利用Tensiometer 測定綠蘆筍需水量之研究

A Study on Measuring of Water Requirement for Irrigation by Tensiometer in Green Asparagus

陳榮五　　吳雪珍

by

Y. W. Chen. and S. J. Wu.

摘　要

本試驗結果以對照區之每七～十天灌水一次，每次灌水量40mm之處理爲最好、再次爲保持PF1.8～2.3之處理，水分太少時則植株生育受影響，其產量亦低。

緒　言

利用Tensiometer測定作物需水量及作爲水分生理之研究，並應用在農作物之灌溉上，在國外已被廣泛應用。尤其日本最爲普遍。作者於民國六十一年四月赴日研修旱作灌溉半年，覺得可借鏡利用之，水分影響作物之產量及品質，尤其講究品質之園藝作物，水分之供應量常可決定生產物之優劣而利用Tensiometer 來測定作物之需要量予有效且經濟的利用水分，以提高產量及改進品質，在園藝作物上實可收極大之宏效。

有關綠蘆筍水分方面之研究，作者於民國六十及六十一年在臺南區農業改良場進行二年之綠蘆筍灌溉試驗（[2]）所得之結果以五天灌水一次最好，其次爲十天灌水一次，但二者在產量及品質方面之差異很小且不顯著。在綠蘆筍之推廣栽培區，我們推薦以七～十天灌水一次，每次灌水量40厘米（爲了 配合綠蘆筍之推廣，作者先行做了簡單之灌溉試驗）。因水分除了影響綠蘆筍之產量外，同時影響品質，如嫩莖粗細、纖維含量及筍尖開張等極大，（綠蘆筍嫩莖水分含量經本場送往新竹食品工業研究所分析結果爲93 %以上），爲了進一步探究有效且經濟之水分需要量而利用Tensiometer 方法來測定綠蘆筍之需水量及灌溉次數，以供綠蘆筍灌溉上之應用及研究蘆筍水分生理之參考。

材料與方法

本試驗地點於臺南市臺南農業改良場本場，土質爲砂質壤土、pH值在6.3～6.5，田間容水量爲19.6%、土壤比重1.42、凋萎點4.29%、其測定依照公式與方法測定之。（[1,3,4,6,11,13]）供試品種爲加州711，種植日期、六十一年十月、試驗處理爲：

A. 保持30公分深處PF1.8～2.3。

B. 保持30公分深處PF2.3～2.8。

C. 保持30公分深處、土壤水分減至PF2.8以後、五天灌水一次，至 PF2.3。

D. 保持30公分深處，土壤水分減至PF2.8以後，十天灌水一次，至PF2.3。

E. 對照區採用七～十天灌水一次。

註：一、處理E，每次灌水量40厘米。

二、灌水試驗時期自施用春肥（約二月下旬）開始至施用秋肥（約十一月下旬）止。

田間設計：採用逢機完全區集設計、五處理、四重複共計20小區、每小區種四行、而採用中間二行

本文原載於台灣省台南區農業改良場研究彙報第九號

作產量、生育及土壤測定等調查，畦長6公尺，行距1.2公尺，株距0.3公尺。

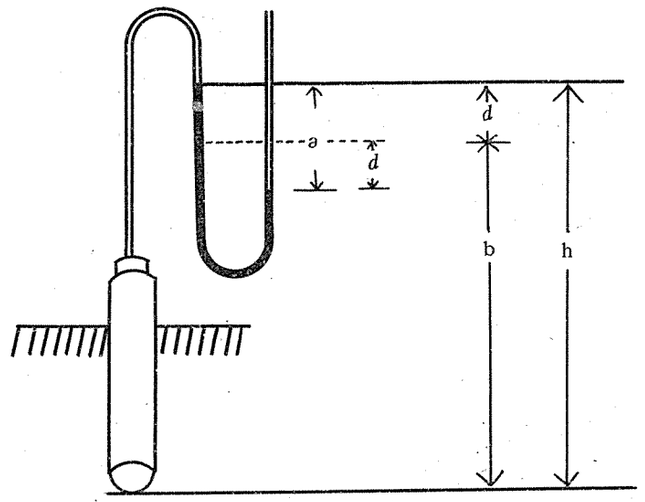
供試儀器：一、Tensiometer 使用U－Tube Manometer Type Tensiometer，（如圖一，二）。二、測定土壤含水百分率使用之土壤乾燥器等。三、每次灌水量使用附設水錶之灌溉馬達測量之。四、溫度計、雨量計。Tensiometer 之裝置：Tensiometer 之水管設支管，需要時可與自由水連結，Porous Cup 埋設深度爲30公分及50公分（埋設50公分處者供參考比較用）二種。應於每次PF 昇至2.8時將Tensiometer 水管與支管連絡處開放，以免氣泡進入（處理B.C.D）。又PF 在接近 2.8時常有氣泡發生，應予排出，以免誤差。

Tensiometer 如圖二：主要係由Porous Cup ，水銀，玻璃管，塑膠管，木片，蒸餾水等組成，依據其製造原理（[3,5,7,8,12,14,]）由試驗研究人員自行製作而成，再經詳細測定調查後再開始用於試驗。PF之測定（[5,7,8,9,12]）由公式H＝13a－b，求出H（參看圖一）然後PF＝log H 即可求出。並同時測定土壤含水量以與PF 做對照比較，並應用之。

栽培管理方法：一、肥料量每十公畝堆肥3,000公斤，N：60公斤，P_2O_5：20公斤，K_2O：15公斤。二、母莖保留2～3支摘除上部1／3，加鐵線支柱防倒。三、培土15公分高。四、其他管理方法依照63年度農復會、農林廳及改良場所編訂之綠蘆筍生產栽培進度卡實施。

嫩莖分級依照本省綠蘆筍農工雙方協議修訂爲：一級品直徑由筍尖往下算12.7公分處9.6mm以上，二級品8.0～9.5mm，三級品爲6.4～7.9mm，6.4mm以下爲格外品，而全長均爲17cm。

圖一：U－Tube Manometer Type Tensiometer



計算公式：

H＋h＝Pa　　H：土壤水分張力

h＝b＋d　　P：水銀之比重13.5

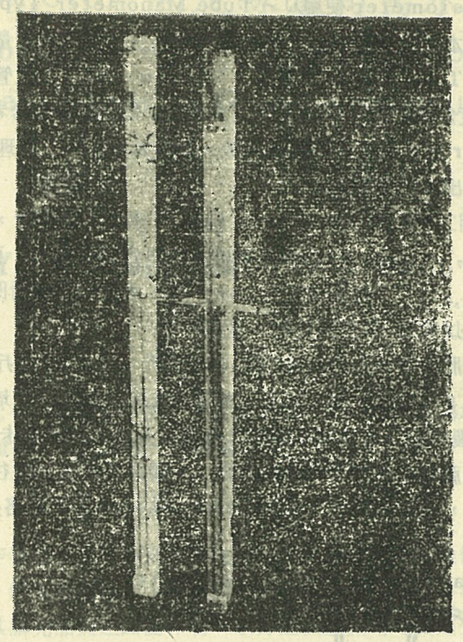
$a \fallingdotseq 2d$　　$d = \frac{a}{2} = 0.5a$

H＋（b＋d）＝13.5a

H＝13.5a－0.5a－b

H＝13a－b

圖二：U－Tube Manometer Type Tensiometer 於田間使用情形



結　果

一、各處理區集間產量比較（公斤／14.4 平方公尺）

處理＼區集	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	合　計
A	7.708	8.794	10.031	8.859	35.392
B	6.336	8.469	10.183	8.765	33.753
C	6.277	7.345	7.105	8.508	29.185
D	6.268	8.354	9.009	7.757	31.388
E	9.691	10.098	8.814	10.316	38.919
合　計	36.230	43.060	45.420	44.205	168.637

※　實測F 值：4.36，理論F 值：1％：5.41，5％3.26

二、各處理間之產量調查結果

處理	每小區 14.4 平方公尺產量（公斤）												每十公畝估計產量（公斤）	
	一　級　品		二　級　品		三　級　品		合　　計		格　外　品		總　　計			
	支數	重　量	支數	重　量	支數	重　量	支數	重　量	支數	重　量	支　數	重　量	支　數	重　量
A	273	4.230	258	2.210	293	1.682	824	8.122	284	0.984	1,108	9.106	76,944	633.36
B	241	3.411	270	2.279	299	1.823	810	7.513	285	1.057	1,095	8.570	76,042	595.14
C	209	2.655	216	1.766	304	1.840	729	6.261	299	1.111	1,028	7.372	71,389	511.95
D	214	2.924	232	1.984	329	1.969	775	6.877	272	0.898	1,047	7.775	72,708	539.95
E	308	4.439	283	2.475	299	1.824	889	8.738	274	0.992	1,163	9.730	80,764	675.68

※採收期間：上半年自四月一日至七月五日止，
下半年自九月廿五日至十一月廿日止。

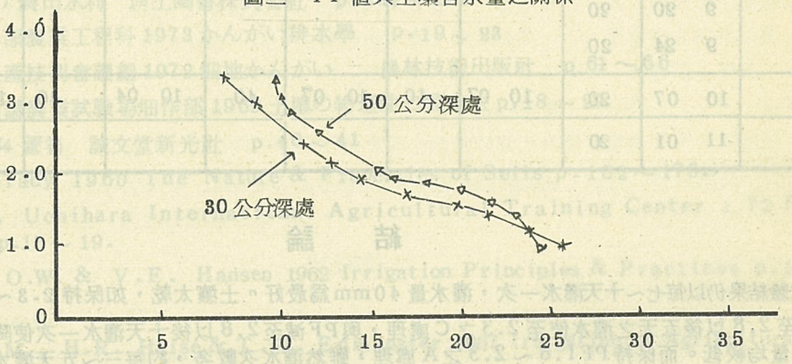
本試驗結果以對照區E 處理之每七天至十天灌水一次最好，再次爲保持 PF 1.8～2.3之處理，而以D處理之土壤水分減至PF 2.8 以後十天灌水一次至PF 2.3 之產量最低，即水分太少時產量最低，與本場過去辦理之灌溉試驗結果相同（²）。

在灌溉次數較多之A 處理自施用春肥開始至採收結束，即自二月至十一月灌溉次數共 24 次，而E 處理則 16 次，但灌水量前者爲 475mm，而後者爲 620mm，可見只要灌水量足夠之情形下灌溉不一定要多。因蘆筍植株之根部很長，可長達 3 公尺，一般均在 1 ～ 1.5 公尺之間，國外記載亦是（¹⁰），因此每次灌溉水不夠時，則根部不能發揮完全之吸收效率，在綠蘆筍之畦溝每次最大之灌水容量約 40mm，因受限於不能灌滿畦面，否則易造成畦面土壤之硬化，而影響土壤通氣，根之呼吸作用、生育及嫩莖之凸出等，在此情形下經過去之灌溉試驗及本試驗結果，仍以每七～十天灌水 一次，每次灌水量 40mm 爲最經濟。

本試驗過程中因受氣溫之變化及雨水之影響，在進行中E 處理之每七～十天灌水一次者爲下雨後七～十天無再有雨水時即行灌溉，而ABCD之處理則仍依照Tensiometer 之表示來進行灌溉，其氣溫及雨量情形請參看表四（資料來源爲本場之測定資料）。

在試驗過程中Tensiometer 要達到PF 2.8 極爲困難，因此，處理BCD之灌水次數亦因之而減少。因PF 2.8 時其土壤水分已甚低，請看圖三。

圖三　PF 值與土壤含水量之關係



三、各處理間之不同灌溉情形

月份 \ 處理	A 灌水日期 月 日	A 灌水量 mm	B 灌水日期 月 日	B 灌水量 mm	C 灌水日期 月 日	C 灌水量 mm	D 灌水日期 月 日	D 灌水量 mm	E 灌水日期 月 日	E 灌水量 mm
2	2 28	40	2 28	40	2 28	40	2 28	40	2 28	40
3	3 21	10							3 21	20
	3 22	20							3 30	40
	3 25	20								
	3 30	20								
4	4 08	20							4 08	40
	4 15	20	4 10	20	4 15	40	4 19	40	4 15	40
	4 20	15							4 29	40
	4 29	15								
5	5 10	15							5 13	40
	5 13	20	5 14	40	5 20	40	5 26	40	5 20	40
	5 17	20							5 27	40
	5 22	20								
	5 27	20								
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	7 03	20							7 03	40
	7 24	20	7 27	20					7 24	40
	7 27	20							7 31	40
	7 31	20								
8	8 02	20	8 08	20	8 02	20	8 08	40	8 06	40
	8 06	20								
9	9 20	20							9 20	40
	9 24	20								
10	10 07	20	10 07	40	10 07	40	10 04	40	10 07	40
11	11 01	20							11 01	40

結　論

本試驗結果仍以每七～十天灌水一次，灌水量 40mm 爲最好。土壤太乾，如保持 2.3～2.8 之 B 處理及 PF 減至 2.8 以後五天之灌水使至 2.3 之 C 處理，與 PF 減至 2.8 以後十天灌水一次使降至 2.3 之 D 處理，其產量均較低。而保持 PF 1.8～2.3 之 A 處理，雖然灌水次數多，約每三～五天灌水一次，但灌水量不夠，因此產量仍稍受影響。在最經濟之情形下以每七～十天灌水一次，灌水量 40mm 爲最好，而可供推廣之用。

表四　六十二及六十三年度試驗地區氣象

月份	六十三年度 氣溫 °C 最高	最低	平均	雨量 降雨量 mm	降雨日數 天	六十二年度 氣溫 °C 最高	最低	平均	雨量 降雨量 mm	降雨日數 天
1	21.6	12.5	16.0	0	0	21.5	14.3	16.5	23.7	4
2	19.6	12.1	14.8	28.9	6	25.4	20.8	20.8	15.5	1
3	23.9	15.5	19.4	8.6	4	26.4	22.1	22.1	1.8	1
4	27.1	20.1	24.7	62.1	8	28.4	26.2	26.2	219.0	4
5	29.9	23.2	28.4	187.5	9	29.9	28.8	28.8	11.2	4
6	29.3	24.3	28.1	387.4	14	30.1	28.7	28.7	377.1	18
7	30.4	24.5	29.5	353.8	10	30.0	28.6	28.6	481.0	15
8	29.7	24.5	28.6	327.6	11	30.3	28.8	28.8	250.0	18
9	29.7	24.1	28.0	273.4	6	30.8	28.9	28.9	62.2	6
10	28.4	22.4	26.3	58.6	8	28.9	26.2	26.2	148.7	2
11	25.8	18.8	22.4	4.8	1	25.7	21.8	21.8	0	0
12	22.5	16.2	19.0	20.8	3	21.0	16.7	16.7	0	0

※　資料來源本場氣象資料

參考文獻

1. 周恒 1960 水土保持學　省立農學院出版委員會　p.114～116
2. 陳榮五 1974 綠蘆筍灌溉試驗　臺南區農業改良場研究彙報　p.29～31
3. 大畑昇一、猿渡良一 1967 Field Irrigation Hand Book p.19～30
4. 石橋豐 1969 農業水文コロナ社　p.14～32
5. 森秀夫 1969 畑地かんがい栽培研究のため い基礎技術　東海近畿農業試驗場畑作部　p.13～25
6. 渡邊榮藏 1957 農田水利　理工圖書株式會社　p.202～205
7. 鳥取大學農學部農業工程科 1973 かんがい排水學　p.19～23
8. 農林省農林水產技術會議編 1972 畑地かんがい　農林技術出版社　p.61～66
9. 農林省東海近畿農業試驗場畑作部 1969 土壤の物理性の測定法 p.18～29
10. 澤田英吉 1964 蘆筍　誠文堂新光社　p.40～41
11. Buckman Brady 1960 The Nature & Properties of Soils p.162～176.
12. O.T.C.A. Uchihara International Agricultural Training Center 1.72 Field Irrigation p.13～19.
13. Israelsen O.W. & V.E. Hansen 1962 Irrigation Principles & Practices p.158～166.
14. Hagan R.M., H.R. Haise & T.W. Edminster 1967 Irrigation of Agricultural Lands p.282～283.

Summary

The water requirement for irrigation in green asparagus per 7～10 days one time for irrigation, the quantities of irrigated water is 40 mm, which is best for increasing yields of green asparagus. Next was a treatment of maintaining PF 1.8～2.3.

The B, C, D treatments which were less irrigated water, therefore the yields were decreasing.