畑作物1作、秋植甘蔗1作、株出甘蔗1作である。

2. 灌漑制度

各試験機関で得た試験結果を1964～1972年に嘉南水利会の新港試験場で三年輪作灌漑試験を三回（重複）、合計九年間に、150haの実地で試験した。作物別の灌漑方式は次の如きであった。

1. 甘蔗：10月～11月に1回灌漑、1回の圃場水深は60mm

翌年の3～6月 毎月1回灌漑、 " "

7～11月に灌漑2回、 " 90mm

2. 落花生：開花後10日目と30日目頃に各一回の灌漑、 " 40～60mm
3. 大豆：開花期と開花後に各一回の灌漑、 " 40～60mm
4. トウモロコシ：開花前後と結実期に各一回の灌漑、 " 50～60mm
5. イモ：植付け後50、70日目頃に各一回の灌漑、 " 60mm
6. 水稻：水利会の輪流灌漑方法による

これらの灌漑方式は試験三年期の1967年12月には計画小組（ワークチーム）会議により次の様に修正した。

1. 甘蔗：10～11月に1回の灌漑、1回の圃場水深は60mm
 12月中旬に間作物収穫後に1回灌漑、 " 90mm
 2～5月、毎月一回灌漑合計4回、 " 60mm
 7～11月に1回の灌漑、 " 90mm
2. 落花生：開花後10日附近に1回灌漑 " 85mm
3. トウモロコシ：植付け後30日頃にメス花の開花前後に1回灌漑、 " 75mm
 メス穂花が黒くなった場合に1回灌漑、 " 75mm
4. イモ：植付け後50、90日頃に各々一回灌漑合計2回、 " 60mm
5. 水稻：苗代用水 6/15～6/30、流量0.008cms
 整地用水 7/11～7/25、水門水深115mm
 本田用水 7/2～9月下旬、圃場水深586mm
 計 本田期間85日、7.5日毎に一回灌漑
 灌漑11～12回

3. 作物輪作と灌漑制度の考察

1964～1972年に実地において試験した結果では、水稻作は一般に計画よりも大きく、畑作物と甘蔗はいつも実際水量と灌漑回数は計画よりも少い。即ち計画／実際の平均作付において、一期作水稻は870mm／872mm；二期作水稻は600mm／669mm；甘蔗は480mm／325mm；落花生は185mm／94mm；甘藷は120mm／87mmである。

IV. 台湾の甘蔗灌漑の現状

1. 畦間灌漑

台糖公司自作農場の圃場整備の試験結果によると、灌漑と機械化作業から畦の長さは200～300mが適正值である。契約農場の輪作田での甘蔗灌漑は壤土畑の場合では、畦の長さを100mとした一回の水深を60mmにした場合は5ℓ/sec前後の畦間流量にするのが一番よく、水足の流到時間は18～28分間である。水利会の小給水路の流量0.005cms (m³/s)は充分にたりのので、6インチのパーシャル水槽を利用した場合の量水槽の水位は6.5cmであり、かりに小流量により輸水損失が大きい場合には水利会の規定により、輸送流量を0.008cmsにするべきである。台糖公司自作農場の4万ha余りの圃場は全て畦間灌漑である。1haの灌漑需水量は南州製糖所の興華農場を例にすると、その農場の面積は1,132haで灌漑需水量は3,652cmHであり、ha当りは3,226cmHで、また4.4の係数をかけると1haは14.19G. P. Mの需水量である。この農場は溪開墾地であり、1975年1月～1980年6月の間に投資金額は665,078,000元であり、耕地面積は1,132haで、ha当りの開墾コストは59万元である。その中に地下水井戸の工事費は21,503,133元で、ha当りのコストは18,996元である。

2. スプリンクラー灌漑

台糖公司自作農場のスプリンクラー灌漑面積は約3,500haで、主なる地帯は石礫地農場である。ha当り一回の灌漑費用は644元で、地下水くみ上げと加圧電気料金は483元で総金額の3/4を占め、労力費は161元で1/4を占めている。圃場整備では50mおきに、ノズル（スプリンクラー立ち上り）を一本設置し、射程（散水）半径は30mで、1時間の出水量は10～12mmで、ノズルの圧力は5kg/cm²であり、一回灌漑には3時間の運転をする。純灌水量は30～36mmである。灌漑効率は75%である。石礫地ではスプリンクラー灌漑区は畦間灌漑区よりも収量が高い、即ち、前者はha当り71トンで後者は55トンであった。石礫地農場の灌漑費用はha当り12,000元で、栽培費用（植付費用、収穫費を含まない）の25%に達している。普通の壤土畑での灌漑費用は栽培費の10%でスプリンクラー灌漑は割高となる。南州製糖所興華農場の井戸の設備は次の如くである。

灌漑方式	面積	井戸数	揚水馬力	加圧馬力	計
畦間灌漑	4 0 0 h a	4 ケ	2 4 0 H p	3 0 5 H p	5 4 5 H p
スプリンクラー	5 0 0 h a	1 1 ケ	6 2 0 H p	7 5 H p	6 9 5 H p
計		1 5 ケ	8 6 0 H p	3 8 0 H p	1 2 4 0 H p

V. 台湾の甘蔗灌漑の効果

1. 一般畑地

台湾糖業研究所の長期間の気象資料を根拠にして、台南における秋植甘蔗の水収支から計算した一作の用水量と有効雨量と不足水量により、一作の灌漑需水量は500mm前後であり、灌漑回数は5回で、6～8月が剰余水量である以外の各月は皆不足水量である。

歴年の灌漑試験により、灌漑は無灌漑に比べて収量は増産するが、その灌漑効果は常に、その年の気候とその地域の地下水位と密接な関係があった。平均効果は20～25%で、石礫地の効果が一番大きい。大面積の輪作田での灌漑増産値は、一回灌漑につき約5～6トンである。

壤土畑において適正灌漑用水量は600mm前後であり、900mmでは不倒着であるが1,800mmでは土壤過湿になり、減収の原因となる。しかして壤土畑において甘蔗はその生育期により、多収量区と少収量区に区分され、一作甘蔗の実際蒸発散量の最大値は前者では1,300mmで、後者は900mmであり、収量と蒸発散比の適正関係も約0.8であり、灌漑水量等をそれ以上に供給すると水の浪費と生育に悪い影響をおよぼすことが了解できる。

2. 石礫地

南州屏東製糖所の1968/69～1977/78年期の10年間の灌漑回数と収量の関係では余り顕著な差異がないがこれは、植付け条件と立地条件（土層含石比率、水源）等を異にしたのである。もしも同一農場において、同一年期下で植付け別を異にした場合には、回数と収量の関係が、はっきり見えだすのである。そして株出甘蔗の水の利用効率も秋植甘蔗よりも悪く、石礫地夏植甘蔗での適正回数と水量は一作22回で1,000mm前後であった。

植付別甘蔗の蒸発散量と蒸発量の直線回帰関係から見てわかる様に株出は新植よりも水を必要とする。即ち新植は0.69～0.73で、株出は0.81～0.92の関係値である。

3. 灌漑効果におよぼす影響の要因

壤土畑では毛管上昇水量は総消費水量の35%を占めている。そのために毛管上昇水量の少い石礫

地や、山地の灌漑効果は平坦壤土畑よりも高い。台南において秋植甘蔗を畑地とライシメータで試験した結果によると、ライシメータでの消費水量は471mmで、畑地では287mmである。仮に秋植一作の平均蒸発散量を1,116mmとした場合に、35%の毛管上昇補給率で計算した毛管上昇水量は390mmである。又1980年の干ばつ時の年雨量は509mmで、有効雨量は405mmであり、灌漑用水量は400～500mmである（多収量区の消費水量は1,200～1,300mmが最大値）。台湾の畑作物の補給率では壤土畑では30～37%であり、石礫地は9%である。米国のテキサスのトウモロコシの試験でも地下水位が105cmの場合では補給率が27%である（Stuff等1978、Soil Sci. Am. J. 42:637-643）、そのために保水力の弱い石礫地では毛管上昇水量が殆んど認められないので、圃場灌漑用水量は平坦畑壤土地帯より多量に増加しなければならない。

VI. 台湾における甘蔗の水利用効率

1. 水の利用効率

甘蔗の水利用効率を試験するために、自動セッティングのライシメータを利用して降雨の要因を省いている。そして中性子水分測定計を利用して、一回の灌漑間断期間の消費水量を実測した。それによると植付け別と土壤別の甘蔗の水利用効率、即ち1ha当り1mmの水で生産出来る甘蔗のキロ収量は夏植>第一回株出>春植>第二回株出であり、それぞれ107、95、84、79（kg）であり、平均では92である。一作の平均蒸発散量は1,251～702mmで、平均は992mmであり、収量は119,652～59,288kg/haで、平均では92,139kg/haであった。試験設備が小さく、また生育環境が自然環境と異なる場合の一作の蒸発散量は1,800～3,400mmであった。故に試験設備は実地に適応したものでなければ試験結果を実地に応用することが困難である。

2. 灌漑水の水利用効率

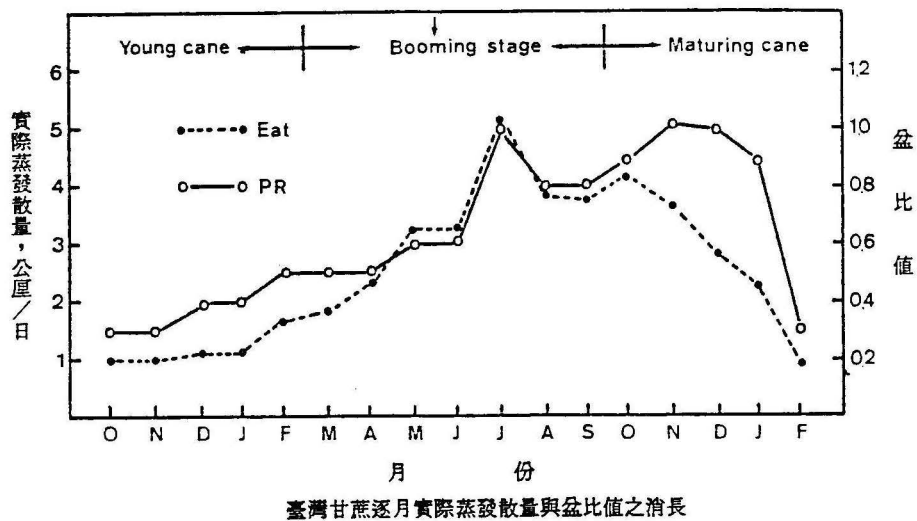
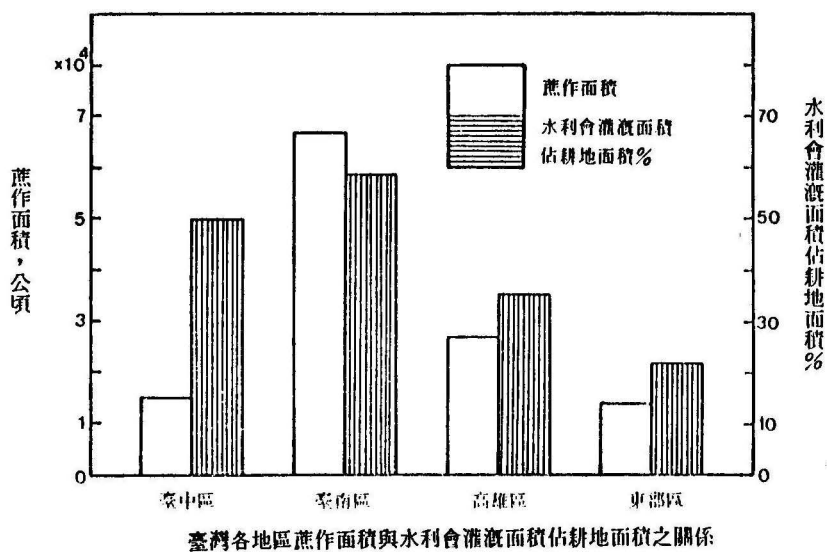
異なる土壤条件下において壤土畑と石礫地畑の灌漑の適正水量は一作が各々600mmと1,000mmであり、その1mmの灌漑水から生産出来る蔗茎収量では、壤土畑は250kgで、石礫地畑は100kgであり、石礫地は壤土畑の40%の水利用効率である。その要因は主として地下水の毛管上昇量によるのである。米国のカンサス州立大学のKanemasu等が1983年にAgri. water

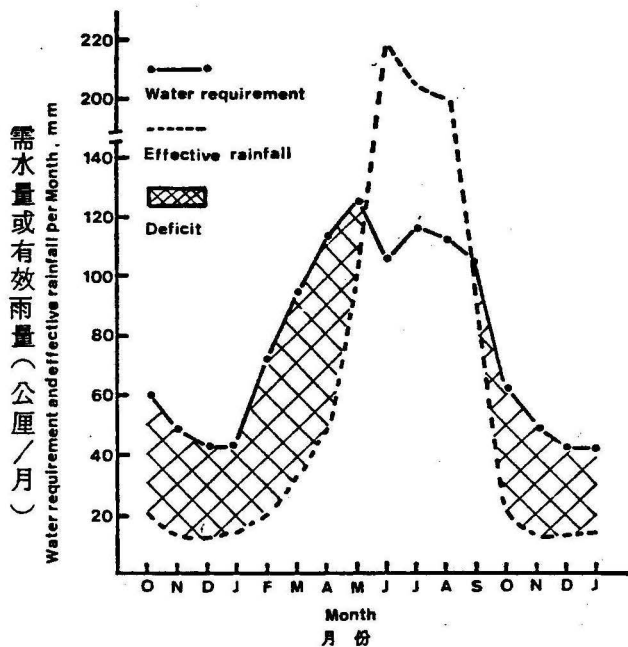
manag. 7:157-178に発表した論文 (Irrigation in the Great plains) の中にも、灌漑の目的は“農民の純利益を促進するのが第一原則であり、しかも水収支・生産関係公式と最適経済公式に注意すべきである”と結論している。台湾においても、1962年に台湾大学の農業工学科の張教授が嘉南地区で試験した作物灌漑試験から作物収量と経済用水量を比較した、即ち、作物生育期間中に多量に水を灌漑した場合（水稻）は、灌漑水を少なく利用した畑作物よりも単位当りの水の利益が少ないとされている。（張建勛、1962、台湾的雜糧作物灌漑問題的討論、中華農業會報、40:6-13）。

VII. おわりに

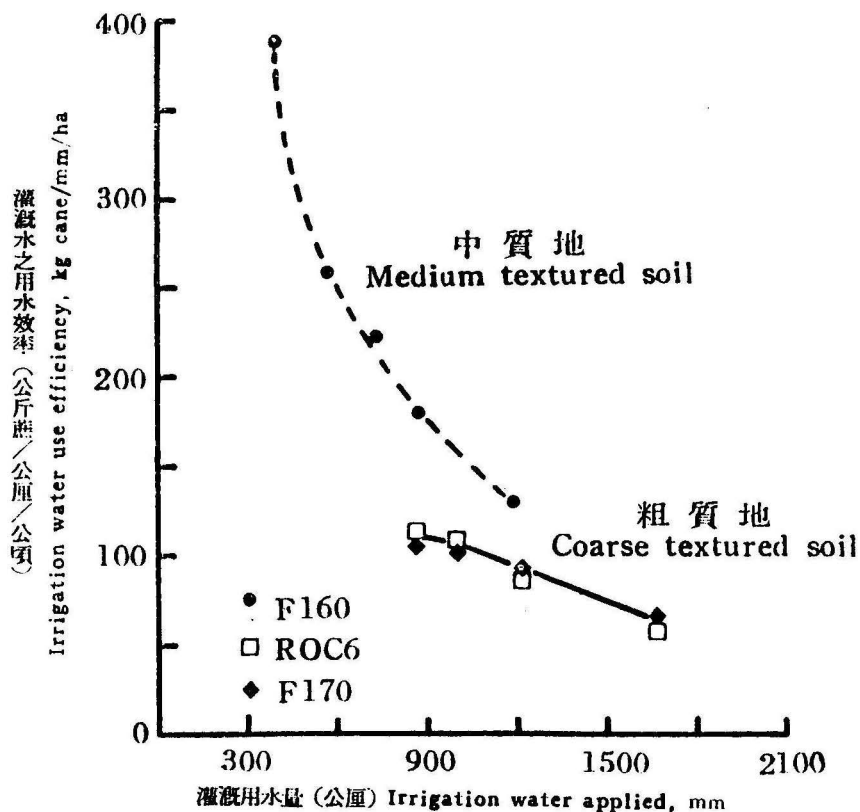
台湾の水資源開発においては戦後40年近く、相当な経費を投資している。そのために灌漑面積も増加し、地域別の立地条件に適した作物の輪作灌漑制度を普及奨励し、灌漑水量を節約し、かつまた各作物の単位収量を可成りな水準で維持し、栽培コストをますます引き下げ、作物の水利用効率は高くなり、農民の純利益を促進している。

参考図 (本文を読む上で参考となる図を並べたものです)

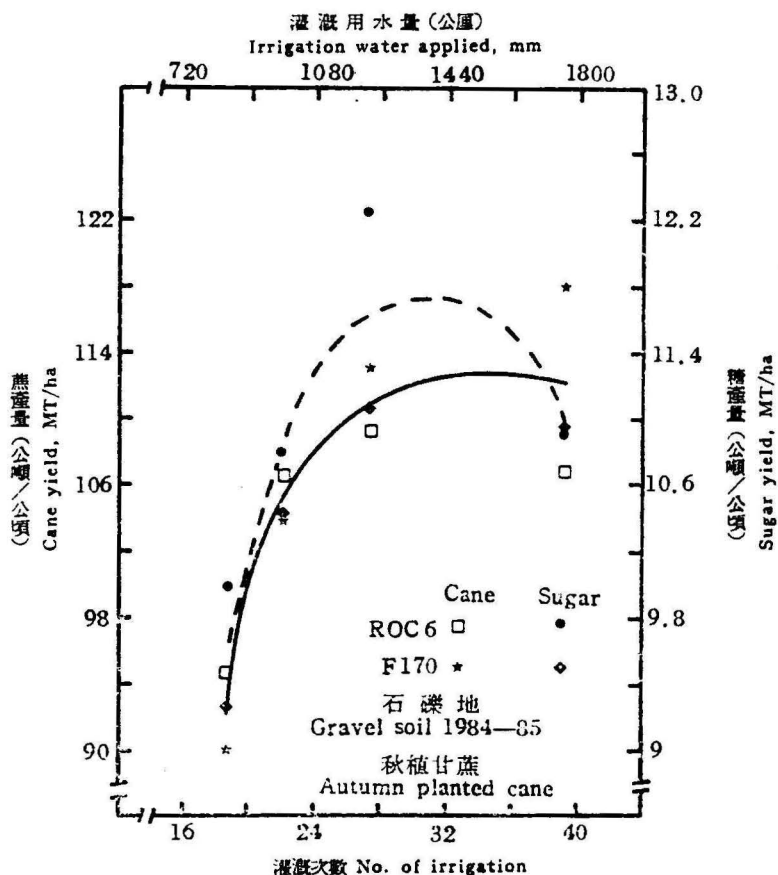




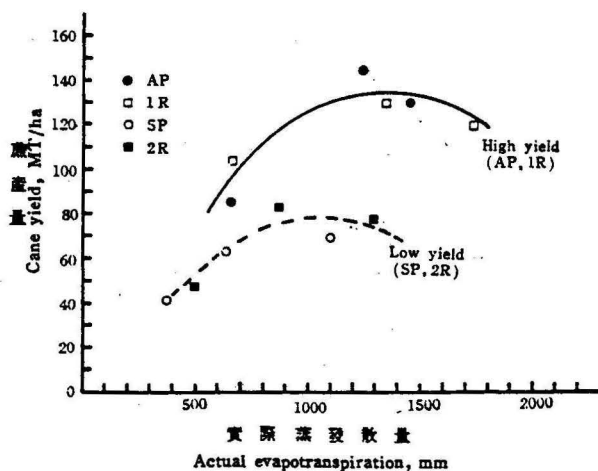
台南秋植甘蔗逐月水分平衡圖



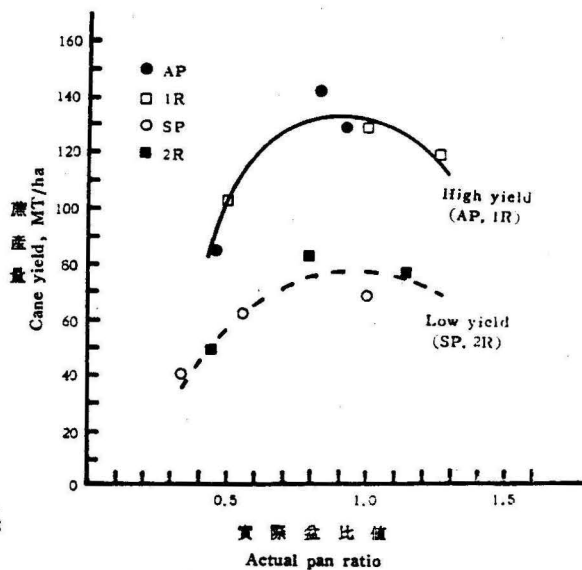
秋植甘蔗灌溉用水量與兩種土壤質地灌溉水之用水效率關係
Relationship between irrigation water use efficiency and irrigation water applied of autumn planted cane on medium and coarse textured soils.



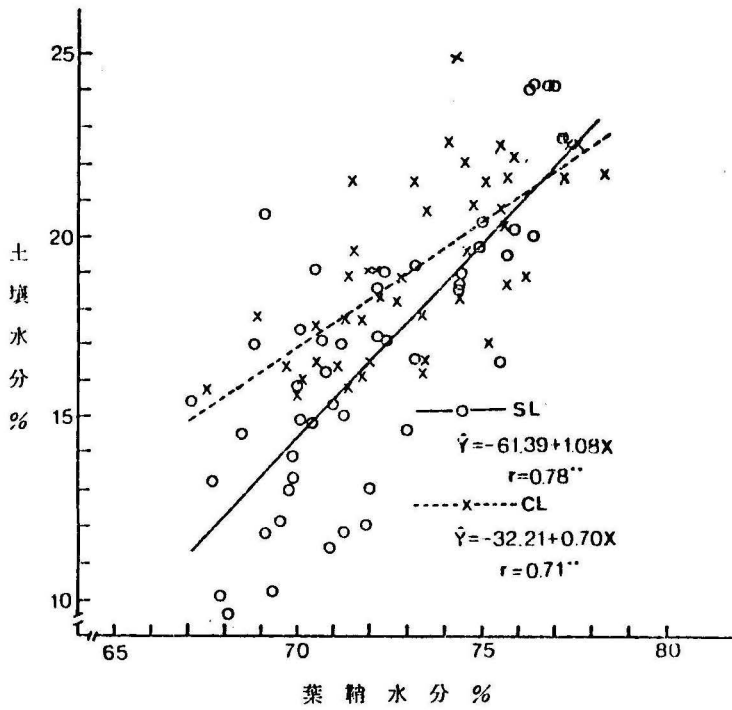
石礫地秋植甘蔗灌溉用水量與產量反應之關係
Relationship between yield response and irrigation treatments of autumn planted sugarcane in gravel soils.



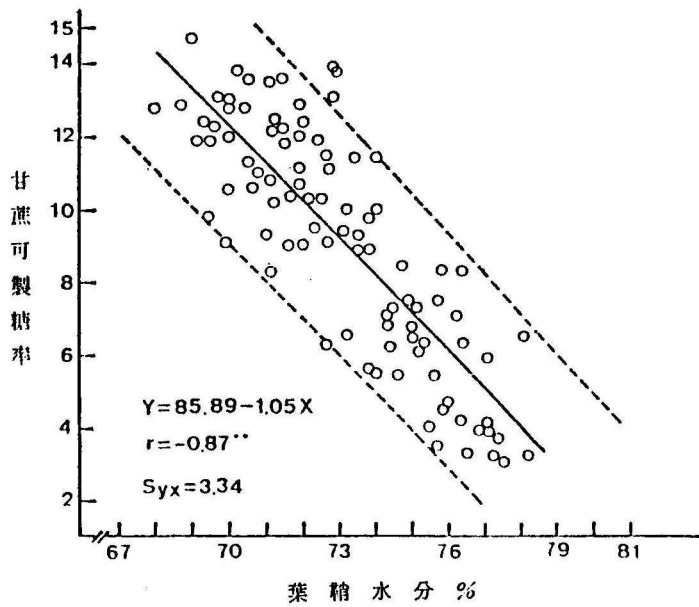
台灣甘蔗產量與實際蒸發散量之關係



台灣甘蔗產量與實際盆比值之關係



秋植甘蔗葉糖水分與土壤含水量之關係



秋植甘蔗葉糖水分與可製糖率之關係（四組綜合結果）