

蜜餞食品工廠排放水流域附近蕃石榴枯萎原因研究¹

林景和²

摘 要

為了解蜜餞食品工廠排放水對蕃石榴枯萎之影響，選擇一處疑似受此類工廠排放水危害之蕃石榴果園進行調查研究。試驗結果發現受損區內除EC及Na含量較對照區者為高外，其餘項目並無顯著差異而無法說明枯萎原因，因此初步顯示高EC及高Na含量與蕃石榴枯萎有關。由於影響農田土壤EC之重要因素之N含量，在對照區者大致較受損區者為高，此與受損區EC值高於對照區者相反，故應非施肥造成EC升高。再者，受損區土壤之Na含量約為對照區後段(40~50 m)之1.5~2.0倍；而此段之Na含量亦與附近未緊鄰該諸多蜜餞工廠排放水最後匯流之蕃石榴園土壤者無顯著差異，由此推論受損區之植株枯萎可能係因蜜餞食品工廠附近溝渠水滲入所造成。此可由溝渠水較地下井水含量高之Na及蜜餞工廠製程大量使用食鹽做為佐證，此外，試驗區植株葉片呈焦枯且其Na含量較鄰近未受損區之蕃石榴園者高出甚多，亦可說明植株枯萎可能受Na危害。

關鍵字：蕃石榴、枯萎、蜜餞。

前 言

本省彰化縣員林、社頭等地是中部地區之蕃石榴聞名產地，但該地區早期即以製造蜜餞聞名，至今部份地區仍見蜜餞工廠林立，因此與蜜餞工廠鄰近的農地易受其排放水影響，農民幾次有關蕃石榴植株逐漸枯萎的污染陳情案件傳聞與蜜餞工廠排放水有關。前人的研究指出電鍍、電池、硬脂酸鎘、皮革等化工廠的排放水是造成重金屬污染土壤之主要污染源，但對於蜜餞工廠排放水引起之農地污染及其影響作物的報告仍屬缺乏，本試驗旨在探討蜜餞工廠排放水與附近蕃石榴枯萎之關係，俾有助於公害案件處理，以及提供相關單位制定該類工廠放流水標準或做為作物栽培及土壤改良之參考。

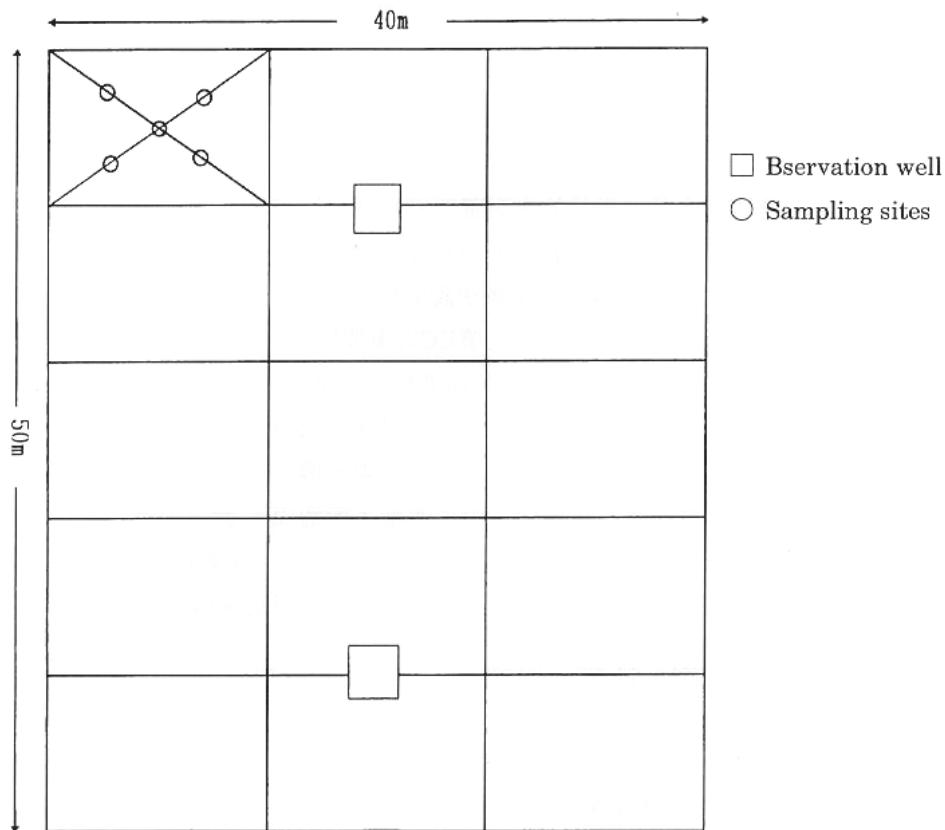
材料與方法

田間規劃與設計

本試驗在彰化縣員林鎮一處疑似蜜餞工廠排放水污染之蕃石榴園進行，田區邊鄰幾家蜜餞工廠排放水最後匯流之溝渠，試區長寬各為40×50 m，面積共2,000 m²，試驗時將果園自邊鄰溝渠端起，將寬每隔10 m劃分一區，共分五區，而將長平均分為三段，於是成15位格(圖一)。劃分後田區前二區(0~20 m)因植株多已枯萎故視其為受損區，其餘三區植株尚為正常則做為對照區。又為比較受損區及對照區地下水位水與溝渠水水質之差異，以土鑽於兩區設二小型觀測井至暫時地下水位置，分別位於距溝渠10 m及40 m之中段位置(圖一)。

¹ 台中區農業改良場研究彙報第 0335 號。

² 台中區農業改良場助理研究員。



圖一、試驗區田間規劃與設計。

Fig. 1. The scheme of the experimental plot.

土壤調查與分析

試區土壤屬營盤坑系(IP)，為黃棕壤，表土質地為砂質壤土，試驗進行時以長與寬組成之位格為單位進行土壤採樣分析，每一位格各採五點混合成一樣品(如圖一所示)，每區段共三樣品為重覆；每點採樣深度由表土起每隔10 cm採一點直至地下水位之位置(約40~50 cm)。土壤樣品分析及方法如下：(a)土壤性質與一般肥力調查，項目包括pH(土：水=1：1)，電導度值(EC)(土：水=1：5)，全N，有效性P，交換性K、Na、Ca及Mg；其方法為：pH以玻璃電極法測定，EC值以Suntex SC-17A型電導度計測之，土壤全N以Kjeldahl法測定，但步驟上採用Conway's皿之氨擴散吸收法⁽¹⁰⁾，有效性P採用Bray氏法分析⁽¹⁰⁾，交換性K、Na、Ca、Mg測定則以中性醋酸銨抽出後，K、Na以燄光光度計測之，而Ca、Mg以原子吸光儀測定⁽¹⁰⁾。(b)土壤重金屬含量：項目含Cu、Cr、Cd、Zn、Pb、Ni；其方法為以0.1N HCl為抽出劑萃取後以原子吸光儀測定之⁽²⁾。

植體分析

根據上述田間規劃，分別在0~10、10~20 m、之受損區及20~30、30~40、40~50 m之對照區內的所有植株上，沿樹冠在內層逢機採集中齡葉片，將此植體樣本先以自來水清洗以蒸餾水沖洗後放入紙袋，置於60~70°C送風箱中乾燥後，將樣品以不銹鋼磨粉機粉碎至約40 mesh之細粉後乾燥保存。分析前將各細粉樣品充分混合稱取分析所需重量，以本省現行植物分析方法⁽³⁾分析N、P、K、Na、Ca、Mg。

水體分析

水體樣品包括工廠排放水、溝渠水、觀測井水、暫時地下水位水及深層灌溉用水，其中工廠排放水、溝渠水各分析五次(表四)其中一次在下雨後，其餘在平常日。分析項目有重金屬與Na，其方法為將水樣以0.45 μm 濾紙抽氣過濾後，其餘參照土壤分析部分。

結果與討論

試區土壤pH、EC與蕃石榴枯萎之關係

表一顯示無論受損區或對照區之土壤pH，上層者一般較下層者為低，此與一般耕地土壤之狀況符合，可能係因農民一般多施用酸性肥料，如硫酸之類者與原在上層之鹼性離子如Ca、Mg被淋洗至下層所造成。再者，受損區同深度之各土層之pH較對照區者為高，此結果可能與兩區之施肥程度有關，蓋文獻指出施肥可能造成土壤酸化^(4,5)；今受損區幾無存活之植株，在一般情況下其施肥量或次數應較對照區者為少，故對照區土壤pH降低之情況應較受損區者明顯；此外，由於受損區之Na含量較對照區者高(表二)，學者指出當交換性Na水化時pH會提高，因此亦可能使受損區土壤之pH較對照區者稍高⁽⁸⁾，然而整個試驗區各土層之土壤pH範圍在4.5~7.0間，均為適合蕃石榴栽培之土壤pH⁽¹⁾，故土壤pH不應為影響蕃石榴枯萎之原因；至於土壤EC除受損區中之0~10 m段外，10~20 m段之受損區土壤EC均較對照區者為高，而以該受損區之後段土壤EC (1:5)，換算成土壤飽和溶液者⁽⁶⁾，則0~30 cm之土壤EC值已超過4 mmhos/cm，25°C，然而依作物對鹽分忍受之程度，嚴氏⁽⁷⁾指出在土壤飽和導電度約4~6 mmhos/cm，25°C時，蕃石榴減產10~20%；但縱觀受損區之EC飽和土壤電導度約2~6 mmhos/cm，25°C；因此其雖可能影響植株生長，但此與受損區蕃石榴植株嚴重枯死之現況不符，故受損區之EC大致雖較對照區者為高，但也應不是使受損區蕃石榴嚴重枯死之限制因素；至於受損區0~10 m段之EC較10~20 m者低，由現地調查得知，可能係客土及翻土之關係。全區EC大部份表土均較底層為高，此情況與一般土壤調查之結果相符⁽⁶⁾，與可能因土壤表面施肥及上層鹼性離子淋洗而於下層產生溶解度極小之沉澱而對提高EC之貢獻變小，故土壤表層之EC高於底層者。

施肥對受損區EC高之影響

據調查農民施肥以N、P、K肥為主，其次為Ca、Mg肥，微量元素一般則甚少施用。表二顯示表土層之N、P、K含量大致較深層者為高，Ca、Mg含量則下層大致較上層高，此與前述淋洗現象有關。而對照區各層土壤之N、P、K、Ca、Mg之含量大致較受損區10~20 m段高(0~10 m亦可能因客土關係而有變異)，尤其是表土層者更高，此與受損區植株之枯萎已甚少施肥，而對照區因植株生長仍正常，而實施一般施肥，致對照區各土層之N、P、K、Ca、Mg含量大部份較受損區者為高；又土壤N、P、K含量其上層者較下層者高亦符合一般土壤情況⁽⁶⁾，Ca、Mg則因淋洗，而使底層Ca、Mg含量較上層者為高。但土壤中P肥易與Ca、Mg結合；Ca、Mg亦會與水中 CO_3^{2-} 結合而成溶解度低之沉澱；文獻指出農田土壤施用N、K肥為使土壤EC增高之重要因素⁽⁶⁾；但表二結果顯示，對照區之N、K含量大致較受損區高，而EC值卻受損區>對照區(表一)，故施肥不為受損區EC值大於對照區者之因素，而應另有造成蕃石榴枯萎之原因；另表二顯示，受損區土壤N、P、K、Ca、Mg之含量雖大致較對照區者為低，但有些卻較鄰

表一、試區土壤酸鹼度與電導度值

Table 1. The soil pH and electrical conductivity (EC) of experimental plots

Soil	Distance from ditch	Soil depth	PH (1:1) in H ₂ O	EC (1:5) at 25°C
	m	cm		mmhos/cm
Problem soil	0-10	0-15	5.80	0.72
		15-30	6.25	0.50
		30-45	6.74	0.59
	10-20	0-15	5.20	1.13
		15-30	5.93	0.80
		30-45	6.49	0.65
Control soil	20-30	0-15	4.84	0.82
		15-30	5.42	0.55
		30-45	6.26	0.52
	30-40	0-15	4.87	0.71
		15-30	6.01	0.44
		30-45	6.44	0.45
	40-50	0-15	4.81	0.74
		15-30	5.22	0.47
		30-45	6.03	0.38

表二、試區土壤之植物養分含量

Table 2. The content of selected plant nutrients in experimental plots

Soil	Distance from ditch	Soildepth	N	P	K	Na	Ca	Mg
	m	cm	----- ppm -----					
Problem soil	0-10	0-15	500	553	214	933	798	95
		15-30	433	489	129	861	794	89
		30-45	467	228	116	1,011	807	108
	10-20	0-15	633	673	159	1,284	782	103
		15-30	500	799	134	1,070	969	130
		30-45	633	171	105	1,012	912	136
Control soil	20-30	0-15	667	775	196	798	961	127
		15-30	567	565	138	739	878	130
		30-45	700	433	118	797	1,010	143
	30-40	0-15	667	816	251	770	893	146
		15-30	700	613	151	605	1,091	155
		30-45	533	234	139	442	1,152	171
	40-50	0-15	933	1,146	455	623	1,151	141
		15-30	800	488	186	514	1,012	147
		30-45	567	255	136	487	1,090	173
Control soil *	0-10	0-15	1,361	336	208	406	785	311
		15-30	523	139	206	284	788	358
		30-45	393	57	145	328	820	393
	10-20	0-15	884	226	293	342	737	349
		15-30	724	110	162	302	613	454
		30-45	523	56	122	366	804	418
	20-30	0-15	698	277	277	393	712	363
		15-30	712	108	65	405	710	409
		30-45	510	63	161	371	779	417

* Another normal growing guava orchard where is near but not neighbour to the ditch similarly polluted by the preserved-fruit factories.

近一正常蕃石榴果園為高(如P)或相似(如Ca)，故綜合以上，受損區蕃石榴植株枯萎應不致於因此些養分缺乏而枯萎。

試區土壤重金屬對蕃石榴植株枯萎之影響

表三顯示試區土壤重金屬含量，其中Cd、Cr、Ni、Pb四種重金屬其在受損區與對照區之不同土層之相對含量之差異不大；而此四種重金屬其在土壤各層之含量亦相差不大，顯示其受外在添加因素之影響亦少，且此四種重金屬含量均在環保署頒定之台灣地區土壤重金屬含量暫定標準之第三級範圍內；故此四種重金屬應不致造成受損區與對照區蕃石榴植株生長上之極大差異，亦應不影響植株正常生長；而Cu、Zn兩種重金屬其在對照區0~15 cm土層之含量平均較受損區者高，且在植株生長仍正常之對照區，Cu與Zn其在上層之含量較下層者之差異明顯，此可能因農民在對照區噴灑含Cu、Zn農葯而有些微差異；但土壤Cu、Zn含量皆在環保署頒定之台灣地區土壤重金屬含量暫定標準之低-中範圍內，因此不致造成植株Cu及Zn之毒害，但也應不缺乏⁽⁸⁾，另由其排放水及溝渠水之分析資料(表四)，顯示此六種土壤重金屬受附近蜜餞工廠排放水之影響亦少。

土壤Na含量與蜜餞工廠排放水之關係

試區附近為鹽漬類蜜餞工廠，故本試驗針對其在生產蜜餞之過程大量使用NaCl特性調查土壤Na含量結果如見表二，其結果顯示受損區者高而對照區者低，尤其受損區土壤之Na含量約為對照區後段(40~50 m)之1.5~2.0倍，且較一般正常者高出甚多，由於木本植物易受Na之毒害⁽⁷⁾，因此依受損區之Na含量而言，當其濃定在800 ppm以上時即可能受損，顯示該區已嚴重為Na所害，又試驗區蕃石榴受損葉片呈焦枯症狀，與嚴氏等(1983)指出若干果樹葉片受鈉危害之症狀類似⁽⁷⁾。又分析試驗區葉片之Na含量平均11,454 ppm，此約為與他鄰近但

表三、試區土壤重金屬含量

Table 3. The heavy mental content of experimental soil

Soil	Distance from ditch m	Soil depth cm	Cu ppm	Zn	Ni	Cr	Cd	Pb
Problem soil	0-10	0-15	5.0	13.5	4.5	N.D. ¹	N.D.	2.2
		15-30	3.8	8.4	4.2	N.D.	N.D.	2.0
		30-45	3.5	12.0	4.4	N.D.	N.D.	1.5
	10-20	0-15	3.5	8.7	4.3	N.D.	N.D.	1.9
		15-30	3.9	7.8	4.9	N.D.	N.D.	2.9
		30-45	4.5	7.7	4.3	N.D.	N.D.	2.2
Control soil	20-30	0-15	5.0	24.1	4.6	N.D.	N.D.	2.2
		15-30	4.2	10.4	4.4	N.D.	N.D.	2.4
		30-45	3.9	8.1	4.6	N.D.	N.D.	2.0
	30-40	0-15	5.3	14.2	4.3	N.D.	N.D.	2.0
		15-30	4.3	7.1	4.4	N.D.	N.D.	2.2
		30-45	3.8	6.4	4.3	N.D.	N.D.	2.4
	40-50	0-15	4.6	10.3	4.8	N.D.	N.D.	2.0
		15-30	4.0	7.1	4.5	N.D.	N.D.	2.0
		30-45	4.9	7.9	4.5	N.D.	N.D.	1.7

¹ N.D.: not detectable.

表四、相關水體分析

Table 4. The analysis of water body related to guava orchard

Sampling date	Site	Cu	Mn	Zn	Cr	Ni	Cd	Pb	Na
		ppm							
81.9.08 (sunny)	A	N.D. ¹	0.5	0.3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	8,600
	B	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	66
	C1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1,070
	C2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	200
	D	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	70
81.9.22 (rainy)	A	N.D.	N.D.	0.3	0.8	N.D.	N.D.	N.D.	2,880
	B	N.D.	N.D.	0.3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	490
	C1	N.D.	N.D.	0.3	0.8	N.D.	N.D.	N.D.	1,780
	C2	N.D.	N.D.	N.D.	0.8	N.D.	N.D.	N.D.	405
	D	N.D.	N.D.	N.D.	0.8	N.D.	N.D.	N.D.	485
81.10.14 (sunny)	A	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	650
	B	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2,300
	C1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	4,360
	C2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1,650
	D	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	570
81.12.17 (sunny)	A	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	212
	B	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1,112
	C1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	890
	C2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	86
	D	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1,124
82.2.15 (sunny)	A	N.D.	N.D.	0.15	N.D.	0.13	0.08	N.D.	13,750
	B	N.D.	N.D.	0.17	N.D.	0.13	0.07	N.D.	16,400
	C1	N.D.	N.D.	0.18	N.D.	0.13	0.08	N.D.	7,650
	C2	N.D.	N.D.	0.11	N.D.	0.04	0.05	N.D.	10,150
	D	N.D.	N.D.	0.14	N.D.	0.04	0.03	N.D.	15,300

¹ N.D.: not detectable.

未靠近溝渠者之中7,771 ppm的1.5倍，兩者差異甚大。追查土壤Na含量高的原因，發現抽測溝渠沿岸四家蜜餞工廠之排放水有含量高之Na者，且溝渠水之Na含量有時亦高，除此，分析82年4月17日試驗區中受損區暫時地下水位的水(50~60 cm)發現其Na含量為2,560 ppm與同日溝渠水鈉含量之2,200 ppm相近，但比灌溉用之地下深井水(約60 m)之Na含量428 ppm及對照區地下水位水者67 ppm高出甚多，故試區雖不用溝渠水灌溉，但試區暫時地下水位僅約50 cm且溝渠底未鋪水泥兩者互通致溝渠水滲入，而使試區土壤之Na含量由近溝渠處向後呈高而低之分佈，而植株受損程度之分佈亦與土壤Na含量有相同趨勢，顯見蕃石榴植株枯萎與Na含量高之溝渠水滲入有相當關連。

誌 謝

本研究承蒙行政院農業委員會計畫82科技-1.2-糧-12(8)經費資助，謹此申謝。

參考文獻

1. 王武彰 1974 蕃石榴栽培 p.4 農委會農林廳編印。
2. 行政院環境保護署 1987 台灣地區土壤重金屬含量調查總報告 p.5~7及47 行政院環境保護署編印。
3. 張淑賢 1981 本省現行植物分析法 p.53~59 作物需肥診斷技術 台灣省農業試驗所編印。
4. 黃文良 1983 本省柑橘園土壤之酸性化與酸性來源 中華農業研究 32(1): 83~91。
5. 黃祥慶 蔡宜峰 賴文龍 1989 中部地區主要蔬菜栽培之土壤障害因子調查 台中區農業改良場研究彙報 24: 63~70。
6. 陳鴻堂 1992 台灣中部設施栽培土壤鹽分累積特性及改良 國立中興大學土壤學研究所碩士論文。
7. 嚴式清 1991 土壤鹽分管理 p.277~289 土壤管理手冊 國立中興大學土壤調查試驗中心編印。
8. 嚴式清 王百祿 林龍海 沈向白 黃景替 黃武林 1983 鹽分地暗管排水改良成效調查評估暨資料編輯 農業工程中心研究報告 p.4~8。
9. Harumi Kamata. 1990. The advance technology of soil productivity by reasonable arable land classification and improvement of soil cation balance. Agri. Technology 45(1):10-13 (in Japanese).
10. Page A. L. 1982. Methods of Soil Analysis. part 2. 2nd ed. Agronomy 9:159-165, 416-418, 610-613.

A Study on the Relationship between Guava Tree Wilting and Waste Water from Preserved-fruit Factories¹

Ching-Ho Lin²

ABSTRACT

To know the factors caused the guava trees wilting, a study was proceed at a guava orchard where was similarly impacted by the waste water from those nearby preserved-fruit factories.

The result showed that there were no significant difference in all analyzed items except EC and Na content which were higher in affected area than that of in control area. Higher EC and Na content might related to the guava tree's wilting according to the result. The N content was reported as an important factor to soil EC. However, the N content of control area was higher than that of affected area that indicated that higher EC in affected area would not be caused by fertilizer application; furthermore, the Na content of affected area was 1.5-2.0 times higher than that of the farther subplot (40-50 m) in the control area whose N content was similar to that of the nearby guava orchard where wasn't adjacent to the ditch. Therefore, the wilting of guava trees might be caused by the high Na content of the soil affected by the water permeated from the ditch. The fact that the ditch water had higher Na content than that of deep well water in similar site and the substantial use of NaCl in the preserved-fruit factories' manufacturing processes could also coincide with the investigation. Otherwise, the symptom of wilting leaves and its unusual high Na content of the guava plant at the experimental plot also showed that the guava trees were injured by the high Na content of waste water drained from the nearby preserved-fruit factories.

Key words: guava tree, wilting, preserved-fruit .

¹ Contribution No. 0335 from Taichung DAIS.

² Assistant Soil Scientist of Taichung DAIS.