

不同之灌溉對田間土壤之物理性變化

The Changes in Physical Properties of Field Soil

by Different Irrigation Treatments

國立臺灣大學農工系技士

湯 松 義

S. Y. Tang

摘 要

本研究應用白瓷盆 (25cm ϕ ×30cm)，以田間土壤為對象，進行不同灌溉處理對土壤物理性之變化。

不灌溉處理區與旱作耕作處理區之滲漏量由於外來雨滴之沖擊及土壤水分之昇降變化，表土產生粘土皮膜，影響其滲漏量；而續灌處理區就無此現象，滲漏量呈穩定狀態。土壤假比重以不灌溉處理區較大，係表土承受雨滴沖擊被鎮壓之故；續灌處理區土面因時常保持有一定水深，故雨滴沖擊被緩和下來，上、下層呈一致之假比重。團粒結構方面以旱作耕作處理區較優於其他兩處理，頗適合於植物生長之結構。

Abstract

This study used white-color porcelain pots (25cm ϕ ×30cm) to experiment the changes in physical properties of field soil by different irrigation treatments.

The percolations of non-irrigation treatment region and upland irrigation treatment region can produce clay films on the soil surface, the percolation is thus influenced by the impact of rain drops and the fluctuation of moisture contain. However, in continuous irrigation treatment region, the percolation is stable. The apparent specific gravity of non-irrigation treatment region is larger because the surface soil is impacted and compacted by rain drops. The apparent specific gravities of upper and lower layers at continuous irrigation treatment region are constant because the surface soil often contains a constant water depth. As a result, the rain drops impact become weakly. In aggregation structure aspect, the upland irrigation treatment region is better than the other two treatment regions, and suitable for the growth structure of plants.

一、前 言

灌溉之主要目的是施予作物適當之水分，以期長久增加作物的生長，並保持土地之生產力，而適時適量之灌溉，可促進土壤孔隙之增加，空氣之流通，帶進空氣排出二氧化碳，適宜植物之生長。另一方面，適當的灌溉可使土壤鬆軟，便於耕耘。反

之，灌溉不當則會引起土壤物理性之惡化。因之，水與土壤之關係如唇齒不可分之密切關係。

臺灣之灌溉事業過去以水田為唯一對象，近年來稻米生產過剩，政府極力推行轉作，以符實際之需求。對於旱作之研究，多年來均注重於灌溉方法，作物需水量，灌溉效率等方面，極少對土壤物理性之變化詳加探討，有鑒於此，本文即以試盆做不

同灌溉處理，觀測、實驗，分析土壤之基本物理性之變化，諸如滲漏水、假比重、團粒構造等，俾對田間土壤內部之物理性變化有深一層之認識。

二、試驗方法

本試驗採用白瓷試盆（內徑25cm、深度30cm），採取臺灣大學農場表土、心土，按層分別裝入盆內，儘量保持田間狀態，放置於露地，進行二重複三處理之試驗，並以無栽培方式進行土壤與水之關係試驗。

1. 土壤機械組成分及水分常數值。

(1) 土壤機械組成分：砂粒 7.6%、粉粒 48.7%、粘粒 43.7%，屬粉質粘土。

(2) 水分常數值

田間容水量：30.82%

凋萎點：18.1%

假比重：1.36

真比重：2.69

空隙率：49.5%

2. 試驗處理

(1) 不灌溉處理區（I）：除降雨外，不予灌溉。

(2) 早作耕作處理區（II）：保持土壤水分在 $\frac{1}{2}$ 有效水分至田間容水量。

(3) 續灌處理區（III）：保持土面以上一定水深（2cm）

3. 試驗管理情形

(1) 各處理區裝填土壤後給予充分之灌溉，俾使土壤自然壓實，經過時間為一個月。

(2) 早作耕作區以重量法計算土壤含水量，當土壤水分含量低於 24.46%時給予灌溉至田間容水量 30.82%。

(3) 滲漏量之測定採機動性。

(4) 其他項目之測定，惟恐破壞土層結構，故於試驗之末期執行。

(5) 降雨或灌溉後 1 天，將排水栓打開排掉滲漏水。

(6) 灌溉水使用自來水。

三、測定方法

1. 滲漏水之變化

不灌溉處理區於大雨後以定水頭方式測定滲漏量，但必須俟單位時間之滲漏量一定時，記錄之。

早作耕作區，當土壤水分降至 $\frac{1}{2}$ 有效水分時，

即予灌溉至田間容水量，經一天後以定水頭方式測定滲漏，記錄單位時間滲漏量一定時之值。

續灌區，經常維持定水頭狀態，故時時量測記錄之。

2. 假比重

利用實容積採土器（5.0cm ϕ ×5.1cm），採取土層表面 0~5cm 及 8~13cm 之土樣，每層 3 點，以烘乾法求土壤假比重。

3. 團粒分析

採取土層表面 0~5cm 及 8~13cm 之土壤，經 8mm 粒徑篩子處理後風乾作為試土，使用團粒分析儀於水中進行耐水性團粒分析，篩組在水中之振幅為 3 cm，速度為 18 r.p.m，經過時間 1 小時之分析後，計算各篩殘留量，以 2mm 及 0.5mm 為基準粒徑分別計算其團粒化度（Degree of aggregation）。

四、試驗經過與分析

1. 滲漏量之變化

開始處理前各試盆給予充分的灌溉，使土壤自然密實，30 天後再按各處理別開始處理，首次之滲漏測定，各處理之滲漏量都很大，但各處理之滲漏量大致一樣。

不灌溉處理區只承受雨水，因此只能在降雨量大時才進行測試，半年後滲漏量降低而趨於穩定，可能理由是土壤表面經受雨滴沖擊後，土壤表面被鎮壓，同時土壤中膠體膨脹而減少孔口面積，或表面上微小物體被洗入土層中而塞住孔口，總而言之，土層表面由受雨滴沖擊，團粒土壤被沖散，堵塞孔口而減低了滲漏量。

早作耕作處理區，因屬斷續之灌溉，土層呈半濕潤狀態，為模擬田間之耕耘方式，利用小釘耙將土層表面 2cm 深耙碎，代表田間之中耕除草、培土、施肥等作業，顯示滲漏水有昇高之現象。

續灌處理區，第 30 天後滲漏水之變化較小，幾乎可說是無變化。

全程試驗完成後，三個處理同時用釘耙破壞土層表面 2cm 深，再進行滲漏測定，結果顯示緩慢降低滲漏量之趨勢均增加滲漏量，由此可證明不灌溉處理及早作處理在土層表面確存有一層很薄之不透水膜，亦即所謂之粘土皮膜。

由三個不同灌溉之處理方式，了解土壤內部之物理性變化之差異。

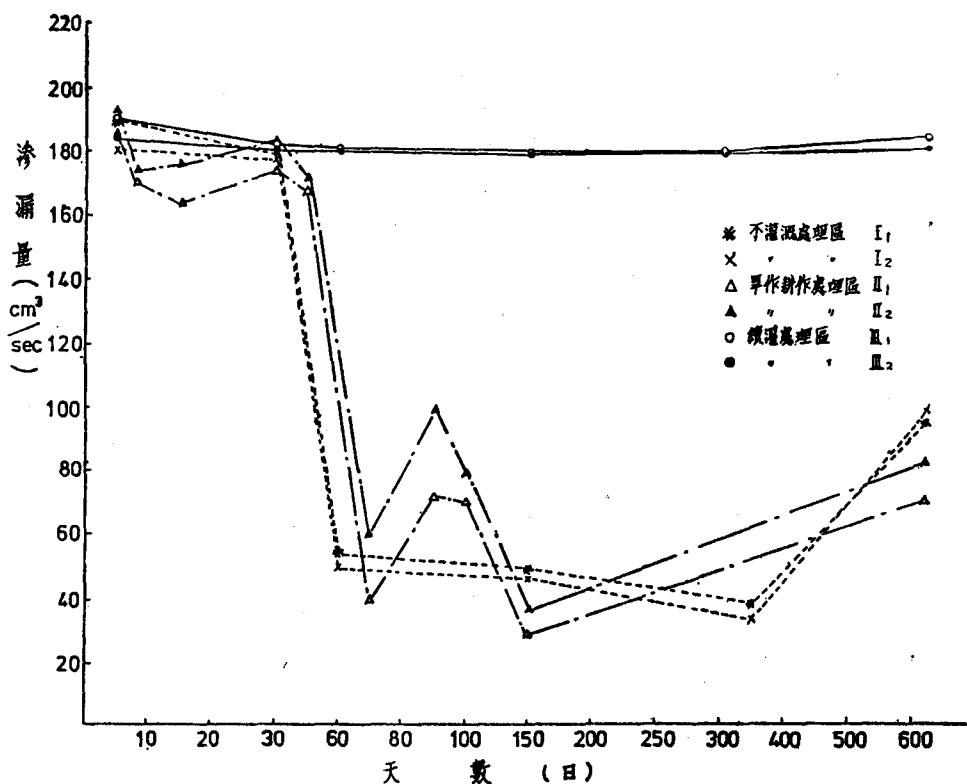


圖 1：不同灌溉處理對滲漏量變化之情形

2. 假比重

不灌溉處理區表層土之假比重較下層土大，可能係表層土之表面經受雨滴之打擊後被鎮壓之故。

表 1. 假比重測定結果

層別		表層土 0~5cm	下層土 8~13cm
處理別			
I ₁		1.41	1.36
I ₂		1.43	1.34
平	均	1.42	1.35
II ₁		1.37	1.35
II ₂		1.35	1.35
平	均	1.36	1.35
III ₁		1.40	1.40
III ₂		1.40	1.39
平	均	1.40	1.40

旱作耕作處理區亦復如此，上層土之假比重比下層土稍大，與不灌溉處理區相比較，則上層土較低，下層土則相等。因旱作耕作處理區時時執行灌溉之故，上層土劇烈承受收縮、膨脹之運動，而形成團粒化之構造，又經長期之斷續灌溉，土壤呈半濕潤之狀態，表面長有青苔藻類，因此可緩和雨滴之沖擊而被鎮壓。

續灌區之上層土與下層土之假比重沒有變化，因為是土壤表面常時維持一定水位之故，全土層均呈飽和狀態，又土壤表面不會受雨水打擊之故。

3. 團粒構造

以粒徑 2mm 及 0.5mm 之團粒為基準粒徑，經水中耐水性團粒粒度分析結果如表 (2)，表層土團粒構造以旱作耕作處理區為最多，續灌處理區最少，而表層土與下層土之同一基準粒徑比較，表層土大於下層土，不同基準粒徑者，以 0.5mm 以上之團粒結果較 2mm 為多，但同一基準粒徑之間，各處理區均無多大之差異，由此了解不同之灌溉對田間土壤之團粒構造之變化對表層土影響最大。

表2. 團粒分析結果

處理別	團粒化度(%)			
	基準粒徑 2mm		基準粒徑 0.5mm	
	表層土 0~5cm	下層土 8~13cm	表層土 0~5cm	下層土 8~13cm
I ₁	5.04	2.83	29.15	5.36
I ₂	5.03	2.39	31.53	5.72
II ₁	6.42	2.72	37.29	5.41
II ₂	5.53	2.63	34.41	6.17
III ₁	0.50	2.05	14.20	4.96
III ₂	0.15	2.31	13.69	4.83

五、結 論

本試驗雖係小規模之試驗，但是關於水對土壤之基本物理性變化多少有點收穫，如果增加測定項目，必能更深入了解，對旱作灌溉有所助益。

1. 不灌溉處理區及早作耕作處理區，由於土壤

水分之昇降變化及雨滴打擊表土等原因，土壤孔隙被填塞或鎖壓，表面形成一不易透水粘土皮膜，影響水與空氣之流通，所以在旱作田間之中耕除草、施肥等作業可促進滲入能力及空氣之更新充足。

2. 續灌處理區時常保持定水位，滲漏水從期前至期末均無甚大之變化，可見表土無粘土皮膜之存在，又土層中的孔隙被水充填，不能再以空氣充填，影響及土壤空氣的成分及土壤中之氧化還元狀態，此種情形對土壤或植物產生不良之結果。目前水田之灌溉技術，在稻作生育期中多次執行晒田作業，以促進空氣及水之流動，俾改善土壤之物理性。

3. 土壤假比重方面不灌溉處理區之表層土較下層土大，而在三個不同處理之表層土中不灌溉處理區最大，旱作耕作處理區最小，下層土方面以續灌處理區最大，但與表層土一樣，上層土與下層土變化最大者為不灌溉處理區，此種變化明顯地顯示出不同之灌溉處理對土壤物理之影響。

4. 續灌處理區之團粒化度為最小，基準粒徑 0.5mm 以上之團粒化度以旱作耕作處理區較優，很適合於植物發育，尤其是幼小植物根部之伸長。

承包土木、水利、建築等工程

財昇營造工程股份有限公司

地 址：雲林縣斗六市武昌路115號

電 話：(055) 3 2 2 4 6 7

承包土木、水利、建築等工程

寶元營造有限公司

地 址：雲林縣台西鄉山寮村53號

電 話：(056) 9 8 2 0 3 2