

作物土壤管理與施肥技術

蔬菜與雜糧篇

編輯/湯雪溶

總編輯/李艷琪·黃維廷·郭鴻裕



行政院農業委員會農業試驗所
Taiwan Agricultural Research Institute

ISBN: 978-986-5440-27-5



GPN:4710801983

行政院農業委員會農業試驗所 編印

作物土壤管理與施肥技術

蔬菜與雜糧篇

編輯 湯雪溶

總編輯 李艷琪、黃維廷、郭鴻裕

主辦單位：行政院農業委員會農業試驗所

合作撰寫單位：行政院農業委員會農業試驗所

行政院農業委員會桃園區農業改良場

行政院農業委員會苗栗區農業改良場

行政院農業委員會臺中區農業改良場

行政院農業委員會臺南區農業改良場

行政院農業委員會高雄區農業改良場

行政院農業委員會臺東區農業改良場

行政院農業委員會花蓮區農業改良場

行政院農業委員會農業試驗所 編印

中華民國一〇八年十一月

序

作物施肥手冊自1972年編印出版，歷經1975，1983、1987、2005等年度修訂再版，已10餘年。近年推動合理化施肥與田間調查過程，發現推薦施肥量與農友實際施肥量產生差距，且與品質密切相關之次要與微量要素之土壤管理，很少著墨，以至於農友參考使用與閱讀率低。

以往作物施肥推薦量缺乏考慮不同土壤類型、灌溉排水情形、氣候及栽培管理模式等相關因子，使推薦施肥量無法依照肥料回收率或施肥效率之合理估算，造成各作物在施肥僅單一推薦量，但套用在全台不同環境下則產生不合理情況。為使作物施肥推薦更加廣為農民參考，擬應用土壤資訊系統之各項資訊(如不同縣市之土壤管理組圖、土壤pH、有機質....等)，配合氣候及管理模式，擬定因時、因地、因管理方式、作物不同之施肥推薦範圍，藉此充實作物施肥參考資訊庫。特集結本所與各試驗改良場所多年累積之土壤肥力、葉片分析、作物營養診斷與施肥推薦之研究成果，並介紹與討論在實際試驗推廣及應用診斷服務過程中，如何依照個別田間環境與土壤狀況所作之機動調整，以增加農友之實際應用性與採行性。

"作物土壤管理與施肥技術"，專書內容涵蓋水稻、蔬菜、果樹、茶葉與雜糧等數十種作物之栽培、土壤管理與施肥技術實務，其內容豐富，足可提供研究人員及農友參考應用。承蒙本所農業化學組郭組長鴻裕全力推動，邀集本所與各試驗改良場所研究人員共同撰寫，由該組黃維廷、江志峰、陳柱中及李艷琪助理研究員及桃園區農業改良場湯雪溶助理研究員編輯彙整，並經國立臺灣大學農業化學系鍾仁賜教授與國立中興大學土壤環境科學系陳仁炫教授費心審查與修正，得以出刊發行，在此一併致謝，並請各界不吝賜教。

行政院農業委員會農業試驗所

所長 林學詩

謹誌

中華民國一〇八年十月五日



作物土壤管理與施肥技術

蔬菜與雜糧篇

目錄

一、葉菜類

第一章 空心菜

- 露天與溫網室(設施)空心菜土壤管理與施肥推薦參考資訊
臺南區農業改良場 林經偉..... 1

第二章 小白菜

- 設施小白菜土壤管理與施肥推薦參考資訊
桃園區農業改良場 湯雪溶..... 11

第三章 芹菜

- 芹菜土壤管理與施肥推薦參考資訊
臺中區農業改良場 郭雅紋..... 23

第四章 龍鬚菜

- 龍鬚菜(梨瓜)土壤管理與施肥推薦參考資訊
花蓮區農業改良場 倪禮豐..... 31

二、瓜果菜類

第五章 番茄

- 番茄土壤管理與施肥推薦參考資訊
高雄區農業改良場 蘇博信..... 37

第六章 草莓

- 草莓土壤管理與施肥推薦參考資訊
苗栗區農業改良場 蔡正賢..... 50

第七章 洋香瓜

- 洋香瓜土壤管理與施肥推薦參考資訊
臺南區農業改良場 黃瑞彰..... 61

三、豆菜類

第八章 菜豆

- 菜豆土壤管理與施肥推薦參考資訊
農業試驗所 谷婉萍..... 81

第九章 毛豆

- 毛豆土壤管理與施肥推薦參考資訊
高雄區農業改良場 張耀聰..... 90

四、根莖類

第十章 水芋

水芋土壤管理與施肥推薦參考資訊

苗栗區農業改良場 蔡正賢 104

第十一章 胡蘿蔔

第一部分 胡蘿蔔土壤管理與施肥推薦參考資訊

臺南區農業改良場 黃瑞彰 115

第二部分 胡蘿蔔施肥技術

農業試驗所 郭鴻裕 朱戩良 129

第十二章 馬鈴薯

第一部分 馬鈴薯土壤管理與施肥推薦參考資訊

臺南區農業改良場 江汶錦 131

第二部分 馬鈴薯之土壤與施肥管理

農業試驗所 郭鴻裕 138

五、雜糧類

第十三章 甘藷

甘藷土壤管理與施肥推薦參考資訊

農業試驗所 黃維廷 賴永昌 陳柱中 林毓雯 劉滄琴 143

第十四章 玉米

飼料玉米土壤管理與施肥推薦參考資訊

農業試驗所農業化學組 譚增偉 162



第一章 空心菜

露天與溫網室(設施)空心菜土壤管理與施肥推薦參考資訊

臺南區農業改良場 林經偉

一、適宜栽植風土條件

(一) 主要栽培作物介紹-品種及產地分佈

臺南區農業改良場轄區內空心菜 (*Ipomoea aquatica*) 栽培品種為竹葉種，栽培方式多為直播栽培。栽培面積，依農糧署民國 102 年統計資料顯示，主要在雲林縣有 976 公頃，次為臺南市 86 公頃及嘉義縣 67 公頃，三縣市共計 1129 公頃，約佔全臺栽培面積之 57.6 %，雲林縣主要集中在西螺鎮、二崙鄉及蔴桐鄉，嘉義縣以新港鄉栽培面積較多。嘉義縣朴子、布袋地區及臺南市之空心菜主要以採種為目的。

(二) 產業介紹

種植方式有種子直播及宿根栽培，目前市場上以種子直播帶根採收之空心菜，採收規格較整齊，包裝運輸容易，品質較佳，較受市場歡迎。

(三) 氣候條件

栽培模式有傳統露天栽培、水平網室栽培及簡易塑膠布溫室栽培。空心菜為怕冷不怕熱的作物，轄區內一般露天栽培季節約從四月至十月，而簡易塑膠布溫室可週年栽培生產。

(四) 土壤條件

空心菜為淺根系作物，對表土 (0 - 20 公分) 之理化性質要求較嚴格，土壤酸鹼值維持在 5.5 - 7.5 之間，且排水良好之壤土至砂質壤土最佳。若以直播方式播種後遇排水不良，會影響其發芽率及延遲生長，造成發育不整齊及採收上之困擾，因此，如何維持土壤良好之理化性質是栽培空心菜最重要的前置工作。

二、土壤與葉片分析營養診斷

一般空心菜植體中之養分濃度會依不同種植方式、不同品種、不同氣候環境、不同土壤狀況及不同施肥習慣而有差異，加上進行植體分析至資料產生所需的時間並無法應用於該期作或套用在不同期作，因此，就施肥管理的觀點，植體分析參考性質大於實際應用，而土壤分析對短期葉菜類顯得相對重要，如何管理而營造一個適合生長的土壤環境，將是短期間定輸贏的重要關鍵。

空心菜植體要素含量適宜參考範圍

	氮(N) (g/kg)	磷(P) (g/kg)	鉀(K) (g/kg)	鈣(Ca) (g/kg)	鎂(Mg) (g/kg)	鋅(Zn) (mg/kg)	銅(Cu) (mg/kg)	鐵(Fe) (mg/kg)	錳(Mn) (mg/kg)
正常範圍	37-60	4.6-7.8	37-87	7.8-16.4	2.4-4.6	27-148	8.3-26	112-227	51-167
缺乏	--	<0.37	<3.00	<0.28	<0.18	<19	<4.5	<102	<33

※資料來源：蔬菜作物營養障礙診斷圖鑑 農試所特刊第 65 號



(三) 質地需求

排水良好之壤土至砂質壤土最佳。

(四) 土壤有機質含量

土壤有機質含量最好高於 30 g/kg 之田區。

(五) 水分灌溉管理、灌溉頻率及方式

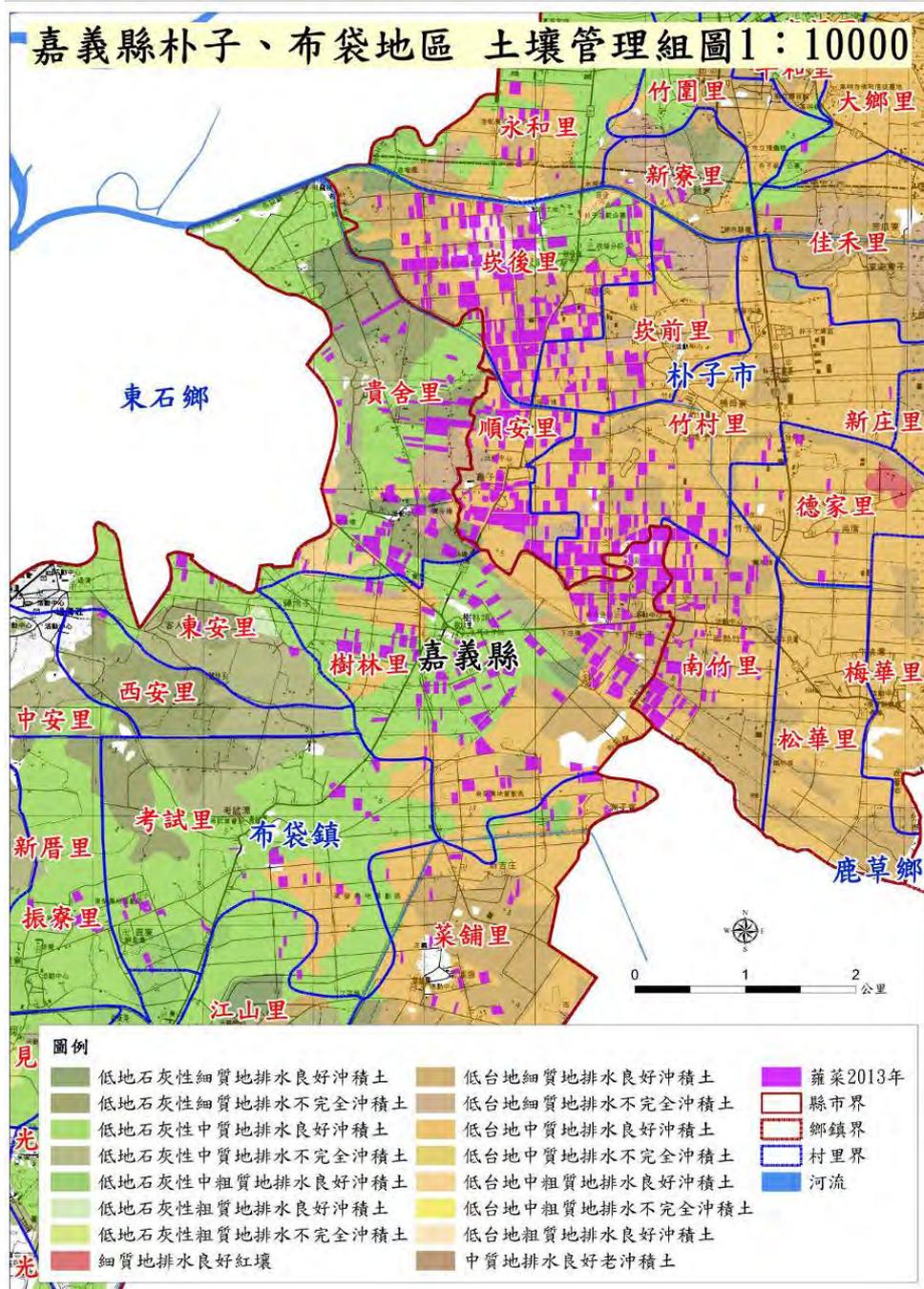
水分灌溉管理以淹灌或滴灌之方式均可。目前以淹灌方式為主要灌溉方式，通常於種子撒播後淹灌至畦面濕潤，再將多餘地表水排除，一星期後再行灌溉一次，部分土壤質地較粗的田區，可依土壤水分含量再行灌溉。惟水源較欠缺之田區，可改用滴灌，滴灌方式亦視土壤水分含量調整供水量及次數，若利用土壤水分張力計進行監控時，當 20 公分土壤水分張力計數值達 25 kPa 即可再行灌溉。

(六) 栽植密度、栽培層及管理作業

空心菜 (*Ipomoea aquatica*, 竹葉種, 直播栽培)。種子用量 40 公斤/0.1 公頃，平均種植密度約 720 株/平方公尺。露天及網室栽培期間約在每年 3 - 11 月，塑膠布溫室可週年栽培。



農試所農化組土壤調查研究室製圖



農試所農化組土壤調查研究室製圖

四、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

(一) 參考實例或範例

以臺南區農業改良場土壤肥力分析報告為例，推薦土壤檢測肥力參考值供作為田區管理的依據。不同之土壤性質有不同的作物適應性及相對應的管理方式，因此，在適當範圍內進行合理的施肥管理，不僅效率高且事半功倍。

如表一所示，土壤 EC 值太高，易造成空心菜根部的衰弱及褐化，影響養分之吸收效率，因此，應注意充足灌溉，且施肥宜少量多次分施。此外，土壤 EC 值偏高，基肥應減施或暫時不施，以免過量之肥料影響其初期之發育。一般播種



前，須先進行園區土壤分析，以評估是否有需要改善之問題；如土壤酸鹼值 (pH) 是否適宜、是否有鹽類累積、土壤有機質含量、有無養分需要調整等。將問題排除或土壤之理化性質調整適當後再種植，可減少栽培過程問題之發生、成本及時間的耗損，其後進行合理化施肥管理之各種施肥措施才會有效率，因此，基肥及追肥之施用亦應視土壤檢測結果決定。

在雲嘉南地區之空心菜產區土壤質地一般介於壤土至坩質壤土，少部份土壤為砂質壤土，土壤中有機質含量偏低，土壤之保水保肥力低、土壤團粒構造不佳、土壤較易密實，通氣排水性不良，對根系之發育是一種障礙。因此，在整地時，基肥應施用植物粗纖維含量較高而氮含量較低之腐熟有機質肥料（如樹皮、牛糞、太空包、蔗渣、稻草或稻殼等主原料之堆肥），每 0.1 公頃約 1,000-2,000 公斤，並與土壤充分混合，以提高土壤有機質含量及土壤保水保肥力，並改善土壤物理性及促進根系發展。

此外，施用之磷肥主要為過磷酸鈣，一般僅當基肥，土壤檢測結果若磷肥含量過低，則視土壤檢測結果推薦施用量後，與堆肥一併於基肥施用；若土壤檢測結果顯示磷、鉀養分含量均低時，則可考慮以 39 號複合肥料 (12:18:12) 取代過磷酸鈣為基肥，並與土壤充分混合。

表 1、臺南區農業改良場土壤肥力分析報告

樣品編號	種植作物	實驗室編號	EC (dS/m) (1:5)	pH (1:1)	有機質 (g/kg)	有效性磷 (mg/kg)	有效性鉀 (mg/kg)	有效性鈣 (mg/kg)	有效性鎂 (mg/kg)
西螺大新段 1**1-11**號	空心菜	103J14 138	0.70	5.86	36.1	266	450	2506	352
西螺大新段 1**6 號	空心菜	103J14 139	0.36	7.29	32.8	199	204	4179	475
土壤肥力檢驗項目參考值			< 0.6	5.5-7.5	> 3.0	50-200	50-200	570-2,500	50-300

- 建議：1. 西螺大新段 1**1-11**號土壤有鹽基累積現象，易影響作物生長，應注意充足灌溉，且施肥宜少量多次分施。
2. 西螺大新段 1**1-11**號磷、鉀肥超過參考值太多，建議可減施或暫時不施磷、鉀肥（如過磷酸鈣、氯化鉀）。

土壤過量之磷、鉀肥在基肥及追肥就應調整施用量及決定是否施用，或將來管理上那些養分需維持在較高水準。例如有些田區土壤中鈣含量較高，相對有較高比例之磷肥被固定，因此，土壤中鈣含量較高的田區土壤維持較高的磷肥水準是必需的。鉀肥肥效較快，若土壤檢測結果是屬低鉀含量，追肥就應很快調整，反之，土壤中呈現過量之鉀肥，表示追肥過量。有效性鉀含量過高亦顯示土壤 EC 值也會偏高。有些田區因土壤母質及地下水含高量之鈣、鎂，除磷肥易被固定外，在進行施肥管理時必須評估養分間的拮抗作用。因此，利用土壤分析資料進行有效率的養分管理，仍要由經驗豐富的從業人員做綜合性的評估，包括土壤狀態、作物生育特性及生育狀況、氣候變化狀況及不同的肥料商品的特性與成分。

(二) 目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

臺南區農業改良場轄區空心菜主要採直播式栽培，再依據轄區三種主要栽培模式（傳統露天栽培、水平網室栽培及簡易塑膠布溫室栽培）進行施肥推薦。不論何種栽培模式，播種前應先檢測土壤，決定基肥之施用及追肥之策略。以民國 101 及民國 102 年設施溫室空心菜週年栽培（表二、表三）及同一試區農民行傳統露天栽培的施肥調查結果，推估雲嘉南地區空心菜溫網室栽培及露天栽培所需施肥量。

表 2、民國 101 年空心菜不同施肥處理對產量、品質及肥料成本效益影響調查

處理區	生育日數	施肥量(N-P ₂ O ₅ -K ₂ O) (kg/ha)	產量 (kg/ha)	氮肥 PFP*	肥料成本* (元/公斤)
1 推薦量施肥		200-120-155	16,500	83	0.82
合理施肥	27	164-93-101	16,200	99	0.64
慣行施肥		221-120-144	16,700	76	0.83
2 推薦量施肥		200-120-155	16,800	84	0.81
合理施肥	21	194-90-126	16,650	86	0.71
慣行施肥		294-115-176	17,200	59	0.98
3 推薦量施肥		151-120-114	17,300	115	0.64
合理施肥	18	137-76-97	16,830	123	0.53
慣行施肥		209-94-133	17,600	84	0.71
4 推薦量施肥		151-120-114	18,720	124	0.59
合理施肥	16	118-77-123	18,300	155	0.49
慣行施肥		157-97-201	19,200	122	0.66
5 推薦量施肥		151-120-114	17,600	117	0.63
合理施肥	14	118-77-123	18,500	157	0.48
慣行施肥		157-97-201	17,300	110	0.73
6 推薦量施肥		151-120-114	18,200	121	0.61
合理施肥	15	110-65-60	18,200	165	0.37
慣行施肥		157-97-201	18,000	115	0.71
7 推薦量施肥		151-120-114	16,200	107	0.68
合理施肥	18	132-76-104	16,400	124	0.54
慣行施肥		210-90-110	16,800	80	0.71
8 推薦量施肥		200-120-155	15,800	79	0.86
合理施肥	22	216-80-90	16,300	75	0.69
慣行施肥		270-150-170	16,400	61	1.03

*：1. 部份因子效率 PFP (partial factor productivity of applied nutrient) = Y/F

F—養分（肥料施）用量 (kg/ha)

Y—養分施用作物的產量 (kg/ha)

2. 生產每公斤鮮重之肥料成本 = 肥料成本/公頃 ÷ 產量 (公斤/公頃)

N：31 元/公斤，P₂O₅：29 元/公斤，K₂O：25 元/公斤計

3. 每公頃平均施用 2,000 公斤堆肥（氮-磷鉀-氧化鉀 = 2.5-2.5-1.5）。



表 3、民國 102 年空心菜不同施肥處理對產量、品質及肥料成本效益影響調查

處理區	生育日數	施肥量(N-P ₂ O ₅ -K ₂ O) (kg/ha)	產量 (kg/ha)	氮肥 PFP*	肥料成本*
1 合理施肥 A*4	32 (10~15°C)	171.84-80-90	17700	103	0.56
合理施肥 B*4		170.8-80.8-90.8	17500	102	0.57
慣行施肥		250-100-130	17800	71	0.78
2 合理施肥 A*3	27 (15~20°C)	161.38-78-85	16600	103	0.57
合理施肥 B*3		160.6-78.6-85.6	16500	103	0.57
慣行施肥		240-98-125	16700	70	0.80
3 合理施肥 A*2	22 (20~25°C)	143.92-82-126	19300	134	0.52
合理施肥 B*2		143.4-82.4-126.4	18900	132	0.53
慣行施肥		190-85-100	18200	96	0.60
4 合理施肥 A*2	18 (25~30°C)	133.92-79-121	18200	136	0.52
合理施肥 B*2		133.4-79.4-121.4	18300	137	0.52
慣行施肥		151-87-148	18200	121	0.60
5 合理施肥 A*1	16 (30~35°C)	134.46-82-138	19400	144	0.52
合理施肥 B*1		134.2-82.2-138.2	19200	143	0.52
慣行施肥		170-80-90	19100	112	0.52
6 合理施肥 A*1	15 (30~35°C)	123.46-76.5-116	18800	152	0.48
合理施肥 B*1		123.2-76.7-116.2	18900	153	0.47
慣行施肥 6		156-93-182	18500	119	0.65
7 合理施肥 A*2	21 (20~25°C)	150.92-75-80	17600	114	0.51
合理施肥 B*2		150.4-75.4-80.4	16800	112	0.53
慣行施肥		210-90-110	16900	80	0.70
8 合理施肥 A*3	27 (15~20°C)	191.38-85-100	16500	86	0.66
合理施肥 B*3		190.6-85.6-100.6	15800	83	0.69
慣行施肥		230-95-140	16300	71	0.82

*：1. 合理施肥 A：合理施肥+尿素 500 倍葉片施肥；合理施肥 B：合理施肥+平均肥 500 倍葉片施肥，
* 表葉片施肥次數。

2. 部份因子效率 PFP (partial factor productivity of applied nutrient) = Y/F

F—養分(肥料施)用量(kg/ha)

Y—養分施用作物的產量(kg/ha)

3. 生產每公斤鮮重之肥料成本=肥料成本/公頃÷產量(公斤/公頃)

N：31 元/公斤，P₂O₅：29 元/公斤，K₂O：25 元/公斤 計

4. 每公頃平均施用 2,000 公斤堆肥(氮-磷-鉀 = 2.5-2.5-1.5)。

(三) 傳統露天栽培與水平網室栽培：水平網室其氣候環境與露天栽培相似。

1. 中等肥力壤土，有機質含量中等(20-30 g/kg)之田區，在每公頃施用 2,000 公斤堆肥(素氮-磷-鉀=2.5-2.5-1.5)情況下，低溫期施肥量三要素氮-磷-鉀 約每公頃 240-60-120 公斤(約一次基肥及二次追肥 1 號複肥(20-5-10)各每公頃 400 公斤)，高溫期施肥量約每公頃 150-60-180 公斤(約

一次基肥 1 號複肥(20-5-10)每公頃 400 公斤及一次追肥 4 號複肥(11-5.5-22)每公頃 600 公斤)。

2. 宿根栽培，於採收後先行藥劑防治病害，再追施 5 號複肥 (16-8-12) 肥料每公頃 600 公斤，總施肥量依採收次數不同及更新時間長短而異。

(四) 簡易塑膠布溫室栽培：

1. 簡易塑膠布溫室氣候調件與露天栽培差異較大，因保溫性佳，可大幅縮短採收期。一般冬季低溫期播種後約 28 - 32 天可達採收規格 (約 40 - 45 公分)，夏季高溫期播種後約 14 - 16 天可採收，可週年生產。
2. 中等肥力壤土，有機質含量中等 (20-30 g/kg) 之田區，在每公頃施用 2,000 公斤堆肥 (氮素-磷酐-氧化鉀=2.5-2.5-1.5) 情況下，低溫期施肥量三要素氮-磷酐-氧化鉀 約每公頃 120-30-60 公斤 (約一次基肥及二次追肥 1 號複肥 (20-5-10) 各每公頃 200 公斤)，高溫期施肥量約每公頃 75-30-90 公斤 (約一次基肥 1 號複肥 (20-5-10) 每公頃 200 公斤及一次追肥 4 號複肥 (11-5.5-22) 每公頃 300 公斤)。
3. 若基肥有施用堆肥，應視堆肥之施用量及堆肥產品之要素成分比例，酌量減施化學基肥或追肥。
4. 土壤偏砂質者，總施肥量應增加 20 - 30%，以追肥方式多次分施。
5. 夏季高溫期，原則上施用較低量氮肥，避免植株徒長、倒伏及莖部細弱。若葉片較為黃化細小，約 15 公分高時再輔以 500 倍尿素葉面施肥一至二次即可，此種降低土壤施肥量並配合葉面施肥之措施，可提高氮肥之利用效率，並且避免土壤鹽類之累積。
6. 實際之基肥及追肥之施用量，應依不同田區土壤性質及肥力之差異、氣候環境之變化、品種之特性與生育狀況及栽培管理的差異、不同肥料商品之特性及施用方式之改變，三要素之施用量應隨之調整。



圖 1、宿根栽培之空心菜品質差，規格不齊。



圖 2、直播式栽培之空心菜品質佳，規格整齊。



圖 3、水平網室空心菜栽培



圖 4、塑膠布溫室空心菜可週年栽培



圖 5、缺氮葉色淡綠，老葉黃化。
(農試所張庚鵬提供)



圖 6、缺磷葉形鈍圓，葉色濃綠，生育緩慢。
(農試所張庚鵬提供)



圖 7、缺鉀新葉正常，下位葉黃化併有雜白或褐色斑點。(農試所張庚鵬提供)



圖 8、缺鈣新葉葉緣捲曲、燒焦。(農試所張庚鵬提供)



圖 9、酸性土壤缺鎂生長不良，老葉葉肉黃化，葉脈綠色。



圖 10、缺鎂新葉正常，愈下位葉葉肉呈現愈明顯之黃色虎紋斑條。(農試所張庚鵬提供)



圖 11、缺鐵新葉黃白化
(農試所張庚鵬提供)



圖 12、缺錳葉片較狹長，新葉呈系網狀黃化。(農試所張庚鵬提供)



圖 13、缺銅葉片變小、細長，新葉葉緣向上捲曲成凹型，葉色灰綠，生育受阻。
(農試所張庚鵬提供)



圖 14、缺鋅葉片小而細長，新葉葉肉呈細網狀化，中、下位葉自葉尖向下捲曲。(農試所張庚鵬提供)



第二章 小白菜

設施小白菜土壤管理與施肥推薦參考資訊

桃園區農業改良場 湯雪溶

一、適宜栽植風土條件

(一) 主要栽培作物品種介紹

小白菜 (*Brassica campestris* L. Var. *Chinesis*) 為十字花科芸苔屬白菜的變種，品種繁多，依其生育適溫區分為兩大系統，冬季有耐低溫品種，夏季施有耐熱品種，再依其植株型態、葉面型態、葉緣型態、葉片顏色及葉毛等外觀園藝性狀，區分為高腳及矮腳，葉形圓葉及皺葉，葉緣深裂、淺裂或平滑，葉色黃綠、黃或淺黃，具葉毛或無葉毛等。為可全年生產之葉菜，其生產面積為短期葉菜類生產之冠。

國內常見的日本進口品種為圓葉白、九葉白、東京白、黃金白、鳳京白、大東京及四季白等；其中圓葉白、東京白、黃金白、鳳京白等品種在夏季高溫環境下亦生育良好，為目前設施小白菜生產之主流品種，尤其是精緻小包裝及有機蔬菜。

本地品種耐熱性較日本進口品種強，但冬季低溫 10-15°C 時，易造成植株於 4-6 本葉期抽苔開花，不具商品價值，因此，本地種在冬季北部地區無法生產。目前本地品種常見的有改良白、鳳山白、三鳳白、尼龍白、土白菜及農民自留種等，多為露天栽培，甚少作為精緻小包裝及有機蔬菜，主要銷售點為傳統市場。

(二) 產業介紹

北部地區栽種葉菜類之主要方式為設施生產，主要目的為可防風及防雨。使用高隧道塑膠布網室，規格以寬 5-6 公尺，高度 2.7-3.2 公尺及長度 20-25 公尺為主。使用材料以鍍鋅銹管為骨架，上覆 PE 塑膠布，周圍使用 16 或 24 目之塑膠紗網。小白菜品種甚多，適應性廣，只要選擇適當品種，在台灣全年均可栽培。

(三) 氣候條件

小白菜對土壤氣候之適應性廣，栽培容易，適栽條件依據品種而異，冬季品種生育適溫為 15-20°C 之間，夏季品種適溫為 20-25°C 之間。但小白菜對低溫敏感，若氣溫低於 10°C 以下時，在植株四片本葉期即能感應低溫而抽苔開花，致使失去商品價值，不管是夏季品種或冬季品種均是如此。

(四) 土壤條件

由於小白菜為陽性植物，需要日照充足的栽培環境，其根系屬淺根性，不耐水淹及乾旱。因此，土壤環境以富含有機質之砂質壤土最適宜，土壤 pH 值範圍以 5.6 - 6.5 最佳。

(五) 產地分佈情形

表 1、北部地區設施蔬菜面積

縣 市	區域 (面積 > 10 公頃)	合計 (公頃)	百分比
台北市	中山區、內湖區、北投區、木柵區	12.3	4.2
新北市	樹林區、蘆洲區、新莊區、淡水區、鶯歌區、 三芝區、板橋區及汐止區	15.2	5.2
桃園市	八德區 (85)、桃園區 (36.7)、新屋區 (36.7)、 蘆竹區 (23.4)、中壢區 (12.6)、大園鄉區 (11)、 大溪區(11)、觀音區、平鎮區、楊梅區、龜山區、 龍潭區及復興區	241.3	81.8
新竹市	新竹市	1.3	0.4
新竹縣	關西鎮 (12.8)、新埔鎮、芎林鄉、竹東鎮、湖 口鄉及峨眉鄉	24.9	8.4
合計		295	

資料來源：桃園區農業改良場專訊<設施蔬菜專輯>

二、土壤與葉片分析營養診斷**(一) 養分需求**

小白菜栽種方式傳統以直播栽培居多，分成撒播、條播及點播方式，操作方式較簡單容易，但缺點為播種量及均勻度均不易控制，還需花費時間進行間拔，否則會導致通風不良而菜葉腐爛，且生育時間不一致。近年來有機農產品之需求量增加，有機農場栽種方式多改以育苗移植，育苗移植之好處為小白菜植株生長空間較充足，使田間雜草變成弱勢競爭者，且生育時間較短及一致。

(二) 營養障礙—過多或缺乏症狀**1. 缺氮及氮過量**

氮缺乏時的共通徵狀為生長受阻，主根長卻無側根，發育不良，葉片小而硬。輕微時，老葉黃化，幼葉呈淡綠色；嚴重時，由老葉漸向幼葉黃化，且老葉易枯乾脫落。因氮在植物體內之移動性屬中等，缺乏時葉片的黃化遍及全株，但下位葉有較嚴重的傾向。氮過量時易造成植株生長旺盛，葉片大而薄，莖葉軟弱，生殖生長延遲，抗病蟲害能力降低。



圖 1、正常與缺氮 (右) 之小白菜。小白菜缺氮，全株葉色黃綠，老葉近白化，生育受阻。(照片引用農試所張庚鵬蔬菜營養障礙圖鑑)

2. 缺磷

在酸性及鹼性土壤，磷易變成不溶型態導致缺磷，磷在作物體內的移動性中等與氮相近，因此，缺磷時徵狀也遍及全株，通常老葉較新葉嚴重。徵狀發生從葉尖往葉基發展，最後葉變成紫紅色而死亡。缺磷時植株生育受阻，根部發育不良，根數少且短並呈褐色。



圖 2、缺磷的皺葉白菜，葉片變小、變厚，葉色灰綠，老葉葉柄及部分葉脈呈現紫紅色。(照片引用農試所張庚鵬蔬菜營養障礙圖鑑)



圖 3、缺磷的皺葉白菜，葉片變小、變厚，老葉呈青綠，新葉濃綠。(照片引用農試所張庚鵬蔬菜營養障礙圖鑑)

3. 缺鉀

鉀在作物體內移動容易，因此，缺鉀的徵狀都先發生在老葉。作物缺鉀初期植株生長速率減緩，葉片呈現暗綠色，之後在老葉的葉緣及葉尖處出現白、黃或橘色的點或條紋，繼而發生褐變或壞死。作物缺鉀嚴重時，徵狀會逐漸擴延至新葉，最後整株作物枯死。



圖 4、正常與缺鉀 (右) 的皺葉白菜。缺鉀的皺葉白菜新葉維持正常，下位葉則葉緣呈現均勻的黃化、燒焦。(照片引用農試所張庚鵬蔬菜營養障礙圖鑑)

4. 缺鐵

作物缺鐵的共通徵狀，新葉黃化，嚴重時黃白化。葉片中肋與側脈保存綠色，而葉脈間成淺綠至黃白化，缺鐵轉劇時整片葉片黃白化，但老葉不發生缺乏症狀，若不予補救，則新生之葉片小型化，新芽伸長緩慢甚至停止。



圖 5、正常 (左) 與缺鐵的皺葉白菜，缺鐵的皺葉白菜網狀黃化現象，極易自新葉擴及至下位葉片。(照片引用農試所張庚鵬蔬菜營養障礙圖鑑)

5. 缺錳

缺錳徵狀常出現於新葉，葉脈間黃化而呈淡綠色，僅與中肋及主要葉脈鄰接部分仍保持綠色，與缺鐵徵狀類似，但葉脈週邊殘留之綠色較缺鐵明顯，且嚴重缺乏時也不會呈現白化，此有別於鐵缺乏。缺錳葉片陽光透過葉背時，徵狀更為清晰可見，嫩葉之葉脈呈綠色細網狀而葉肉為淡綠色。輕微缺乏時，徵狀於生長後期即消失，嚴重缺乏時，葉脈轉為灰暗綠色，葉肉仍保持淡綠色，徵狀持續至生長後期仍不消失。



圖 6、白菜缺錳，中下位葉的葉肉呈現網狀黃化，再漸次擴及新葉。(照片引用農試所張庚鵬蔬菜營養障礙圖鑑)

6. 缺銅

因銅移動性差，缺乏時如同多數微量元素一樣，缺乏會立即引起葉片黃化。蔬菜缺銅一般新葉變小，細長，葉肉黃化，葉片自葉緣向內捲曲，但也有老葉向下捲曲者如青江菜。



圖 7、白菜缺銅，部份葉肉皺縮，葉緣及部份葉肉黃化，葉片向下環捲成 V 字型。(照片引用農試所張庚鵬蔬菜營養障礙圖鑑)

7. 缺鋅

因移動性差，鋅缺乏徵狀首先出現於新梢葉片或上位葉，徵狀會因作物種類不同而略有差異。一般而言，中度至嚴重缺乏時，葉片變小而畸型，節間縮短而呈小葉簇生狀 (little leaf and resetting)，有些作物尚伴有葉片黃化徵狀，葉脈間黃化而呈黃綠色，但與葉脈緊鄰部分則保持綠色。



圖 8、缺鋅之白菜葉片變小、變厚，葉色呈亮灰綠色。(照片引用農試所張庚鵬蔬菜營養障礙圖鑑)

8. 缺鉬

鉬缺乏時新葉顏色變淡或出現黃化，隨著缺乏程度的加深，其他部位的葉片也會顯現缺乏症狀，通常在葉綠尚未發生捲曲和枯萎前，葉脈間先顯現黃綠色或黃色斑點，嚴重時斑點數激增，且在葉片未完全成熟前即已掉落。



圖 9、白菜缺鉬，新葉皺縮，向內捲曲，葉片呈灰綠色。(照片引用農試所張庚鵬蔬菜營養障礙圖鑑)

(三) 土壤與葉片採樣方法

因小白菜之生長期短，若懷疑為營養障礙時，應將生長正常與異常植株送改良場進行植體分析，以比對要素是否缺乏。

(四) 土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值如下表所示：

表 2、小白菜葉片營養診斷適宜範圍

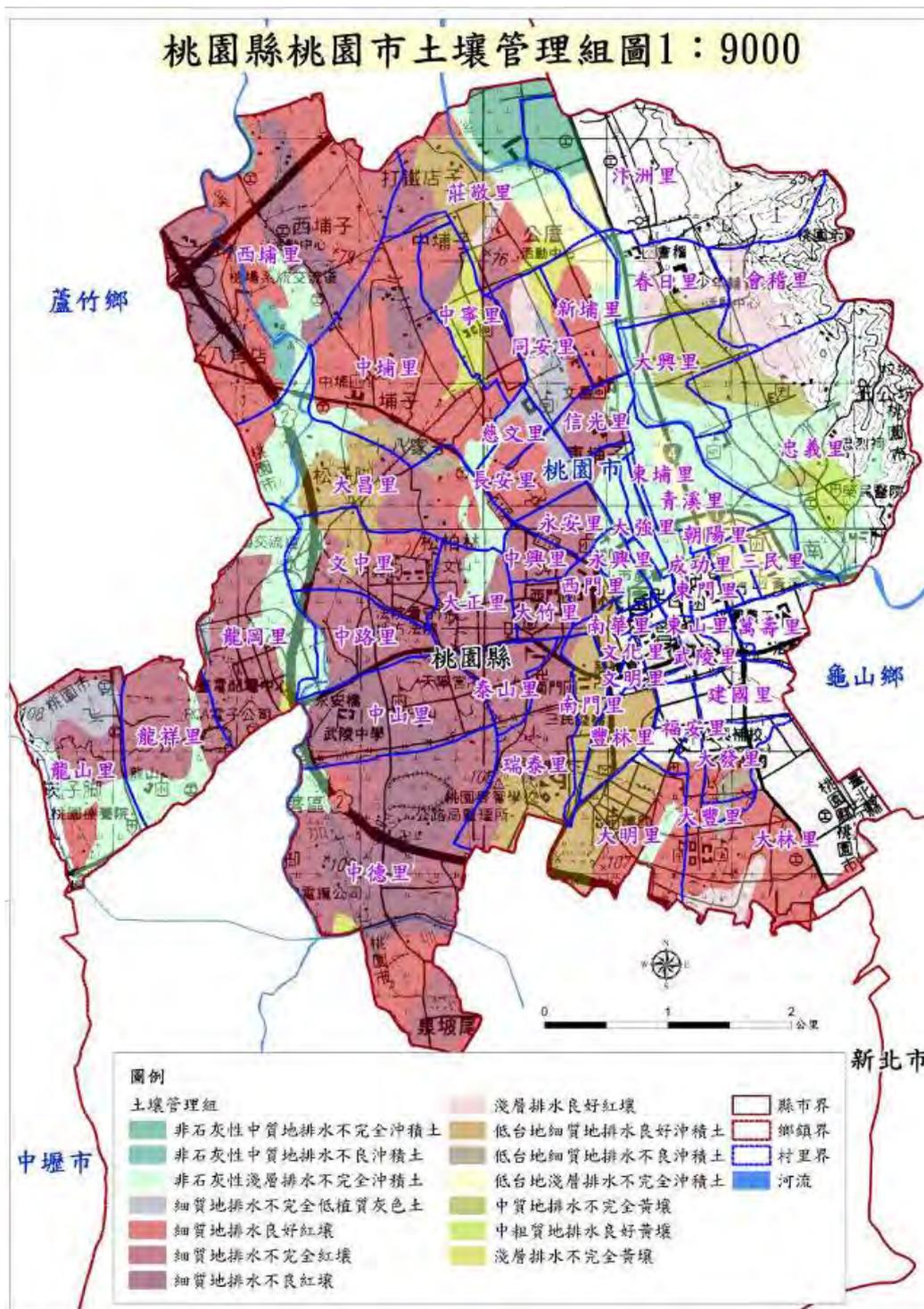
作物	氮(g/kg)	磷(g/kg)	鉀(g/kg)	鈣(g/kg)	鎂(%)	銅(mg/kg)	鋅(mg/kg)
小白菜	42-61	4.5-9.6	41-91	19-36	2.9-6.7	5.2-23	32-213



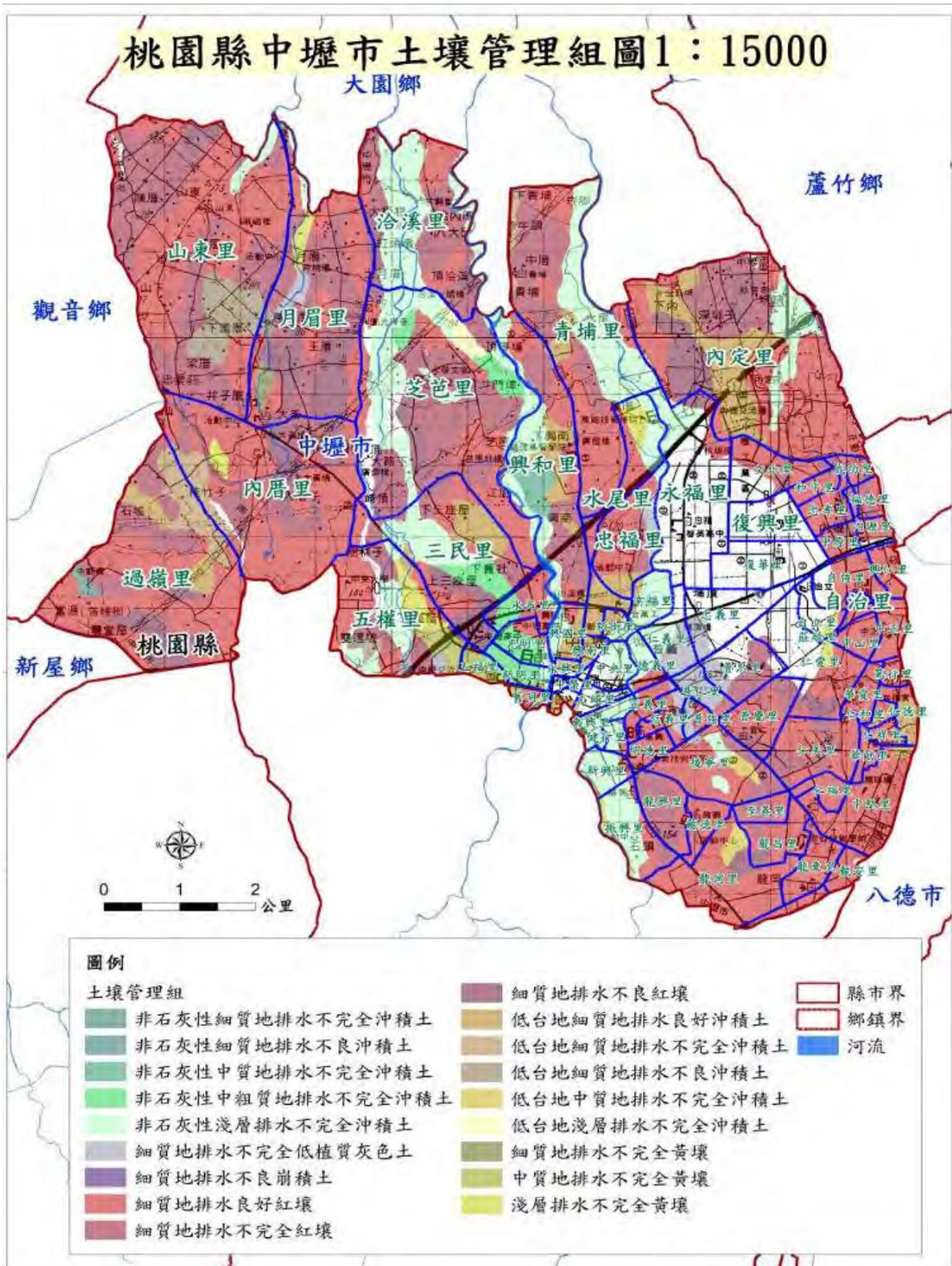
三、土壤管理與施肥推薦

(一) 產地縣市土壤管理組圖與理化性質介紹

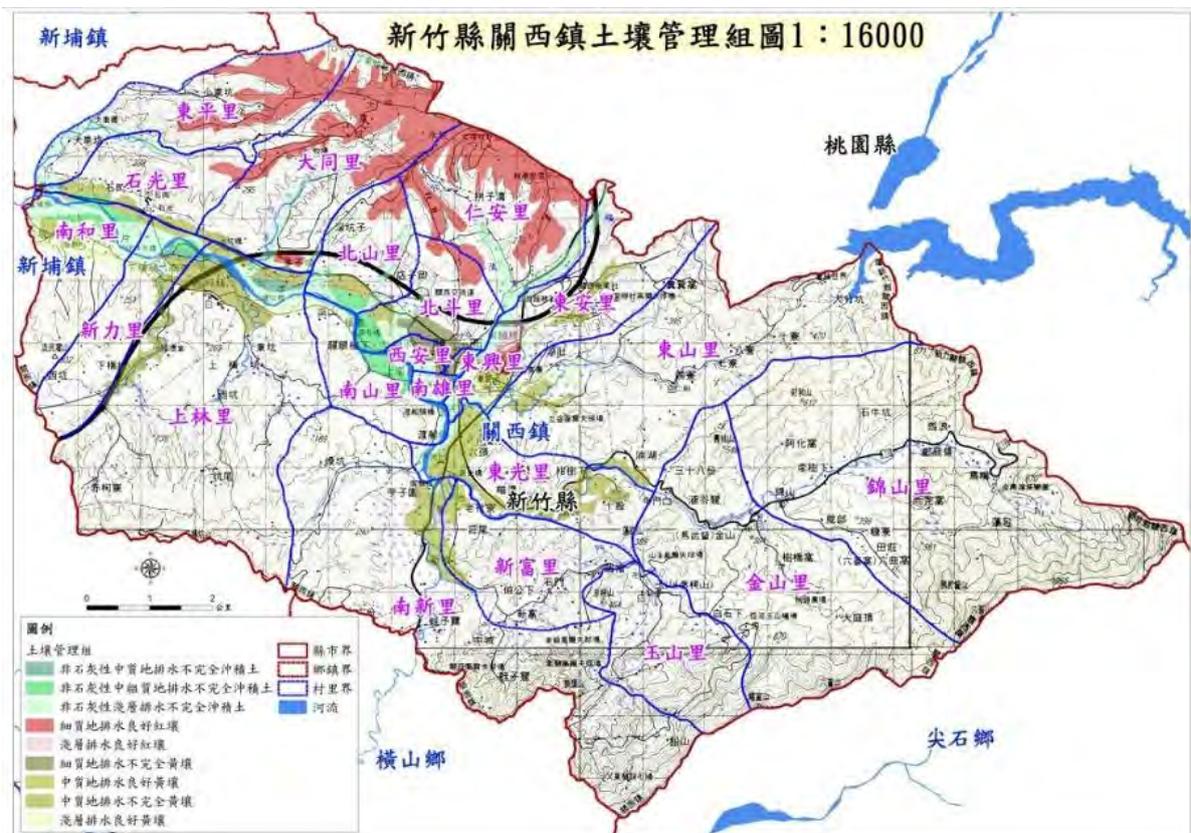
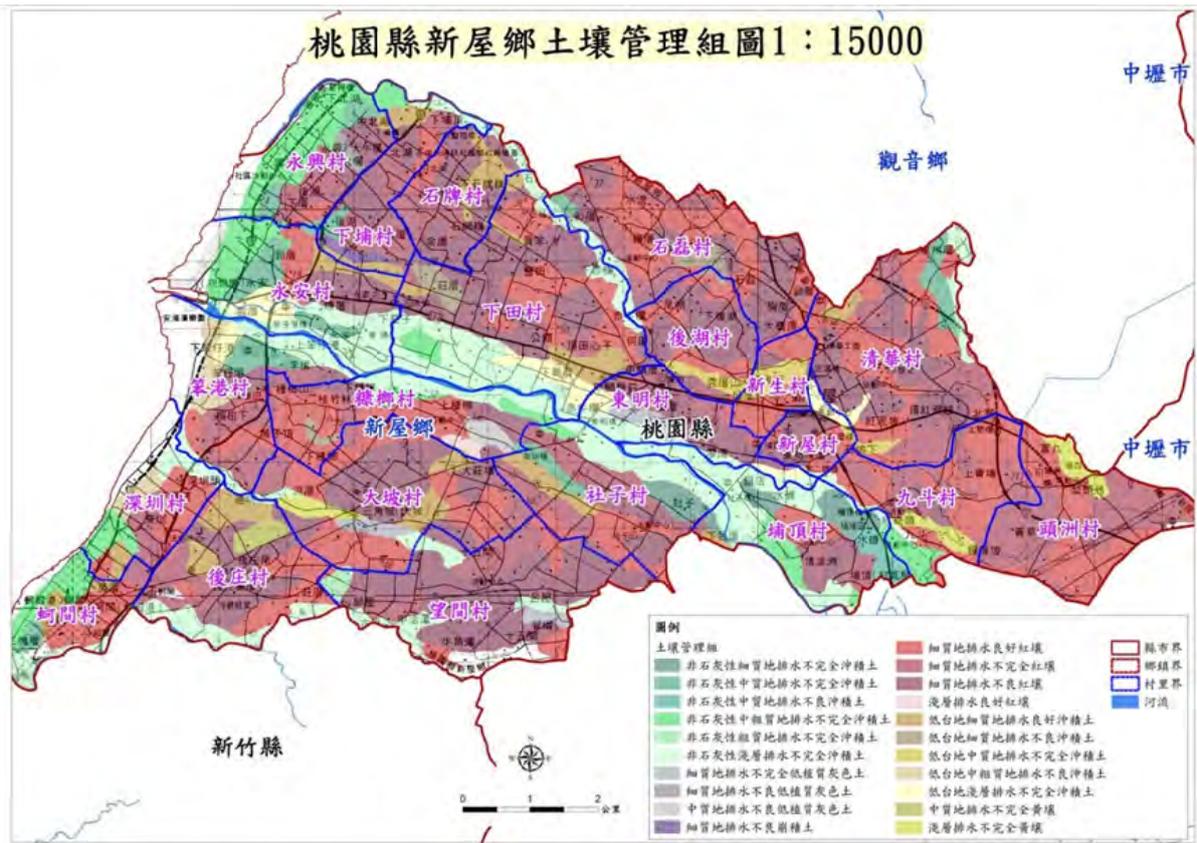
本場設施蔬菜產區主要分布在八德區、桃園區、新屋區、蘆竹區、中壢區、大園區、大溪區及關西鎮等地。依據各鄉鎮之土壤管理組圖顯示，大部分之土壤類型屬於細質地紅壤，排水良好及排水不良均有之。紅壤之黏性較重，且因為土壤溶淋情況較劇烈，致使鹽基離子容易流失，因此，土壤反應常偏酸且肥力偏低，且易發生鋁、錳的毒害。就北部地區土壤管理而言，首先最需要注意者為土壤酸鹼度。



農試所農化組土壤調查研究室製圖



農試所農化組土壤調查研究室製圖



農試所農化組土壤調查研究室製圖

(二) 土壤 pH 需求及改良

設施栽培小白菜之土壤酸鹼度管理與露天栽培相同，適宜範圍在 pH 5.5~6.8 之間。酸性土壤易缺乏鈣、鎂、磷要素，並有過量的鐵、鋁及錳等要素，鹼性土壤則易缺乏磷及微量元素。酸性土壤應施用石灰資材改善，以防止土壤逐步酸化。鹼性土壤 (pH > 7.0) 應停止鹼性資材及石灰資材之使用，必要時可施用硫磺或弱酸調降土壤酸鹼度。

(三) 土壤有機質含量

耕地土壤之有機質含量推薦值應在 30 g/kg 以上，但目前設施土壤之有機質含量大多超過 30 g/kg 以上，鮮少缺乏有機質。若土壤有機質偏低時，應施用植物性、高纖維質、較粗糙且分解緩慢之有機質肥料，如蔗渣堆肥、木屑堆肥及稻草堆肥等。有機質肥料選擇應配合土壤特性綜合考量，勿過量施用，以免提高有機質含量但卻造成鹽分及重金屬累積、養分不均衡或缺乏等問題。

(四) 水分灌溉管理、灌溉頻率及方式

一般設施多使用自動噴灌設施，建議噴灌時間設定為每日三次為宜，每次噴灌供水至表土層 10 公分的飽和水分含量約 50-70%，最好在上午八時，近中午十一時與下午二時之間各一次，若下午三時後未發現葉片有趨近萎凋的情形，則不需澆水，以降低夜間濕度。此外，切忌於黃昏澆水，如若陰雨天空氣濕度夠，葉片未見萎凋現象，也可停止澆水。(葉片若見凋萎，澆水是無助的。)

(五) 栽植密度、栽培曆及管理作業

表 3、小白菜栽培曆

作物	栽培型	播種 (種植)期	播種量 (公斤/ 公頃)	生育 日數	生產期	適宜土壤
小白菜	夏秋播	3-11 月	12	25-50 天	4-12 月	砂質壤土至黏 質壤土，pH 5.5-6.8
	冬春播	11-12 月			12-3 月	

表 4、小白菜植栽密度及栽培管理

作物	栽培型	行株距	主要品種	施肥量 (公斤/公頃)	肥料施用法
小白菜	夏秋播	行距： 10 - 15 公分	鳳山白菜、 鳳京白菜、 東京白菜	優質堆肥：10,000 氮：150-180 磷酐：90-100 氧化鉀：110-150	基肥：堆肥及磷肥 全部施用，氮肥及 鉀肥各施 34%。 追肥：氮肥及鉀肥 每七天各施 22%。
	冬春播	株距： 10 - 15 公分	鳳京白菜、 東京白菜		



四、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

(一) 參考實例或範例

1. 示範農戶：徐姓農友
2. 示範地點：桃園市蘆竹區
3. 作物：小白菜
4. 土壤肥力分析比較

田間示範觀摩土壤分析資料如表 2，徐姓農友網室土壤酸鹼度(pH 值) 示範區及對照區分別為 5.5 及 5.3，均為強酸性土壤，電導度均低於參考值 0.6 dS/m，土壤有機質含量示範區及對照區分別為 52 及 48 g/kg，均高於參考值 30 g/kg 以上，氧化鉀含量示範區及對照區均在標準值內，磷酐、氧化鈣及氧化鎂對照區均高於示範區，且均高於參考值。重金屬元素含量均低於管制參考值。綜合以上結論，示範區及對照區均為強酸性土壤，需每分地分別施用農用石灰 50-100 及 100-150 公斤改善土壤酸鹼度。

表 5、土壤分析資料

田 區	酸鹼度 (1:1)	電導度 (1:5) (dS/m)	有機質 (g/kg)	Bray-1 磷	有效 性鉀 有效 性鈣 有效 性鎂		
					----- (mg/kg) -----		
對照區	5.3	0.52	48	78	4	1,611	232
示範區	5.5	0.37	52	62	5	1,338	167
參考值	5.5-6.8	< 0.6	> 30	10-51	1-5	572-1,144	48-97

微量 元素	銅	鋅	鎘	鎳	鉻	鉛
	-----mg/kg-----					
對照區	13	27	0.03	1.2	0.4	6.9
示範區	13	33	0.03	1.2	0.5	7.4
參考值	<20	<50	<0.39	<10	<10	<15

註：pH 為土水比 1：1 之數值；土壤有效性磷以 Bray No.1 試劑萃取；土壤有效性鉀、鈣及鎂為孟立克氏 1 號萃取法；重金屬為 0.1N 鹽酸萃取。

5. 示範區及對照區施肥量比較：

(1) 示範區：

示範區網室每棟 (22 x 85 尺) 三作施用蔗渣 (1.1-0.6-1) 250 公斤及有機質肥料 (3-2-0.8) 100 公斤，共計施用氮- 磷酐- 氧化鉀 = 6.3- 3.8- 3.8 公斤，即每作每公頃施用氮- 磷酐- 氧化鉀 = 100- 60- 60 公斤。

(2) 對照區：

對照區網室每棟 (22 x 85 尺) 三作施用雞糞 (5-4-2) 3 公斤、有機質肥料 (2.2-1.2-1.2) 75 公斤及有機質肥料 (3-2.5-1.2) 40 公斤，共計施用氮- 磷酐- 氧化鉀 = 18- 14- 7.5 公斤，即每作每公頃施用氮- 磷酐- 氧化鉀 = 290- 225- 120 公斤。

表 6、示範區及對照區施肥量比較

田 區	氮素	磷酐	氧化鉀
	------(公斤/公頃)-----		
示範區	100	60	60
對照區	290	225	120

6. 產量及施肥成本比較：

(1) 示範區：

示範區前兩作種植小白菜，產量分別為 544 公斤/棟及 598 公斤/棟，以平均售價每公斤 15 元計算，共計收入 17,130 元，施肥成本則兩期作共計施用蔗渣 10 包，每包 130 元，總計為 1,300 元。

(2) 對照區：

對照區前兩作種植小白菜，產量分別為 534 公斤/棟及 570 公斤/棟，以平均售價每公斤 15 元計算，共計收入 16,560 元，施肥成本則兩期作共計施用雞糞八包及有機質肥料二包，雞糞每包 95 元，有機質肥料每包 135 元，總計為 1,030 元。

表 7、示範區及對照區施肥成本比較

田 區	產量 (公斤/棟)	收入 (元/棟)	施肥成本 (元/棟)	淨利 (元/棟)	淨利比較 (元/棟)
示範區	1142	17,130	1,300	15,830	+300
對照區	1104	16,560	1,030	15,530	0

北部地區之土壤性質多為細質地紅壤，土質較黏重，加上設施環境內土壤不受雨水淋洗，容易導致鹽分累積。因此，施肥量應該較露天栽培減少，宜先測定土壤電導度值再配合推薦量進行增減，若土壤肥分較高時，施肥量可減為推薦量之 1/2-1/4。小白菜之每公頃施肥推薦量為堆肥 10 公噸、氮 180-250 公斤、磷酐 50-75 及氧化鉀 120-180 公斤。

過量施肥及施用未發酵的雞糞，不僅造成土壤鹽類及重金屬的累積及臭味，更使蔬菜產量降低及病蟲害發生嚴重，所以應改施粗質有機質肥料（樹皮堆肥、甘蔗渣堆肥等）並配合適量化學肥料施用，不但可防止土壤鹽類及重金屬的累積，並減少化學肥料的施用及降低施肥成本。期可達到合理化施肥效益，生產品質優良之小白菜。



第三章 芹 菜

芹菜土壤管理與施肥推薦參考資訊

臺中區農業改良場 郭雅紋

一、作物產地分布與產業介紹

(一) 主要栽培作物品種介紹

芹菜為繖形花科草本植物，原產於歐洲地中海沿岸，臺灣各地都可見其栽植紀錄。臺灣栽培的芹菜以在來種為主，重要品種為「黃心芹」、「海南青」，後又增加「田尾種(青葉白骨)」及「青筒(食用抽苔的莖)」。

芹菜性喜冷涼，不耐夏季高溫，高溫長日時生長不良，而且品質比較差，秋冬是理想生長季節，以田間直播為主。栽培技術不足，單位產量差異可以倍計。開花期為七月至十一月，花朵細小呈白色。芹菜忌連作，使芹菜栽培發展出租地大面積輪作專業化經營型態。專業栽培面積大，可因應芹菜不能連作的限制，全年都可生產。

產地主要集中在中部濁水溪下游沿岸的雲林縣二崙、崙背等地(圖1)，以及彰化縣永靖、北斗、竹塘等鄉鎮。南部產區因過於炎熱，產期以秋冬為主。根據民國102年農業統計年報記載，全台栽植面積達1,017公頃，雲林縣、彰化縣和高雄市，分佔全台栽植面積之60.7、15.5及9.5%(圖2)；每公頃收穫量約20,000公斤。彰化縣栽植規模以竹塘鄉最大，佔三分之一，其次為大城鄉的18%；埤頭鄉、田尾鄉各為8%(表1)。濁水溪沖積物之來源為粘板岩風化物，坩粒含量較高，故生產區凡受濁水溪水灌溉之田區之表土均多少受其影響，土壤反應呈中、微鹼性至中鹼性(圖3-6)。



圖1、雲林縣芹菜分布圖
農業試驗所農業化學組製圖

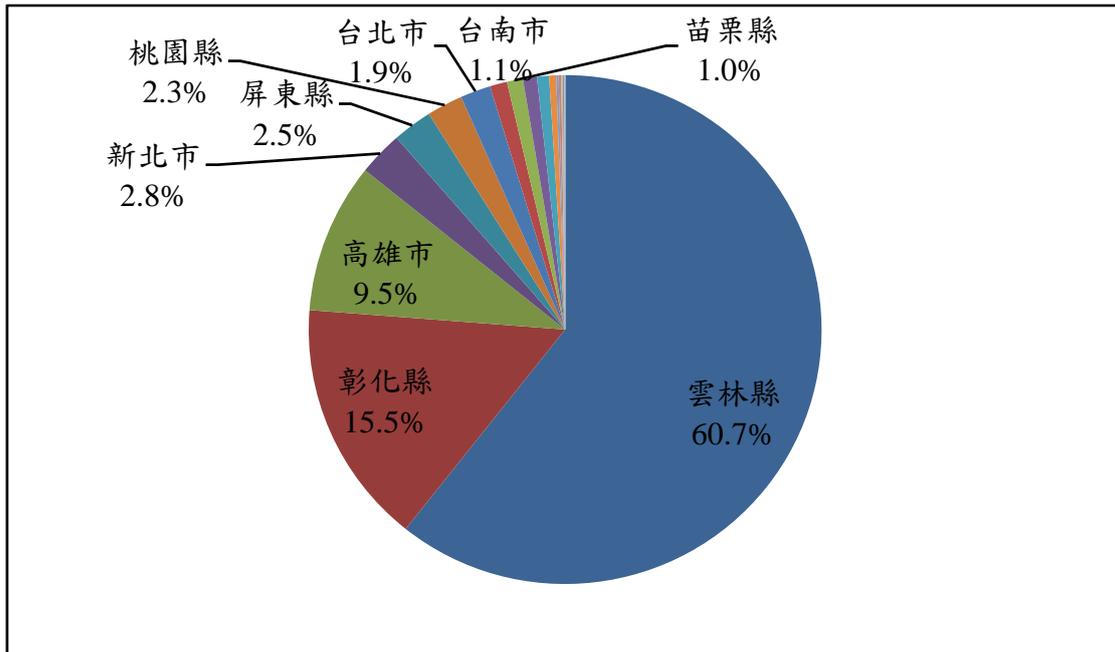


圖2、102年度全台芹菜栽植規模 (資料來源：民國102年農業統計年報)

表 1、民國 102 年度彰化縣芹菜作物規模別排序 (資料來源：農情報告資源網)

縣市鄉鎮名稱	種植面積	收穫面積	每公頃收量
	公頃	公頃	公斤
彰化縣竹塘鄉	52.30	52.30	25,000
彰化縣大城鄉	28.73	28.73	24,802
彰化縣埤頭鄉	13.17	13.17	24,586
彰化縣田尾鄉	12.96	12.96	31,192
彰化縣田中鎮	10.35	10.35	27,092
彰化縣芳苑鄉	9.37	9.37	25,000
彰化縣永靖鄉	8.30	8.30	34,963
彰化縣二林鎮	7.62	7.62	22,000
彰化縣北斗鎮	6.24	6.24	29,845
彰化縣溪州鄉	3.14	3.14	25,070
彰化縣社頭鄉	2.50	2.50	28,000
彰化縣埔鹽鄉	2.15	2.15	24,000
彰化縣溪湖鎮	0.60	0.60	25,000
彰化縣伸港鄉	0.30	0.30	20,000
彰化縣福興鄉	0.13	0.13	25,000
彰化縣芬園鄉	0.07	0.07	18,000
彰化縣鹿港鎮	0.05	0.05	24,000
合計	157.98	157.98	26,167

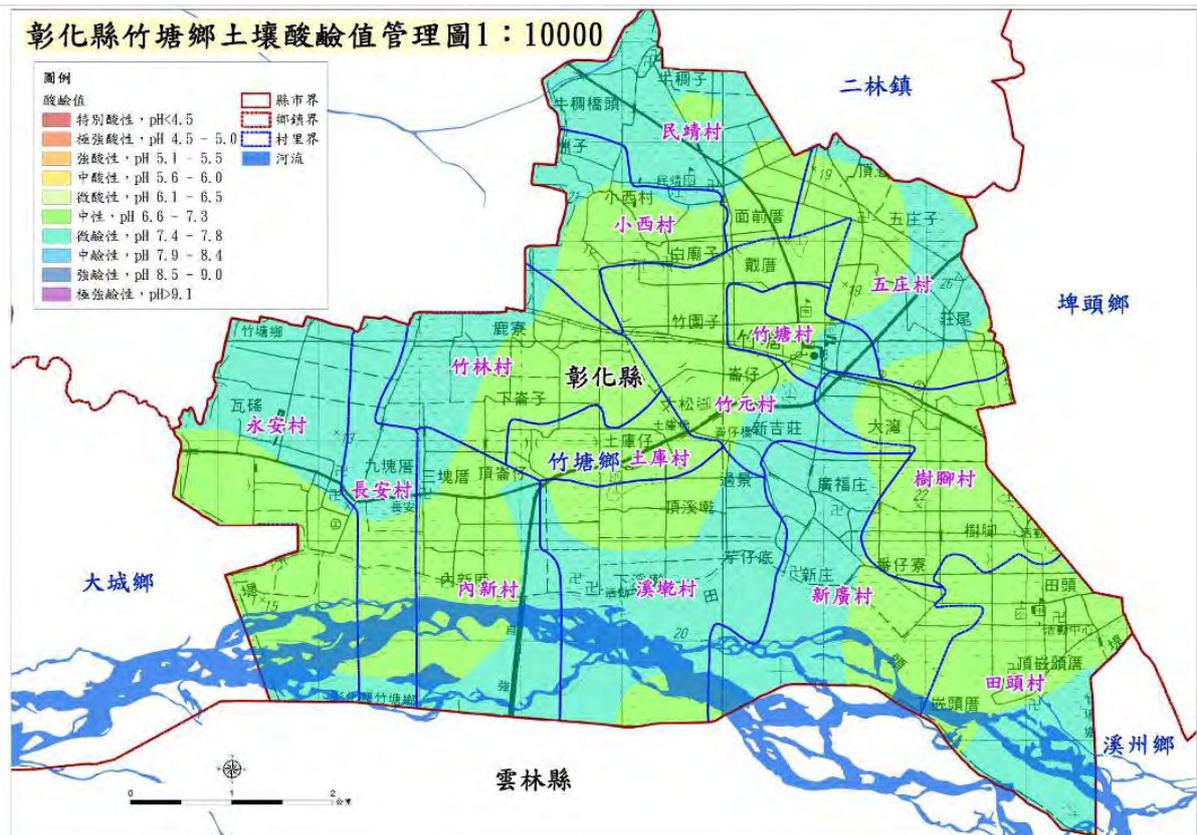


圖3、彰化縣竹塘鄉土壤酸鹼質管理圖
農業試驗所農業化學組製圖

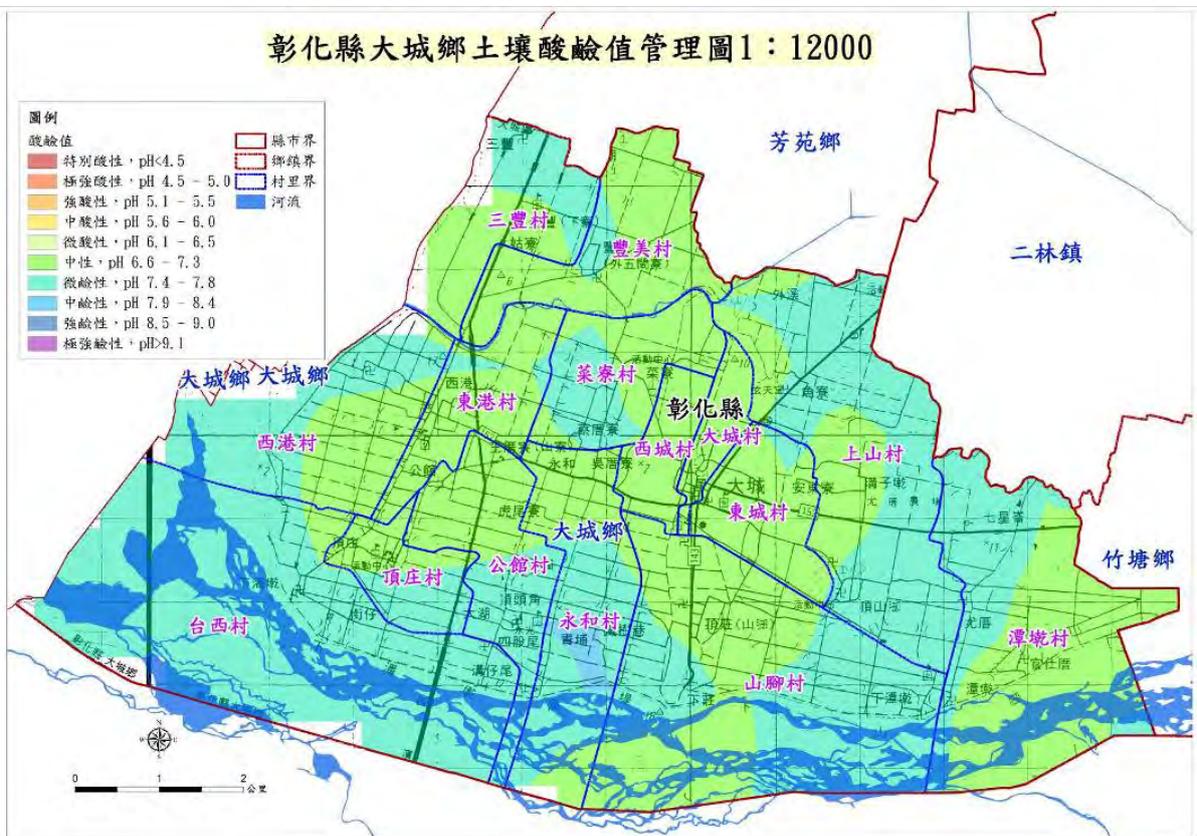


圖4、彰化縣大城鄉土壤酸鹼質管理圖
農業試驗所農業化學組製圖

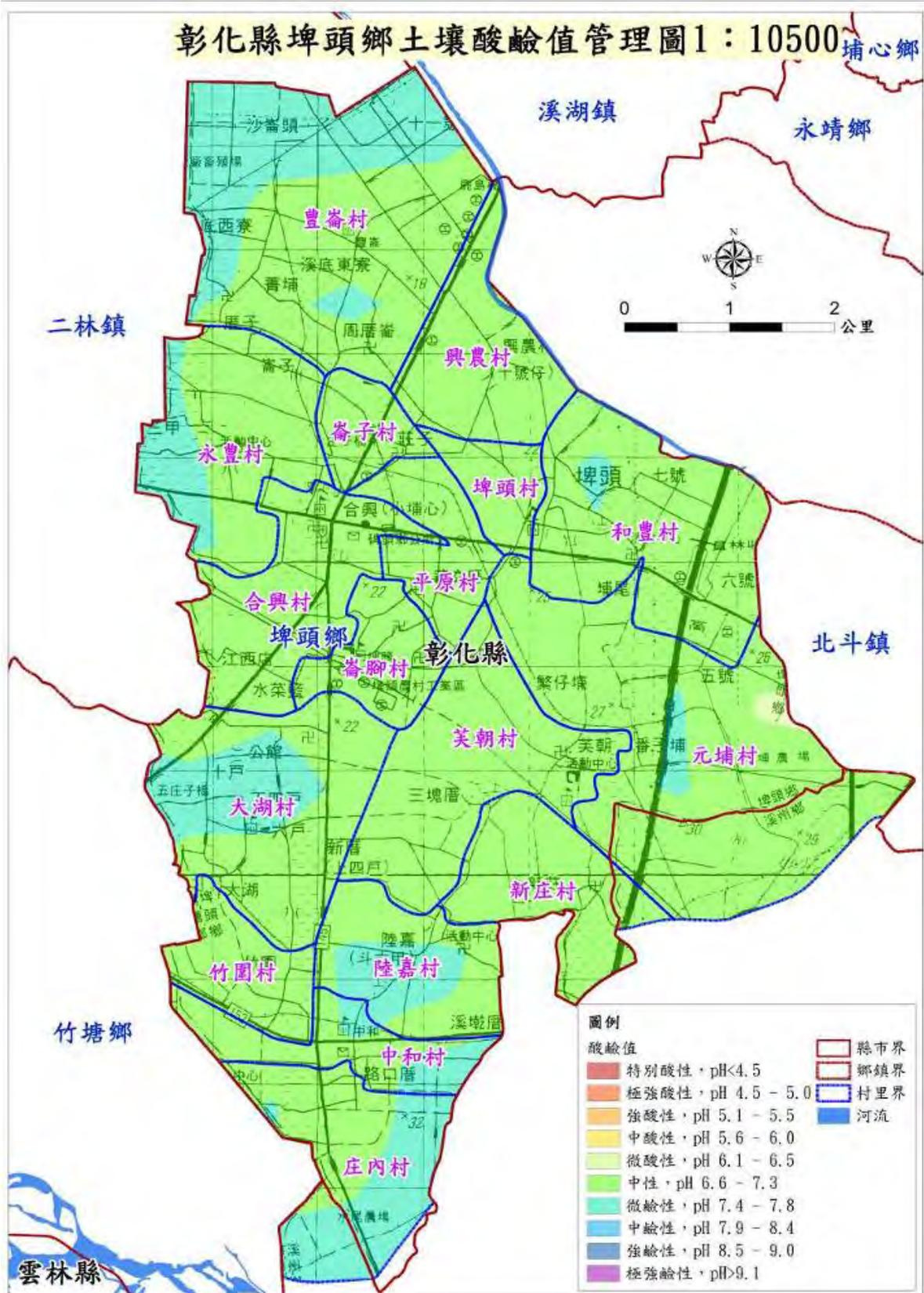


圖5、彰化縣埤頭鄉土壤酸鹼質管理圖
農業試驗所農業化學組製圖

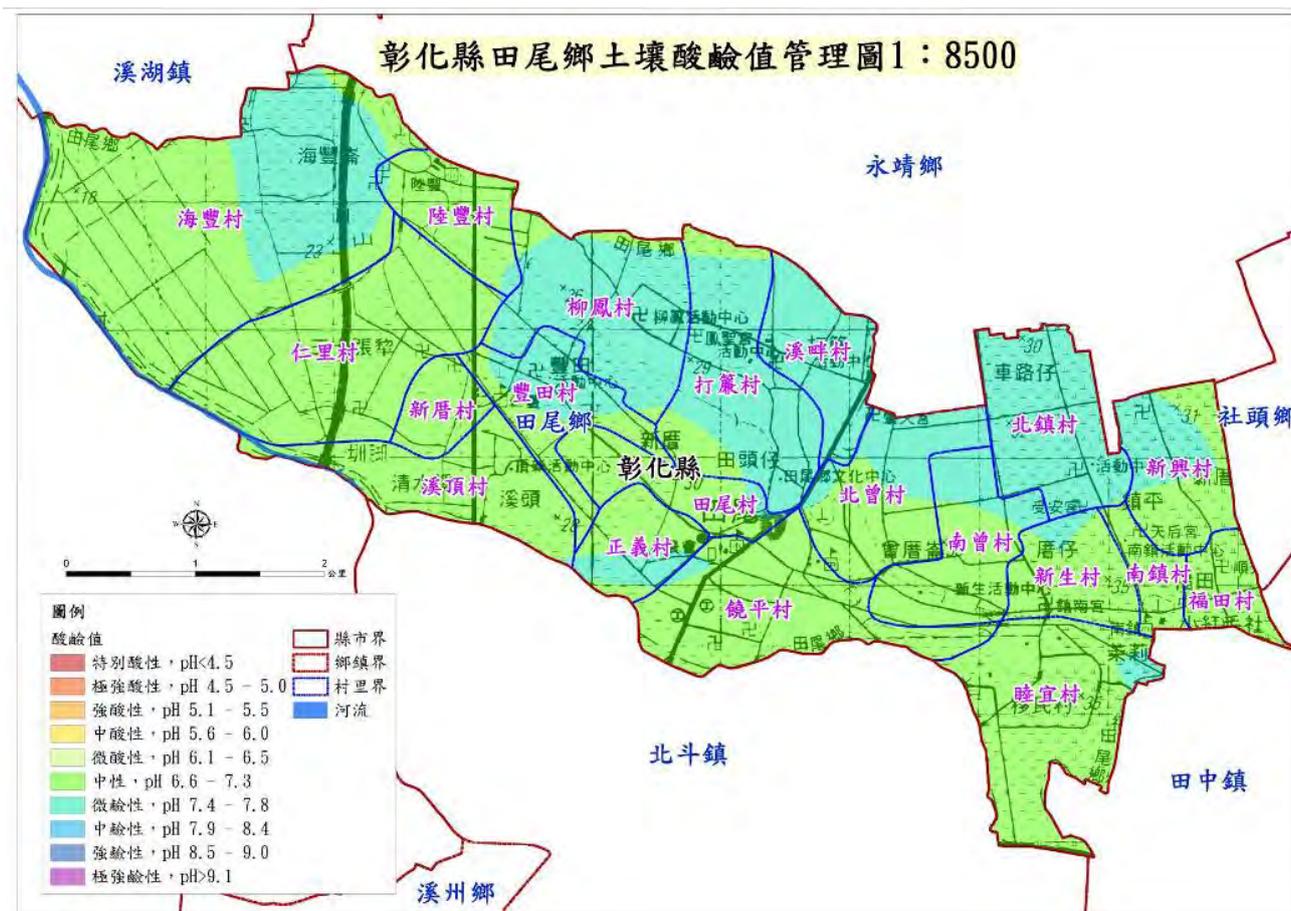


圖6、彰化縣田尾鄉土壤酸鹼質管理圖
農業試驗所農業化學組製圖

(二) 生育特性

芹菜播種後約 60-70 天即可收成，由於收穫部位為葉柄，葉柄長且纖維少、口感脆為高品質要求；而在弱光下栽培芹菜呈直立性生長，強光則抑制伸長，使葉叢橫向擴展。一般栽培常以遮蔭或密植達到高品質。若生育期間水分不足則生長滯緩，葉柄纖維組織發達，品質和產量下降。芹菜達適收期時，即快速老化，一般須在三至四天內採收完畢，為維持它的新鮮度，除儘量利用清晨的冷涼氣溫採收外，在分級後的芹菜上層放置碎冰，或迅速放入冷庫內儲放，一來減緩老化，二來增加脆度。

(三) 芹菜營養吸收特性調查

在芹菜主要栽培地區，依據芹菜生育期（播種後 30、40、50、60、70 - 80 天）選取生長勢良好之植株，採取全植株樣品，分析養分含量以及乾物重。植體以濃硫酸及雙氧水消化分解，取消化液用微量擴散法測定氮，磷用比色法定量，鉀用火焰光度計測定 (Sherwood flam photometer 410)，鈣及鎂則用原子吸收光譜儀 (Hitachi Polarized Zeeman Atomic absorption spectrophotometer Z-5000) 分析。微量元素銅、錳、鋅及鐵則以 1 N 鹽酸反應並以原子吸收光譜儀分析。

各養分吸收量則利用計算公式得知： A 養分吸收量 (g/plant) = A 養分含量 (%) × 植物體樣品乾物重 (g/plant)。表2芹菜植株養分濃度值顯示，各種要素以鉀吸收量最

多，氮和鈣次之、磷較低，需肥特性芹菜喜鉀；每生產一公斤產品，需吸收氮 1.4g、磷 0.25g、鉀 2.6g、鈣 1.3g。

表 2、芹菜植株養分濃度值 (試驗值)

N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
-----g/kg-----				-----mg/kg-----				
31.2±1.8	5.3±0.2	56.1±3.5	27.4±4.2	3.9±0.2	12.8±2.9	62.7±8.3	93.4±12.6	807±72.9

二、芹菜施肥推薦

芹菜栽培過程土壤及施肥管理對產量及品質穩定影響極大。適宜的土壤pH 值 5.6-6.8，彰化縣產區土壤反應呈中、微鹼性至中鹼性，不需再以石灰資材進行酸性改良。但若土壤酸鹼值低於5.5，可於第一次整地（粗整地）前每公頃全面撒施石灰石粉或苦土石灰（白雲石粉）1-2公噸，犁入土中與土壤充分混合。

三要素推薦量為每公頃氮素150-230公斤、磷酐60-90公斤、氧化鉀150-180公斤。施肥時期及分配率詳見表3。表3係根據田間直播栽培方式微調作物施肥手冊（表4）推薦施肥時期及分配率，將追肥由二次增分為四次。

- (一) 堆肥及基肥於整地時全面撒施後，犁入土中與土壤充分混合。
- (二) 種子發芽及幼苗期，表土需經常保持濕潤。
- (三) 播種後至幼苗期，因植株根系尚未發達，且基肥已施用下，此階段並不須施用追肥，但田間直播由於出苗慢，可於發芽出苗後微施氮肥增加生長勢。
- (四) 間拔後，為促使葉片生長及葉面積增加，此時可選用氮含量較高之肥料追肥一次，使生長前期氮充足，可避免提早抽苔。
- (五) 至葉柄快速生長期，若氮肥施用量過高，植株生育會較軟弱而脆度降低，進而影響口感及儲運，因此，在葉柄快速生長期應適度降低氮肥施用量，提高鉀肥施用量。

其他注意事項

進行追肥後，可以撒布機鼓風或酌量噴水減少肥料附著於葉片上，降低損傷。植株約 30 公分以上應做好防風措施避免傾倒，一般用網子圍在四周。注意土壤水分含量之充足與穩定以利肥效，若遇多雨氣候，肥料要少量多次分施，並增施鉀肥。

表 3、施肥時期及分配率 (%)

	基肥	發芽至對葉	一追 發芽後 20-25 天 /間拔	二追 發芽後 40-45 天	三追 發芽後 60 天
堆肥	100	-	-	-	-
氮肥	40	10	10	20	20
磷肥	100	-	-	-	-
鉀肥	30	-	20	25	25



表 4、施肥時期及分配率 (%)

	基肥	一追 發芽後 30-40 天	二追 發芽後 60-70 天
堆肥	100	-	-
氮肥	35	35	30
磷肥	100	-	-
鉀肥	35	35	30

三、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 芹菜元素缺乏症-缺硼

芹菜需肥量較高，但也會發生因施肥過量引起其他養分缺乏徵狀。氮多、鉀多、低溫乾燥等因素均會造成硼吸收受到阻礙。植株對硼的吸收受阻時容易產生莖裂。莖裂大部分發生在外葉上，主要是葉的內側的一部分表皮開裂。另外，心葉發育時，如果缺硼，心葉的內側組織變成褐色並發生龜裂；若鈣不足，可能導致生長點壞死。防止發生的首要方法是注意施肥，不要造成硼的吸收受阻。

此外，不要過分乾燥，低溫時要進行適當的保溫和滿水。可用灌水的方法來調節土壤中的肥料濃度。芹菜生長不好，大多是由於育苗管理和定植時的管理不良，而造成根量不多發育不好。

(二) 缺鎂

如土地排水不良，土壤密實，使根系伸展不良。這時若想多施肥料，促使植株生長也是困難的。豬糞、牛糞堆肥施用量增加，可造成土壤中鉀的積累，引起鈣和鎂的不足。缺鎂時是沿著葉脈間褪色。防治方法可在葉面噴施鎂肥，進行根外追肥補充鎂，也可根據土壤 pH，施用硫酸鎂或氧化鎂。

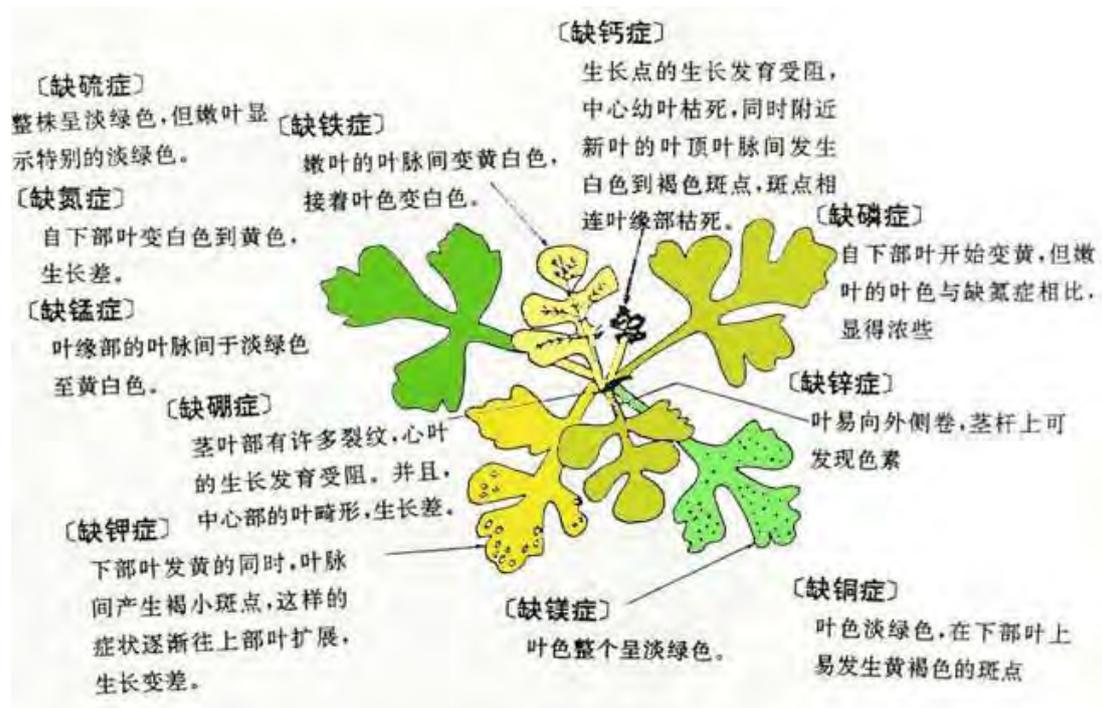


圖 7、芹菜要素缺乏症示意圖

(圖片來源：<http://202.118.167.67/eol/data/res/shucaiyinyang/ch3/image/t22.JPG>)

四、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

(一) 田間肥培管理實例

於彰化縣北斗鎮進行芹菜合理化施肥示範，示範區土壤基本性質如表 6，土壤酸鹼值、電導度、磷及鉀、鈣等養分均屬正常量值，及土壤有機質和鎂量甚豐，不須進行調整。於民國 101 年 9 月 17 日直播，故基肥於 9 月 15 日全面撒施後整地作畦。本次施肥種類及施用量如表 7 所示，為每公頃氮 163 公斤、磷酐 66 公斤、氧化鉀 96 公斤，每公頃收穫量為 29,125 公斤。肥料種類選擇應以方便取得且價格便宜為主。

表 6、合理化施肥示範區土壤基本性質

pH _(1:1)	EC _(1:1)	OM	Bray 1 P	Exchangeable cation (mg/ kg)		
	dS/m ⁻¹	(g/ kg ⁻¹)	(mg/ kg ⁻¹)	K	Ca	Mg
5.65	0.98	4.78	24	77	1998	354

表 7、芹菜施肥時期及複合肥料用量 (公斤/0.1 公頃)

肥料別	基肥 9/15	發芽至對葉 10/17	一追 10/25	二追 11/3	三追 11/10
堆肥	-	-	-	-	-
尿素	7.8	-	-	-	-
硫酸銨	-	6.42	6.0	8.0	-
氯化鉀	-	-	3.0	3.0	-
39 號複肥	30	-	-	-	-
特 1 號複肥	-	-	-	-	24



第四章 龍鬚菜

龍鬚菜土壤管理與施肥推薦參考資訊

花蓮區農業改良場 倪禮豐

一、適宜栽植風土條件

(一)主要栽培作物介紹-品種及產地分佈

梨瓜 (*Sechium edule* (Jacq.) Swartz.), 又名隼人瓜、佛手瓜及香櫞瓜等，為葫蘆科多年生宿根蔓性植物，原產於中南美洲，西元 1935 年引入台灣。「龍鬚菜」即是梨瓜植株的嫩梢部分，全年皆可生長，是重要的夏季蔬菜，故近年來嫩梢栽培面積日漸增多，以花蓮地區生產面積最大，約維持在 80-120 公頃。又因其較少發生嚴重病蟲害，一般栽培時也很少施用藥劑，而且根系發達，種植初期僅需除一至二次雜草，成活後生長勢強，覆蓋快速，無雜草問題，可說是符合有機栽培的條件需求，極具發展成有機葉菜類的潛力。

(二)產業介紹

梨瓜根系發達，莖部圓形，蔓長可達 10 公尺以上。葉互生，全緣，深綠色，稍有茸毛，掌狀五角形，與捲鬚對生。雌雄同株異花，蟲媒花。果實梨形，果面有五條縱溝，果皮綠色至乳白色。種子卵形扁平，與果肉不易分離，不具休眠性，未熟果即能發芽，種皮無控制種子內水分損失之功能，故種植時須連果實一起栽植。目前台灣僅綠色種及白色種兩栽培品種，皆可再分為有刺種及無刺種，作為葉菜類栽培時應選擇無刺種為宜。



圖 1、生長勢強、覆蓋良好的龍鬚菜

(三)氣候條件

龍鬚菜性喜溫暖而雨水分佈平均的氣候，生育適溫為 18-28℃，12℃ 以下停止生長，溫度超過 30℃ 以上時生長勢較弱，可短暫耐受 40℃ 的高溫。適合中等日照，稍耐陰，日照過強及日照時數過長反而會抑制其生長。在溫暖且無乾季的地方為多年生植物，可作為宿根栽培葉菜類。花蓮地區栽培時僅在冬季及春季結果，可夏季採收嫩梢，冬春採果實，一舉兩得。

(四)土壤條件

龍鬚菜對土壤選擇不苛，pH 值在 5.5-7.5 範圍內皆可適應，但以含有多量有機質，保水力較強的壤土或黏質壤土較理想。性忌乾燥，但田間不宜積水，地下水位高之地，則須注意排水，或築高畦栽培，否則生育不良。



圖 2、栽培龍鬚菜宜築高畦以利排水

二、栽培管理與施肥推薦

(一)繁殖與催芽

龍鬚菜繁殖法計有實生、分株及側枝扦插等，一般多採用實生方式，植株生長較佳。因種子與果肉較不易分離，故實生繁殖係將種子與果實一起種植。栽培用的種果，應選自母本強健、豐產和品系優良的植株。最好實施人工控制授粉，以確保品系之純正，種果最適採收期在開花後的 40-50 日，此時果面凹凸明顯並有光澤，果皮強韌不易劃破，已達充分成熟。有些果實老熟時，在植株上即會發芽露出子葉。如小面積栽培時，可採發芽果實直接種植。扦插則以健壯之蔓為插穗，每穗二至三節。



圖 3、梨瓜種果發芽情形

因為龍鬚菜（梨瓜）果肉甚厚，種植後需經一個月以上的時間始能發芽。若不先行催芽，果實常在未發芽前即已腐爛。所以除了子葉已露出的種果可以即時種植外，其他種果最好先行催芽，再行播種。催芽時將種瓜放於紙箱並置於暗處 7-14 天，待子葉長出後，再移到本田，或者用銳利小刀，沿果部的凹溝切傷，使子葉容易抽出，亦可促進發芽。

（二）種植時期

龍鬚菜雖然一年四季均可播種，但以十月至翌年三月較適宜。若於夏季高溫期播種，則種果成活率較低，容易造成缺株。

（三）整地及播種

本田深耕耙平後，按行距 1.2-1.5 公尺開溝，將基肥施入溝內並與土壤充分混合後作畦。畦面呈弧形，以利排水，地下水位高的地區尤應築 40 公分深以上之高畦。作畦後按株距 0.3-0.6 公尺挖淺穴，將已萌芽之種果，斜放一半埋入土中，子芽部位朝上露出土面，不可被土埋沒，以免子芽腐爛。每一土堆（或穴）種植一株，播種後需灌水，日照強的季節可遮蔭以利成活。新植園地或多年生栽培圃如發生缺株，應儘早補植，以免影響產量。



圖 4、龍鬚菜以種果播種情形



圖 5、已萌芽之龍鬚菜種果，子芽部位朝上露出土面



圖 6、梨瓜種果於土中發芽情形

(四) 遮蔭及敷蓋

龍鬚菜以採用匍匐栽培較多，為防止種果凋萎，播種後最好用稻草敷蓋在種果上方遮蔭。至幼株成活後，植株周圍 30 公分內可敷蓋一層稻草於土表，以減少水分的蒸發及雜草的生長。

(五) 灌溉

龍鬚菜生長力旺盛，葉面蒸發量亦大，必需充分灌溉以保持土壤經常濕潤。灌溉時間以早晨或傍晚為宜，高溫期（如夏季午間）應避免畦溝內長時間積水。

(六) 整枝

主蔓長至 50 公分時，實行第一次摘心，也就是第一次採收。第二次以後的摘心採收，視植株生長勢而定，務須考慮植株上所留葉片的數量，是否足夠維持光合作用，在不影響植株生育的情形下，才可採收嫩梢。

(七) 更新

龍鬚菜係多年生作物，環境適宜時可宿根栽培採收多年，如發現嫩梢產量明顯下降且變短或變小，應予廢耕。因性忌連作，故應易地重新種植，原地則可改種其他非葫蘆科（瓜類）作物。

三、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

(一) 龍鬚菜目標推薦量估算

龍鬚菜為宿根連續採收型之葉菜類，在作物施肥手冊中並無其肥料推薦量相關資訊。經田間訪查，扣除不定期如油粕類有機資材投入，吉安地區平均每月每分地放一

包 1 號複肥 (20-5-10)，即 960-240-480 公斤/公頃/年。

花蓮場試區民國 104 年 2 月 13 日定植，四月開始調查各畦產量，至六月累積產量為 3,620 公斤/公頃/月，CV 4.8 %，顯示試驗田區相當均質。成分分析結果平均為氮 50 g/kg，磷 8 g/kg，鉀 30 g/kg，換算為 N- P₂O₅- K₂O 單位面積移出量為 4.5- 1.7- 3.3 公斤/公頃/月。以肥料利用率 20 % 估算，三要素需求量为 270- 100- 200 公斤/公頃/年，上述農民習慣用量約為其三倍之多。

參考同為宿根連續採收型之葉用甘藷及蕹菜推薦量 300-150-500 公斤/公頃/年，故折衷以 300-120-360 公斤/公頃/年為目標推薦量。

(二) 慣行施肥推薦

1. 基肥

每公頃以含三要素平均之腐熟堆肥至少 10 噸以上，以及相當於 25-120-30 公斤之化學肥料作為基肥，條施於畦溝或全面撒施，與土壤充分混合後再作畦，以利長期採收。上述肥料用量換算為常用單質肥料為 120 公斤硫酸銨、660 公斤之過磷酸鈣及 50 公斤氯化鉀。

2. 早期追肥

早期追肥可以環施、條施或撒施等方式交替為之，施肥後須覆土。環施時將追肥沿距植株基部約 10 至 30 公分處施用一圈，條施時沿畦面邊緣帶狀施用，撒施則全區全面平均施撒，三者於施肥後皆需以中耕機進行覆土作業。第一次追肥於第一次摘心後施用，其後每 20-30 天約每公頃施用相當於 25 公斤氮及 30 公斤氧化鉀為追肥，但應視天候及植株生育情形，酌予增減施肥量。上述肥料用量換算為常用單質肥料為 120 公斤硫酸銨或 50 公斤尿素及 50 公斤氯化鉀。

3. 後期追肥

後期地上部覆蓋良好時，環施及條施作業不易，亦可選擇液肥與撒施交替使用。

(三) 有機栽培施肥方法推薦

1. 基肥

每公頃以含三要素平均之腐熟堆肥至少 10 噸，以及約 450 公斤之大豆粕作為基肥，於作畦前條施於畦溝或全面撒施，與土壤充分混合後再作畦，以利長期採收。其中豆粕可以其他油粕類（如菜子粕或花生粕）或含氮較高之資材代替，但應依其資材氮含量酌予增減施用量。

2. 早期追肥

早期追肥可以環施、條施或撒施等方式交替為之，施肥後須覆土。環施時將追肥沿距植株基部約 10 至 30 公分處施用一圈，條施時沿畦面邊緣帶狀施用，撒施則全區全面平均施撒，三者於施肥後皆需以中耕機進行覆土作業。第一次追肥於第一次摘心後施用，其後每 20 天約每公頃施用 450 公斤之大豆粕作為追肥，但應視天候及植株生育情形，酌予增減施肥量。

3. 後期追肥

後期地上部覆蓋良好時，環施及條施作業不易，亦可選擇有機液肥與撒施交替使用。



第五章 番 茄

番茄土壤管理與施肥推薦參考資訊

高雄區農業改良場 蘇博信

一、適宜栽植風土條件

(一) 氣候條件

番茄喜愛涼爽乾燥氣候，最適生育溫度為範圍 10-33°C，土壤溫度為 18-23°C，最佳結果溫度則為 19-24°C，溫度超過 30°C 時，則發育不良，果實著色不佳，不呈紅色而呈橙黃色。當夜溫過高時，易引起嚴重落花現象，致使結果不良或所結果實較小；溫度過低時，生育緩慢。日照長短與番茄花芽分化並無顯著關係，但光照強弱對花芽發育則影響甚巨。在光照強度低弱時，易發生徒長、落花之現象，且果實不易肥大。一般番茄最適合的光度範圍為 50-80 Klux，氣候以晝夜溫差較大、雨量稀少或無雨、濕度偏低(幼苗期土壤相對溼度 30-50 %、結果期土壤相對溼度 75-85 %及空氣相對溼度 50-60 %為宜)、日照充足之條件下，為番茄較佳生長環境。

(二) 土壤條件

番茄田區之肥培成效與土壤肥力或養分有效性有關，也與土壤性質習習相關，總稱為土壤管理。土壤管理乃為多面向組合，包括土壤養分含量、土壤水管理、土壤酸鹼值 (pH)、土壤質地、土壤有機質等，因此，土壤分析與土壤資訊結合之土壤管理組資料庫極具參考價值。

土壤質地影響肥培方式甚深，粗質地保水保肥力較中細質地土壤差，肥料用量與施肥頻率所採取策略宜少量多次以減少流失。土壤質地更影響灌水分管理方式，溼式管理為經常維持表土 5-10 公分左右土壤 8-9 分濕潤，於露天番茄田區較難實行，可由土壤質地決定灌濕土層深度與灌溉頻率。質地黏重之壤土，黏壤土，黏土或留草，水移動慢保肥與水較佳，灌濕至 8-12 公分為止，因移動(慢)至 20 公分時水與養分約已耗盡，給水頻率可為 1 次/4-5 天或 1 次/週；輕質地砂質土，砂壤土或無草則水移動快保肥與水較差，灌濕至 5-8 公分止，移動至 20 公分時水與養分約已耗盡，給水頻率則應為 1 次/2-3 天或 2 次/週。

土壤酸鹼值對巨量與微量元素之營養管理：pH 4.5-5.0，甚至 4.0 以下之酸性土壤，其土壤交換性鈣與鎂含量甚低，分別約為 300-800 mg/kg 及 40-50 mg/kg，需施用苦土石灰改良，一般 pH 4.5-5.0 可能鎂，硼及鈣缺乏，但可用施肥策略矯正，有時施用硫酸鎂優於苦土石灰，硫酸鎂為水溶性，所需水量少；配合噴水管路使用有時 3-4 噸/公頃硫酸鎂效果相當 9 噸/公頃苦土石灰。

土壤有機質管理：土壤有機質含量 15-20 g/kg 對番茄生長已足夠，而土壤有機質含量 10 g/kg 以下之石礫地或極砂土，保水保肥差，應可以施用非豆粕類但纖維質（氮不高於 20 g/kg）或碳較高或 C/N 較高之有機資材，或以含有機質之複合肥料取代部分化學複合肥料，以改善土壤理化性質，但仍以水分與肥料藉管路少量多次管理方式優於

有機質之添加。土壤有機質管理目的為改善土壤物理性質，增進肥料與水分於土壤之縱向的通透性，減少橫向流失。

(三) 主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

依據民國 102 年農業統計年報顯示，目前台灣地區栽植番茄面積達 5,634 公頃，其中嘉義縣居冠，達 1,004 公頃，其次為台南市，共栽植 999 公頃，而高雄市則位居第三，面積約 967 公頃，其餘分佈於雲林縣 (686 公頃)、南投縣 (518 公頃)、彰化縣 (453 公頃) 及苗栗縣 (299 公頃) 等地區。

目前高屏地區番茄主要分布於阿蓮、路竹、美濃、旗山、九如、里港、崁頂及萬丹等地區。小果番茄品種多達數十種，溫室主要栽種品種包括紅色品系玉女、櫻蜜、紅心娘及黃色品系金瑩等。高雄市為番茄重要產區之一，主要以紅色及黃色小果番茄為主，其中路竹區栽植面積較大，達 318 公頃，為主要紅色小果番茄之產區，如圖 1 所示。生產時期包括早、中二期為主，因路竹區下坑地區之土壤鈉含量較多，所生產之小果番茄具“酸甜鹹”之口感最富盛名；其次為美濃區小果番茄種植面積約為 202 公頃，生產時期為中期果為主，主要以橘黃色之澄蜜香小果番茄最為有名，為小果番茄中果實較大且皮薄之品系；阿蓮區種植之小果番茄面積則位居高雄市第三，約 199 公頃，其種植品系與路竹區類似，主要以紅色小果番茄為主，生產時期包括早、中、晚三期皆有，以阿蓮區中路里所以生產之紅色品系小果番茄最富盛名。

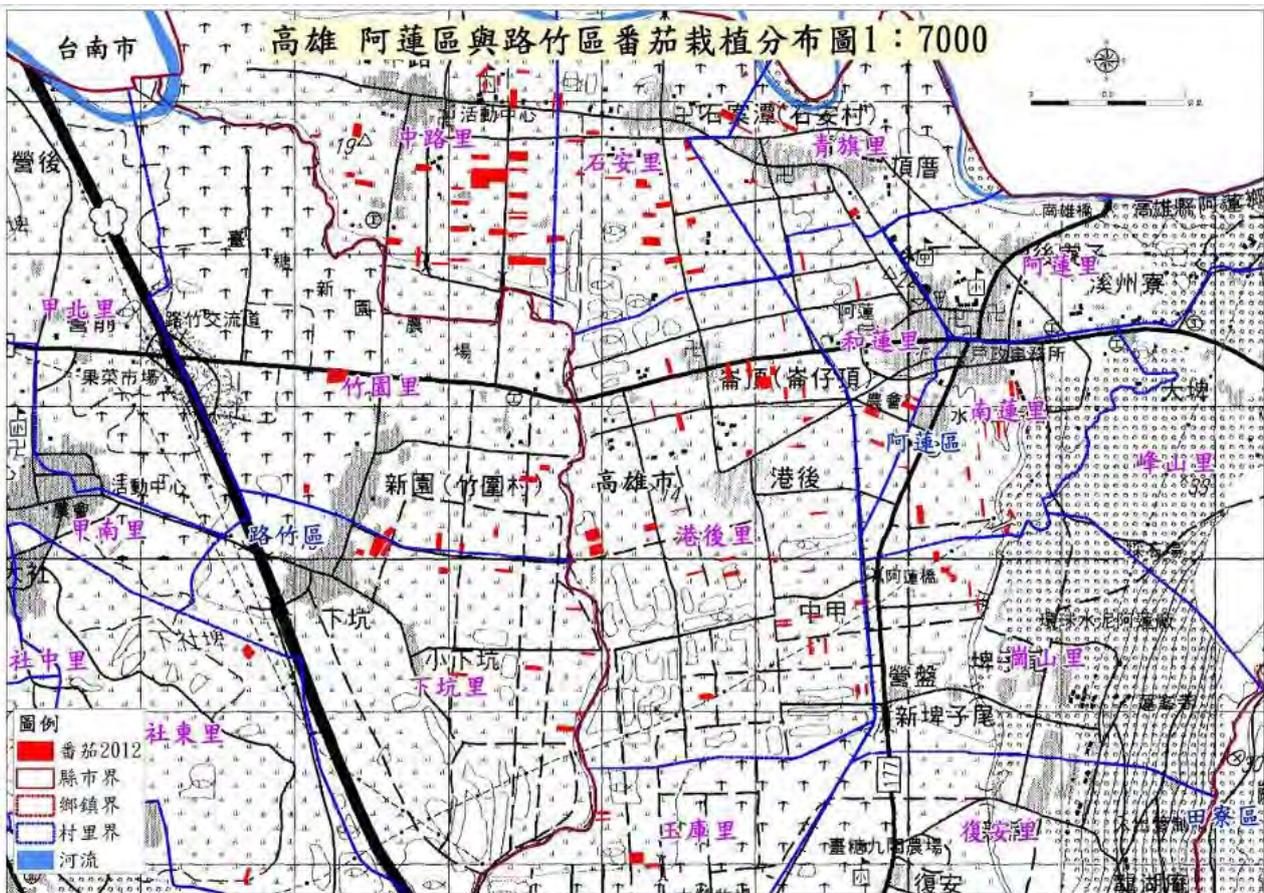


圖 1、高雄市路竹區及阿蓮區番茄栽植分布圖
農業試驗所農化組土壤調查研究室製圖



依據土壤管理組圖 (圖 2) 得知，高雄市阿蓮地區及路竹地區土壤主要為排水良好或不完全之中粗細質地之沖積土。其中路竹區下坑里、港後里、玉庫里、復安里、社東里、甲南里及甲北里等區域屬低地石灰性細質地排水不完全沖積土，而路竹區竹園里及崙頂則屬於低地石灰性中質地排水良好沖積土；阿蓮區中路里及石安里等地區屬於低地石灰性細質地排水良好沖積土。另外，二仁溪沿岸分布之區域包括阿蓮區中路里及青旗里則屬於低地石灰性中粗質地排水良好沖積土。高雄市阿蓮地區及路竹地區土壤性質皆為沙質壤土，肥料易因沖刷而流失，所以施肥應少量多次。

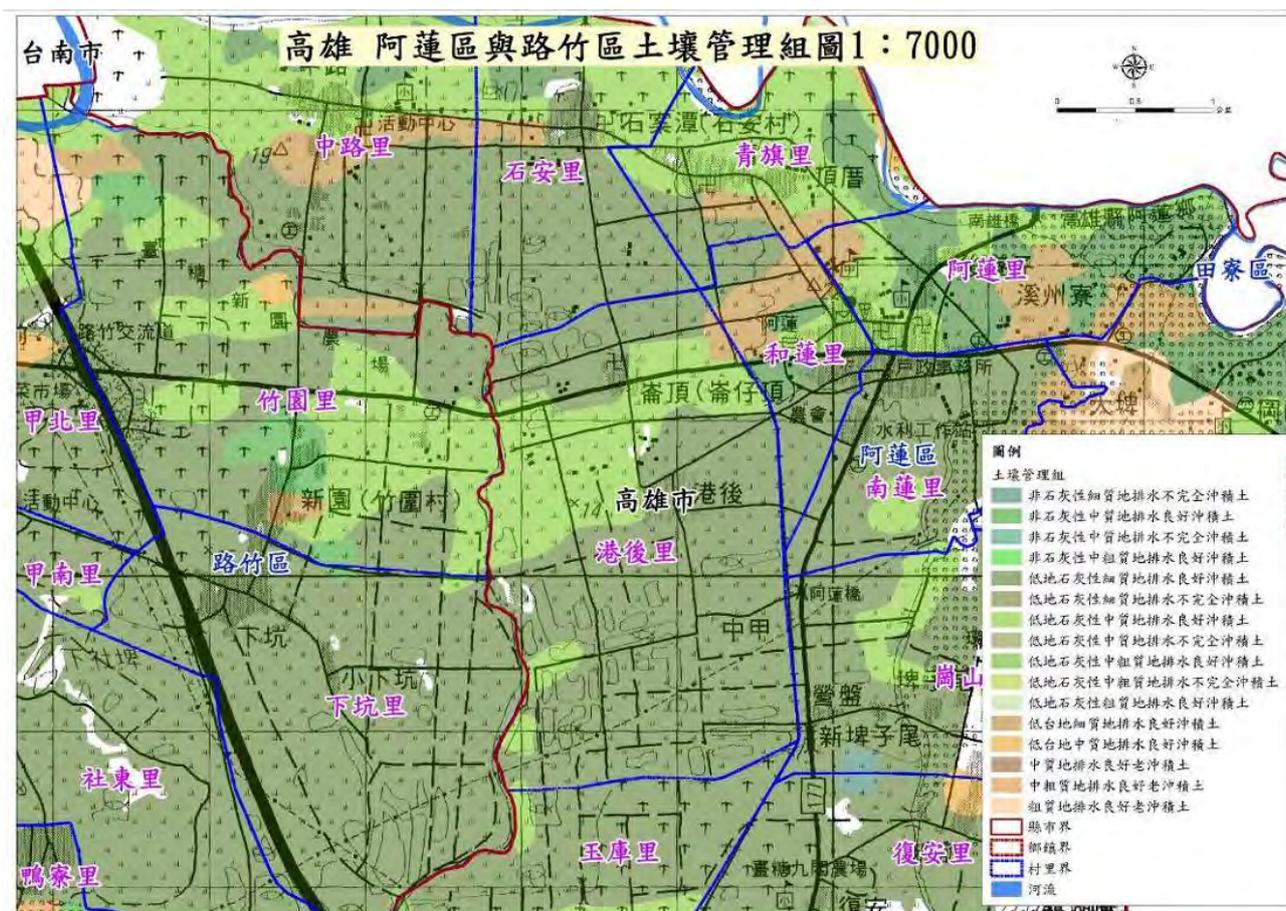


圖 2、高雄市路竹區及阿蓮區土壤管理組圖
農業試驗所農化組土壤調查研究室製圖

(四) 分灌溉管理

土壤水分管理影響肥料溶解率與利用效率，可決定肥料用量與施肥頻率。一般而言，土壤根圈溶氧量充足，水分愈充足，番茄生育愈旺盛 (佔植體組成 80% 以上)。水分是肥料溶解及運移的溶劑，只有土壤溶液中的養分才能被番茄直接吸收利用。

番茄田區水分管理大致可分乾式、半乾溼式與溼式三種，前兩者為一般農友採用。乾式管理為看天下雨給水，生育時期 5 公分土層水分經常僅約大雨後飽和含水量之 30-50%。將大雨後土壤水分程度當作 10 分濕，日晒與吸排水土乾至剩 4-5 分濕程度以下；因土壤長期相當乾，為確保收量，肥料用量甚高，且需掘穴溝覆土，且施肥頻率低，常利用雨後實施追肥。

半乾溼式則於旱季、施肥前後與重要生育時期有相當程度之淹灌噴灌補充水分，

生育時期 5 公分土層土壤水分經常約大雨後飽和含水量之 50-60 %。如將大雨後土壤水分程度當作 10 分溼，日晒與吸排水土壤約 5-7 分濕程度，因肥效已較乾式提高，肥料用量可酌減及省工撒施實施追肥。

溼式水分管理於不同生育時期以適當要素比率，及時滿足作物生育需求，可藉操作供給水量與頻率，調節控制肥料與水分於有效營養根域土層 30 公分內即完成吸收利用，做到節制至無多餘肥與水浪費，與有機會下滲污染地下水之精緻程度。溼式水分管理必須嚴格維持整個生育時期表土 5-10 公分土層水分於大雨後飽和含水量之 80-90 % 以上。將大雨後土壤水分程度當作 10 分濕，日晒與吸排水土壤仍有 8-9 分濕程度以上，所以施肥頻率高且肥料可撒施省工，於不同生育時期以適當要素比率，及時滿足作物生育需求。

一般露天及溫室土耕栽植番茄之水管理方式採乾式及半乾溼式管理居多。根據農試所農化組專家張庚鵬田間經驗，乾式、半乾溼式與溼式三種水分管理肥料用量比依序為 5-6：3：1，溼式最省肥料，而溫室離土栽培則建議使用溼式管理。乾式、半乾溼式與溼式三種水分管理，氮與鉀肥比率 (N：K) 依序為 1：1、1：2 及 1：6，溼式最能發揮氮與鉀肥比率之生育表現。

(五) 栽植密度與整枝

目前番茄主要栽培方式為棚架栽培，為利用鋸管棚架或隧道型棚架進行植株整枝之作業。棚架栽培日照充足且採收方便，可生產高品質大果或小果番茄。小果番茄依栽植種類、種植時期及整枝方法不同，栽植密度也不一。一般為行距 75 公分至 150 公分、大果番茄株距約 45-60 公分，每 0.1 公頃約可種植 1,800-3,300 株，小果番茄株距約 45-90 公分，0.1 公頃約可種植 1,400-2,000 株，

大果番茄應採用單幹整枝或雙幹整枝，僅留主幹或留主幹與第一花序下側芽，其餘側枝均去除，每花序留 3-5 果，留 10-12 花序，最後一花序頂端留三片葉後進行頂芽栽心之動作；整枝時期應在第一花序出現（約定植後第 14 天）後進行，不宜過早，將影響生長勢。

小果番茄雙幹整枝之株距以 30-40 公分為佳，三幹整枝之株距則為 45-60 公分，四幹整枝之株距則以 60-90 公分左右為宜。小果番茄因品種不同，整枝方式也不同。

1. 美女、玉女、櫻蜜、紅新娘等品系以株距 30-40 公分雙幹整枝。
2. 美女、玉女、櫻蜜、紅新娘、小蜜等品系以株距 45-60 公分進行三幹整枝。
3. 美女、橙蜜香、小蜜、橙蜜香、麗金等品系以株距 60-90 公分進行四幹整枝。
4. 露天小果番茄重產量型管理模式整枝方式為主幹、第一花序下側芽、主幹底部 4-5 枝（共 6-7 支）。
5. 露天穩定生產管理模式整枝方式為主幹、第一花序下側芽、主幹底部 3-4 枝（共 5-6 支）。
6. 溫室穩定生產管理模式整枝方式則為主幹、第一花序下側芽、第二花序下側芽（共 2-3 支）。

二、土壤與葉片營養診斷

(一) 土壤養分需求與各種養分之生育功能

土壤養分可供給番茄生長必需要素，包括 1. 巨量元素：碳、氫、氧、氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫；2. 微量元素：鐵、錳、銅、鋅、硼、鉬、氯。土壤一般需補充氮、磷、



鉀，簡稱肥料三要素，而次量與微量元素，則需針對特殊土壤母質與特定作物需求，另外供給與部分補充，如番茄對鈣、鎂及硼之需求量較高。

大量要素氮-磷-鉀之養分管理：番茄田區土壤分析結果經常顯示土壤磷含量過高，乃因番茄田區磷肥已足或磷易被土壤膠體固定且不易移動，番茄之生育表現包括葉片厚薄，葉面積大小，葉色深淺與節間長度，主要受氮與鉀吸收比率之影響與調節，所以生育時期施肥宜有適度氮與鉀比率之調控，而磷肥只要適量足夠即可。另外，如(1) 肥料施用量需依據氣候、作物各生育期、生育特性、肥力監控而給予不同比率氮鉀肥，(2) 使用之肥料種類與搭配應單純與容易取得 (5 號複肥或 43 號複肥，氯化鉀，過磷酸鈣)，(3) 搭配水分管理之撒施方法，可施工操作容易與省工。

每一生長階段，甚至需考慮不同的日照、雨水、溫度等天氣條件，調節適當氮和鉀的比例。如小果期需要很高的氮鉀比以促進粒頭膨大，中果期後至轉色採收漸漸要提高鉀肥，降低氮鉀比以增進拼品質風味。如天氣炎熱，土壤仍有殘存氮 (例如有機質肥料的氮還未分解釋放)，中果期後遇雨水會促進大量吸收，使徒長梢旺盛，以致旺葉不旺果，將不利番茄果實品質。天氣炎熱時，鉀肥要增加以平衡氮的吸收效率。冬末初春枝葉生長期遇天氣涼冷，則需增加氮磷肥，彌補氣溫低較差的吸收效率。春夏遇大雨，隨時補充大雨水所流失之肥分。

(二) 養分缺乏與過剩毒害之營養障礙

鈣肥補充預防果實爛尾 (尻腐病)，可增強番茄冷藏貯存性。補充時機為開花前，結小果及果肥大初期。石灰與苦土石灰因水溶性差，鈣之有效性有限。氯化鈣水溶解性高，有效性高，屬速效性，但易因雨水洗流失。每 0.1 公頃一至二包 (25-50 公斤)。番茄之微量元素問題為硼，硼缺乏易有畸形果或裂梗之現象。通常發生於 pH 值太高或太低之黏板岩沖積土或紅壤，粗質地砂土與石礫地，氣候乾旱或栽種需硼較多的植物時，則易有缺硼發生。改善方法為土壤施用硼酸或硼砂 3-5 公斤/0.1 公頃/年，或葉面施肥水硼 2,000 倍或硼酸或硼砂 1,000 倍，每 0.1 公頃噴施量 100-150 公斤。連續約 3-5 次。



圖3、番茄鈣需求高，連續雨天及通風不良之區域皆易造成尻腐病 (缺鈣) 之發生



圖4、番茄缺硼易造成裂梗之現象發生

(三) 土壤採樣方法

番茄肥培管理首重土壤肥力檢測，番茄為淺根性作物，根系分布於約 40 公分厚之土層中。土壤取樣最佳時間為整地前一個月及開花結果前二週或雨季過後，將土壤樣

品寄送至改良場進行檢測，藉由檢測報告進行施肥推薦，以供參考。應規劃 1-2 分地為一塊採樣田區，每塊田區需採取五點，並將五點土壤樣品置於水桶內，混合均勻後取約 0.5-1 公斤置於乾淨之採樣袋內，於袋外註明姓名、地址、電話、作物別、作物生長時期、採樣日期及表、底土等資料送件；採樣時若表層有雜草或枯枝落葉則需先行刮除；取土位置則為田區前、後、左、右、中平均分部取樣。高雄區農業改良場為便民服務，在轄區內各鄉鎮地之農會推廣股，均寄放採樣袋，有土壤肥力檢測需求之農友，均可向當地農會索取採樣袋。

(四) 土壤營養診斷適宜範圍或參考值

番茄對土壤適應力強，一般而言，土壤酸鹼度 5.0 到 8.0 之間皆可生長，其中以 5.5-7.5 之間為最佳。

當土壤酸鹼度高於 8.0 時，則需注意硼之補充。一般而言，全園灑施 1.0-3.0 公斤 / 0.1 公頃之硼砂或生長期間持續利用水硼(幼苗 3,000 倍、開花前 2,000 倍、結果後 1,000 倍)葉面噴施以防缺硼之症狀，另外，當土壤酸鹼度高於 8.5 時，番茄植株對土壤中鉀離子吸收較不佳，應以葉面噴施補充。

土壤電導度大小則表示土壤溶液中可溶性鹽類的多寡，電導度越高，越不利於植物吸收水分及養分，並可能導致鹽害。電導度 (1:5) 在 0.8 dS/m 以下則不致有鹽害。有機質含量及土壤質地可反應土壤中養分的供應能力及保肥力，土壤有機質含量最好維持在 20 g/kg 以上。

大果番茄田區土壤有效性氮結果前應維持在 80-100 mg/kg，結果後則維持在 100-150 mg/kg 為宜，土壤 Bray-1 磷維持在 50-100 mg/kg 為宜，交換性鉀在開花結果前應維持 80-150 mg/kg，結果後則維持在 100-200mg/kg 為宜，交換性鈣在 1,000-4,000mg/kg，交換性鎂 300-400 mg/kg 為宜。

小果番茄田園土壤有效性氮在結果前應維持在 50-100 mg/kg 之間，結果後則維持在 50-150mg/kg 為宜，土壤 Bray-1 磷維持在 50-100 mg/kg 為宜，交換性鉀在開花結果前應維持 50-100 mg/kg，結果後則維持 150-300mg/kg 為宜，交換性鈣在 2000-4000mg/kg，交換性鎂 300-400 mg/kg 為宜。

三、土壤管理作業及施肥推薦

(一) 大果番茄生長週期、管理作業及主要、次量與微量要素營養管理推薦

依據生長週期擬定大果番茄之施肥計畫，如圖 5 所示。

以養地為出發點，應提早施用基肥及規劃水路，一般而言，建議水分管理採半濕式水分管理搭配各生育時期之適當比例之氮/氧化鉀比，並配合微量要素之施用，依土壤分析資料，砂土或砂質壤土之基肥施用氮-磷鉀-氧化鉀 (N-P₂O₅-K₂O) 三要素比例為 1: 2: 2 (特 43 號複肥 40-60 公斤 / 0.1 公頃及過磷酸鈣 40-60 公斤 / 分地及氯化鉀 10-15 公斤 / 0.1 公頃)，而壤土或黏質壤土施用氮-磷鉀-氧化鉀 (N-P₂O₅-K₂O) 三要素比例 1: 2: 1 (特 43 號複肥 50-60 公斤 / 分地及過磷酸鈣 50-60 公斤 / 0.1 公頃)。番茄對鈣、鎂、硼需求高，應需額外增施鈣 (鎂鈣肥 40-80 公斤 / 分地、鎂 (硫酸鎂 40-60 公斤)、硼 (硼砂 2.0-4.0 公斤 / 0.1 公頃) 等要素。作畦後需進行灌溉，使肥料充分溶解，砂質或壤質土壤之水路規劃應以平面挖溝作畦，而黏土則築高畦處理以利番茄根系正常生長。視



出水量多寡而進行水路規劃，灌溉水路應長不超過 33 米，使番茄植株能平均分配取得足夠水分。

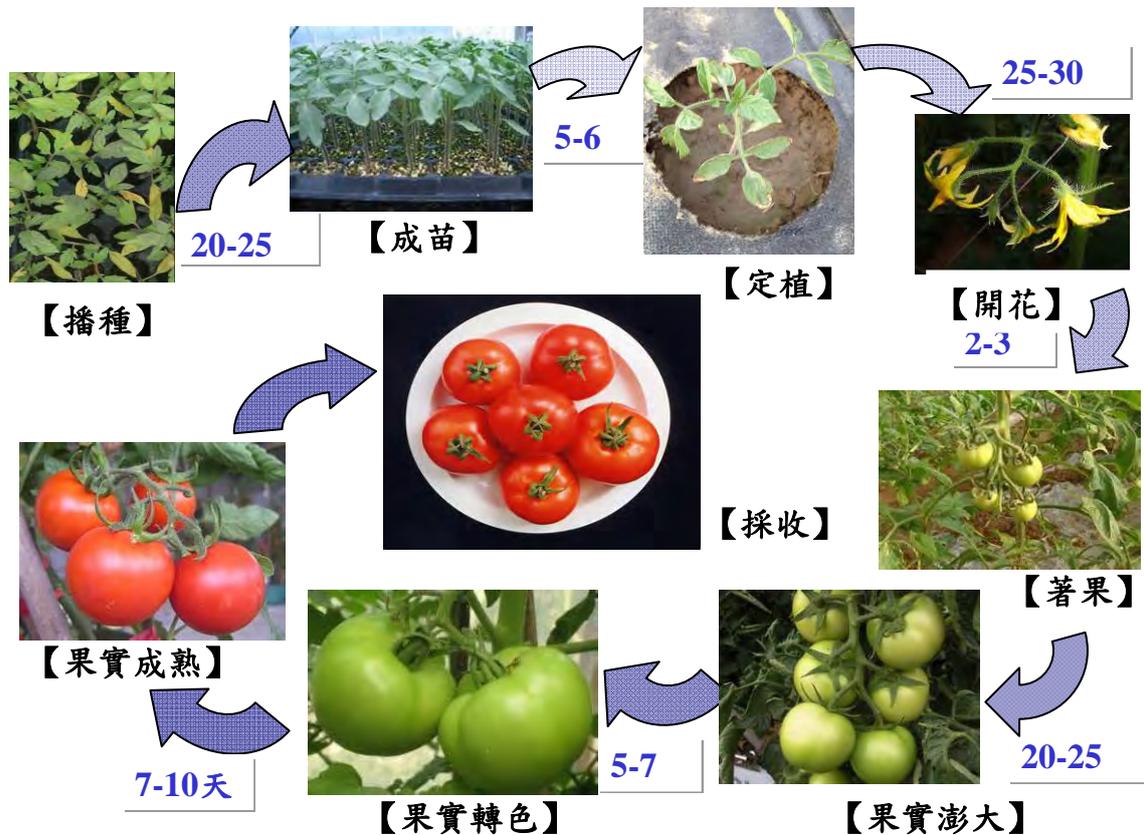


圖 5、大果番茄之生長週期

大果番茄生長週期之第二階段為定植到開花，所需時間約 22-27 天，為營養生長期及花穗分化期同時並行。為培養植株勢及前三花序最重要之時程，應維持土壤水分 80% 以上，及土壤隨時保持濕潤，但不可為浸水狀態，隨時注意植株氮及鉀的平衡。可由葉面補充磷鉀 (磷酸一鉀 1,000-1,500 倍)、鈣 (冰醋酸與白雲石或蚵殼粉溶製之生物鈣 (冰醋酸：白雲石或蚵殼粉：水 = 1: 4: 20) 100-200 倍、鉍合鈣 1000-1500 倍)、鎂 (硫酸鎂 600-800 倍) 及硼 (水硼 1500-2000 倍) 以控制肥料之均衡及補充養分要素。可利用灌注化學液肥 ($N/K_2O = 2/1$ 至 $1/2$) 進行肥分控制管理，氮肥不可過量，可由生長之節間及葉片大小判斷，如氮過量可減少灌水頻率或施用些許鉀肥 (氯化鉀或硫酸鉀 10-15 公斤/0.1 公頃)，以減少氮吸收。

大果番茄生長週期之第三階段為開花至著果，所需時間約 2-3 天。花芽強健，授粉機率較高，可由花穗徑、花蒂長短及花萼長短與否判斷。在各花穗分化時，即應葉面補充氮 (尿素 2,000 倍) 磷鉀 (磷酸一鉀 800-1,200 倍)、鈣 (冰醋酸與白雲石或蚵殼粉溶製之生物鈣 200-300 倍、鉍合鈣 1,000-1,500 倍)、鎂 (硫酸鎂 800-1,000 倍)、硼 (水硼 1,000-1,500 倍) 及鉍 (醋酸鉍 10,000 倍) 等要素；此時開始控制氮及氧化鉀之比例，應調整 N/K_2O 比為 1.2/1 (特 43 號複肥 10-20 公斤/0.1 公頃及有機質肥料 80-120 公斤/0.1 公頃) 至 1.6/1 (特 5 號複肥 10-20 公斤/0.1 公頃及有機質肥料 80-120 公斤/0.1 公頃)。一般而言，此階段土壤中總氮量應控制於 80-120 mg/kg 為佳，另外，需表面灑施補充鎂及鈣 (鈣鎂肥 20-40 公斤/0.1 公頃及硫酸鎂 10-20 公斤)。

大果番茄生長週期之第四階段為著果至果實膨大，所需時間約 20-25 天，視田間狀況而改變。藉由水分管理控制氮之吸收，應調整 $N:K_2O = 1:1$ (特 43 號複肥 10-20 公斤/分地) 或 $1:2$ (特 5 號複肥 10-20 公斤/分地)，果實膨大仍需注意鈣、鎂、硼、鐵及錳等要素之補充，此階段易發生缺鈣及缺硼之現象，應提早施用以做預防，可葉面噴施鉍合鈣 (EDTA-Ca) 800-1,000 倍及水硼 800-1,000 倍。

大果番茄生長週期之第五階段為果實膨大至果實著色，所需時間約 5-10 天，此階段土壤中總氮量應維持在 80 -100 mg/kg，交換性鉀維持在 100-150 mg/kg 為佳，應調整 $N:K_2O = 1:2$ (特 5 號複肥 5-10 公斤) 或 $1:3$ (特 5 號複肥 5-10 公斤/分地及氯化鉀 8-10 公斤/ 0.1 公頃)，需視田間狀況而改變，隨時注意鈣、硼、鐵及錳等要素之補充以減少裂果及裂梗。

大果番茄生長週期之第六階段為果實著色至果實成熟，所需時間約 7-10 天。因大果番茄為長期採收之作物，短則 3-4 個月，長則 6-8 個月，可依據植株勢、葉片及果實大小及水分管理施肥，此階段仍需保持土壤為半乾濕式之方式，視田間情況調整 N/K_2O 比為 $1/1$ (特 43 號複肥 10-20 公斤/ 0.1 公頃) 至 $1/3$ (特 43 號複肥 10-20 公斤/分地及氯化鉀 15-20 公斤/ 0.1 公頃) 之間。如氮肥供應太多，則摘除下位葉，應保留果實附近之葉片 1-2 片，以維持果實品質及轉色完全。

(二) 小果番茄生長週期、管理作業及主要、次量與微量元素營養管理推薦

依據生長週期擬定小果番茄之施肥計畫，如圖 6 所示。

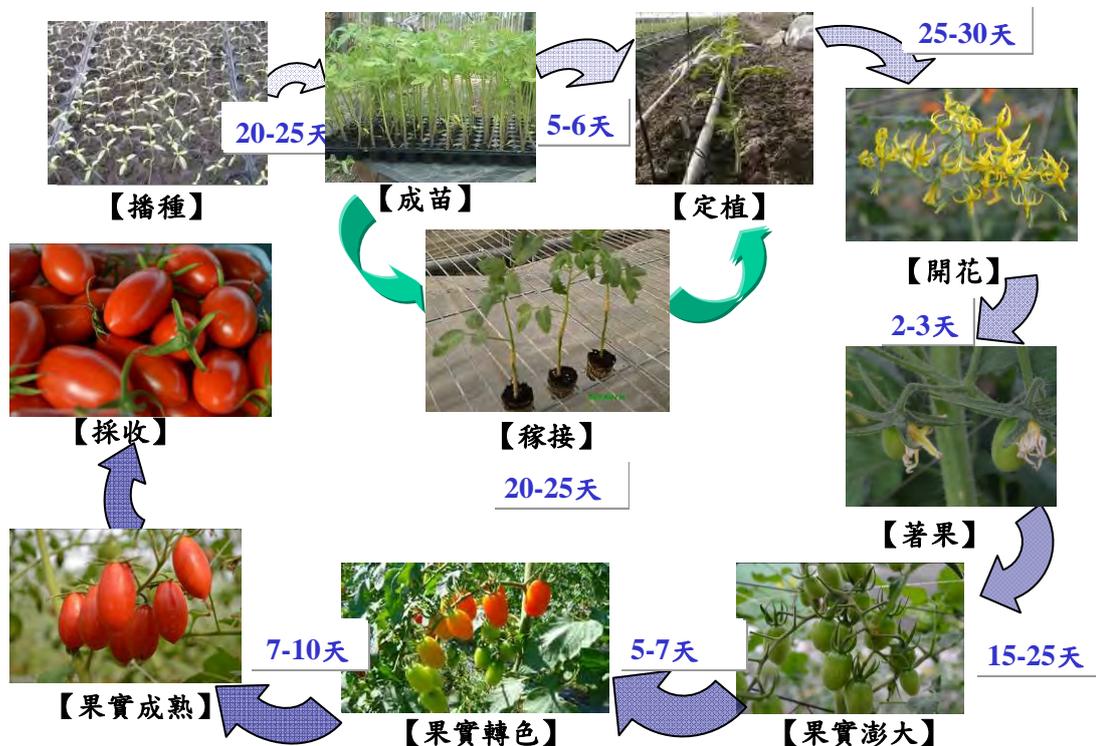


圖 6、小果番茄之生長週期

以養地為出發點，應提早施用基肥及規劃水路，建議水分管理採半濕式水分管理搭配各生育時期之適當比例之氮/氧化鉀比，並配合微量元素之施用。依土壤分析資料



砂土或砂質壤土之基肥施用氮-磷鉀-氧化鉀 ($N-P_2O_5-K_2O$) 三要素比例為 1: 2: 2 (特 43 號複肥 20-40 公斤/0.1 公頃及過磷酸鈣 20-40 公斤/0.1 公頃及氯化鉀 5-10 公斤/0.1 公頃)，而壤土或黏質壤土施用氮-磷鉀-氧化鉀($N-P_2O_5-K_2O$) 三要素比例為 1: 2: 1 (特 43 號複肥 30-50 公斤/ 0.1 公頃及過磷酸鈣 30-50 公斤/0.1 公頃)，因番茄對鈣、鎂、硼需求高，應額外增施鈣 (鎂鈣肥 20-40 公斤/0.1 公頃、鎂 (硫酸鎂 20-40 公斤)、硼 (硼砂 1.0-3.0 公斤/0.1 公頃等要素。作畦後需進行灌溉，使肥料充分溶解，砂質或壤質土壤之水路規劃應以平面挖溝作畦，而黏土則築高畦處理以利番茄根系正常生長。視出水量多寡而進行水路規劃，灌溉水路應長不超過 33 米，使番茄植株能平均分配取得足夠水分。

小果番茄生長週期之第二階段為定植到開花，所需時間約 25-30 天。為營養生長期及花穗分化期同時並行，為培養植株勢及前三花序最重要之時程。應維持土壤水分 80 % 以上，及土壤隨時保持濕潤，但不可為浸水狀態，隨時注意植株氮及鉀的平衡。可由葉面補充磷鉀 (磷酸一鉀 1,500-2,000 倍)、鈣 (冰醋酸與白雲石或蚶殼粉溶製之生物鈣 200-400 倍、鉍合鈣 1,000-2,000 倍)、鎂 (硫酸鎂 800-1,000 倍) 及硼 (水硼 1,500-2,000 倍) 以控制肥料之均衡及補充養分要素。利用灌注化學液肥 ($N/K_2O = 1/2$ 至 $1/3$) 進行肥分控制管理，氮肥不可過量，過量之氮肥將使果實過大且甜度下降，可依據生長之節間及葉片大小判斷。如氮過量可減少灌水頻率或施用些許鉀肥 (氯化鉀或硫酸鉀 5-10 公斤/0.1 公頃)，以減少氮肥吸收。

小果番茄生長週期之第三階段為開花至著果，所需時間約二至三天，花芽需培養強健，其授粉機率較高，可由花穗徑、花蒂長短及花萼長短與否判斷花朵是否健壯，建議在各花穗分化時，即從葉面補充氮 (尿素 3,000 倍)、磷鉀 (磷酸一鉀 1,000-1,500 倍)、鈣(生物鈣 200-300 倍、鉍合鈣 1,000-1,500 倍)、鎂(硫酸鎂 800-1000 倍)、硼(水硼 1,000-1,500 倍)及鉍(醋酸鉍 10,000 倍)等微量元素，此時開始控制氮素及氧化鉀之比例，建議調整 $N: K_2O = 1: 3$ (特 43 號複肥 10-20 公斤/0.1 公頃及及氯化鉀 5-10 公斤/0.1 公頃)，一般而言，此階段土壤中總氮量控制於 50 - 80 mg/kg 為佳，另外需表面灑施補充鎂鈣 (鈣鎂肥 10-20 公斤/0.1 公頃)。

小果番茄生長週期之第四階段為著果至果實膨大，所需時間約 15-20 天。視田間狀況而改變，土壤中總氮量高於 50 mg/kg 即可減少氮肥施用量，可藉由水分管理控制氮之吸收，以提高甜度。建議控制調整 $N: K_2O = 1: 4$ (特 43 號複肥 5-15 公斤/0.1 公頃及氯化鉀 4-12 公斤/0.1 公頃)或 $1:5$ (特 43 號複肥 5-15 公斤/0.1 公頃及氯化鉀 4-12 公斤/0.1 公頃)，果實膨大尤需注意鈣、鎂、硼、鐵及錳等要素之補充，此階段易發生缺鈣及缺硼之現象，應及早施用以做預防，可葉面噴施鉍合鈣 (EDTA-Ca) 1,000-1,500 倍及水硼 1,000-1,500 倍。

小果番茄生長週期之第五階段為果實膨大至果實著色，所需時間約 5-7 天。此階段土壤中總氮量維持在 50 - 80 mg/kg 及 交換性鉀維持在 100-150 mg/kg 為佳，應控制調整 $N: K_2O = 1: 6$ (特 43 號複肥 5-10 公斤及氯化鉀 6-24 公斤) 或 $1:7$ (特 43 號複肥 5-10 公斤/ 0.1 公頃及氯化鉀 6-30 公斤/ 0.1 公頃)，需視田間狀況而改變，且需隨時注意鈣、硼、鐵及錳等要素之補充以減少裂果及裂梗。

小果番茄生長週期之第六階段為果實著色至果實成熟，所需時間約 7-10 天。因小果番茄為長期採收之作物，短則 2-3 個月，長則半年，可依據植株勢、葉片及果實大

小及水分管理等施肥，視田間情況調整 N/K₂O 比為 1/3 (特 43 號複肥 10-20 公斤/0.1 公頃及氯化鉀 5-10 公斤/0.1 公頃) 至 1/7 (特 43 號複肥 5-10 公斤/0.1 公頃及氯化鉀 6-30 公斤/0.1 公頃) 之間。如氮肥供應太多，則摘除下位葉，應保留果實附近之葉片 1-2 片，以維持果實品質。隨時試吃番茄品質並觀察植株勢，調整施肥模式、水分管理及採摘技術，高品質之小果番茄果品需轉色完全及熟成，每次採取量為整串花穗之一至二顆。

(三) 肥料三要素施肥量推薦-大果及小果番茄肥料三要素施肥量推薦如下所述：

1. 大果番茄：

- (1) 每 0.1 公頃基肥施用量為堆肥或有機質肥料一噸、氮 8-10 公斤、磷酐 12-20 公斤及氯化鉀 3-4.5 公斤。
- (2) 一追 (定植後 20-25 天-開花結果期) 施用量為氮 3-3.75 公斤及氯化鉀 1.8-2.7 公斤。
- (3) 二追 (定植後 40-50 天-第一花序果實膨大初期) 施用量為氮 3-3.75 公斤及氯化鉀 2.4-3.6 公斤。
- (4) 三追 (定植後 60-75 天-第一花序果實膨大後期) 施用量為氮 3-3.75 公斤及氯化鉀 2.4-3.6 公斤。
- (5) 四追 (定植後 80-90 天-第一花序果實開始採收) 施用量為氮 3-3.75 公斤及氯化鉀 2.4-3.6 公斤。

綜合上述，大果番茄每期每 0.1 公頃氮 20-25 公斤、磷酐 12-20 公斤及氯化鉀 12-18 公斤。

2. 小果番茄：

- (1) 每 0.1 公頃基肥施用量為堆肥或有機質肥料一噸、氮 4.5-7.5 公斤、磷酐 12-20 公斤及氯化鉀 5-6.25 公斤。
- (2) 一追 (定植後 20-25 天-開花結果期) 施用量為氮 2.25-3.75 公斤及氯化鉀 3-3.75 公斤。
- (3) 二追 (定植後 40-50 天-第一花序果實膨大初期) 施用量為氮 2.25-3.75 公斤及氯化鉀 4-5 公斤。
- (4) 三追 (定植後 60-75 天-第一花序果實膨大後期) 施用量為氮 2.25-3.75 公斤及氯化鉀 4-5 公斤。
- (5) 四追 (定植後 80-90 天-第一花序果實開始採收) 施用量為氮 2.25-3.75 公斤及氯化鉀 4-5 公斤。

綜合上述，小果番茄每期每 0.1 公頃氮 13.5-22.5 公斤、磷酐 12-20 公斤及氯化鉀 20-25 公斤。

四、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

(一) 參考範例 1 - 高雄市阿蓮區

小果番茄合理化施肥示範實例如下。供試材料為小女小果番茄，供試面積為 0.2 分頃；試驗執行期間為民國 104 年 1 月 1 日至民國 104 年 11 月 30 日，執行單位為行政院農委會高雄區農業改良場，試驗方法為依土壤檢測報告推薦合理施肥，試驗分為



合理化施肥區（簡稱合理區）及農民慣行區（簡稱農慣區）兩組進行。合理區施以依土壤檢測報告推薦，土壤檢測資料如下表所示。

表 1、行政院農業委員會高雄區農業改良場土壤肥力檢測報告

檢測項目	酸鹼度	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂	鐵	錳	銅	鋅	鈉	電導度 (1:5)
	(1:1)	(g/kg)	mg/kg				mg/kg					(dS/m)
	6.92	20.9	156	323	1859	235	263	85	4.6	7.6	48	0.19
參考值	5.5	> 20	50	80	2000	300 至 400	50	30	5	5	<250	0.2
	7.5		100	150	4000		300	140	20	25		0.6

註：土壤 pH 值為水土比=1:1 時之測值；有效性磷以白雷氏第一法（Bray 1）萃取；交換性鉀、鈣、鎂以 1 N 中性醋酸銨萃取；重金屬以 0.1 N 鹽酸萃取。

1. 合理區之基肥（民國 104 年 7 月 14 日）：地面灑施有機質肥料 200 公斤/分地、43 號複肥 (15-15-15-4) 30 公斤/分地、過磷酸鈣 (0-18-0) 20 公斤、鈣鎂肥 40 公斤及硼砂 2 公斤。

一追-營養生長期 (8/30)：利用噴帶灌注即溶複合肥料(16-16-16-4) 6 公斤及硫酸鎂 5 公斤。

二追-開花期結果期 (9/2)：利用噴帶灌注即溶複合肥料(16-16-16-4) 6 公斤。

三追-小果期 (9/12)：利用噴帶灌注即溶複合肥料 (5-15-30) 3 公斤。

四追-果實膨大期 (9/30)：利用噴帶灌注即溶複合肥料 (5-15-30) 3 公斤。

五追-採收期 (10/10 及 10/30)：利用噴帶灌注即溶複合肥料(5-15-30) 9 公斤及葉面噴施磷酸一鉀 1,000 倍
2. 農慣區基肥（民國 104 年 7 月 14 日）為地面灑施有機質肥料 200 公斤/0.1 公頃、43 號複肥 (15-15-15-4) 80 公斤/0.1 公頃、過磷酸鈣 (0-18-0) 40 公斤。

一追-營養生長期 (8/30)：利用噴帶灌注即溶複合肥料(16-16-16-4) 5 公斤及硫酸鎂 5 公斤。

二追-開花期結果期 (9/2)：利用噴帶灌注即溶複合肥料(16-16-16-4) 5 公斤。

三追-小果期 (9/12)：利用噴帶灌注即溶複合肥料 (16-16-16-4) 5 公斤。

四追-果實膨大期 (9/30)：利用噴帶灌注即溶複合肥料(16-16-16-4) 5 公斤。

五追-採收期 (10/10 及 10/30)：利用噴帶灌注即溶複合肥料(5-15-30) 10 公斤及葉面噴施磷酸一鉀 1,000 倍。

合理化施肥區使用六幹整枝栽培模式，枝條粗壯，養分集中果型佳且果實轉色漂亮，合理區產量較農慣區高約 162 公斤/0.1 公頃。

表 2、合理區與農慣區小果番茄果實品質比較

處理	果實品質 (採樣日期: 民國 100 年 12 月 11 日)				
	果重 (g)	果長 (mm)	果寬 (mm)	可溶性固型物 (° Brix)	產量 ¹ (kg/0.1 公頃)
合理區	18.3	4.42	2.59	5.4	702
農慣區	18.2	4.35	2.63	5.2	540

¹ 累積產量為期間為 10/25-11/12



圖 7、合理化施肥區六幹整枝栽培模式枝條粗壯



圖 8、健康管理示範區的小果番茄轉色佳、果實重又高產

(二) 參考範例 2 - 高雄市美濃區

小果番茄合理化施肥示範實例如下。供試材料為橙蜜香小果番茄，供試面積為 0.2 分頃；試驗執行期間為民國 100 年 1 月 1 日至民國 100 年 11 月 30 日，執行單位為行政院農委會高雄區農業改良場，試驗方法為依土壤檢測報告推薦合理施肥，試驗分為合理化施肥區（簡稱合理區）及農民慣行區（簡稱農慣區）兩組進行。合理區施以依土壤檢測報告推薦，土壤檢測資料如下表所示。

表 3、行政院農業委員會高雄區農業改良場土壤肥力檢測報告

檢測項目	酸鹼度 (1:1)	有機質 (g/kg)	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂	鐵	錳	銅	鋅	鈉	電導度 (1:5) (dS/m)
			mg/kg			mg/kg						
	6.98	7.4	56	106	1666	153	812	138	7.9	8.9	17	0.07
參考值	5.5	> 20	50	80	2000	300	50	30	5	5	<250	0.2
	7.5		100	150	4000	400	300	140	20	25		0.6

註：土壤 pH 值為水土比=1:1 時之測值；有效性磷以白雷氏第一法 (Bray 1) 萃取；交換性鉀、鈣、鎂以 1 N 中性醋酸銨萃取；重金屬以 0.1 N 鹽酸萃取。



1. 合理區之基肥 (民國 100 年 9 月 14 日) 為地面灑施有機質肥料 160 公斤/ 0.1 公頃及 43 號複肥 (15-15-15-4) 10 公斤/0.1 公頃。
 - (1) 一追及二追 (9/26-10/25)：土壤灌注即溶 5 號複合肥料 (5-18-18-3) 1 公斤、開根素 1,000 倍及胺基酸 400 倍，共計兩次。
 - (2) 三追 (11/1)：地面施用硫酸鉀 5 公斤及黃豆粕 5 公斤與土壤灌注高磷鉀 1,000 倍及液態鈣鎂 1,000 倍，共計二至三次。
 - (3) 四追 (11/21)：施用硫酸鉀 5 公斤與土壤灌注高磷鉀 1,000 倍及液態鈣鎂 1,000 倍二至三次；
2. 農慣區之基肥 (民國 100 年 9 月 14 日) 為地面灑施有機質肥料 160 公斤/ 0.1 公頃及 43 號複肥 (15-15-15-4) 20 公斤/0.1 公頃。
 - (1) 一追及二追 (9/26-10/25)：肥為土壤灌注即溶 43 號複合肥料 (5-18-18-3) 2 公斤、開根素 1,000 倍及胺基酸 400 倍，共計兩次。
 - (2) 三追 (11/1)：則地面施用硫酸鉀 20 與土壤灌注高磷鉀 1,000 倍及液態鈣鎂 1000 倍，共計二至三次。
 - (3) 四追 (11/21)：則施用硫酸鉀 20 與土壤灌注高磷鉀 1,000 倍及液態鈣鎂 1,000 倍二至三次。

合理區較農慣區減施化學肥料 43 號複肥 100 公斤/公頃，即溶 43 號複合肥料 10 公斤/公頃，硫酸鉀 300 公斤/公頃。合理區及農慣區化學肥料成本各為 6,080 及 1,2180 元/公頃，因此，可節省 6,100 元/公頃。合理區及農慣區施肥區之果實品質相似，而因採收期逢雨季，故甜度皆偏低，但因初期營養生長期氮肥及鉀肥比例控制及病蟲害防治妥當，故落果、裂果與毒素病植株較少，故合理區產量較農慣區高約 104 公斤/0.1 公頃。

表 4、合理區與農慣區小果番瓜果實品質比較

處理	果實品質 (採樣日期: 民國 100 年 12 月 11 日)				
	果重 (g)	果長 (mm)	果寬 (mm)	可溶性固型物 (°Brix)	產量 ¹ (kg/0.1 公頃)
合理區	12.4	36.3	23.2	7.2	510
農慣區	13.9	41.8	23.6	7.1	406

¹ 累積產量為期間為 11/25-12/11



合理區



農慣區

圖 9、合理區因肥料控制恰當，植株生長勢較佳，產量較農慣區高

第六章 草 莓

草莓土壤管理與施肥推薦參考資訊

苗栗區農業改良場 蔡正賢

一、宜栽植風土條件

(一) 主要栽培作物介紹-品種及產地分佈

草莓種植面積約 577 公頃，主要產區為苗栗縣（513 公頃），南投縣（18.公頃）及新竹縣（17 公頃）。草莓在台灣種植最早溯 1934 年由日本引進，曾種植於台北蘆洲、五股、金山、苗栗大湖等地。種植品種曾有馬歇爾、福羽、愛利收、春香、豐香（桃園一號）、艷紅（桃園二號）、狀元紅（桃園三號）及紅冠（桃園四號）等品種。

(二) 產業介紹

草莓慣用半圓高畦、表面敷蓋方式栽培，畦溝有利於雨水的排除，使植株不受水害，作物生長整齊。敷蓋可降低土壤水分的蒸發或養分淋洗損失，控制雜草，降低病害。草莓栽培農民長時間之採果動作，造成脊椎彎曲或長骨刺之患者逐年增加，同時在農村勞力老化，人力外流之情況下，此項產業已使農民無法負荷。苗栗區農業改良場自 1999 年起致力開發高架床栽培方法，草莓高架床栽培是以人性化之栽培方式為基礎，改善傳統重勞力栽培方式，減輕農民身體負擔。

(三) 氣候條件

選擇光照充足及通風良好之地區，草莓較不容易得病蟲害，而且土壤蒸發作用較強，有利植物吸收養分，果品品質及風味會較好；草莓性喜冷涼，葉片發展的基礎溫度約 2.5℃，最適溫度約 20℃。草莓生長初期常有寒流來襲，敷蓋塑膠膜可防止地溫過低，有利於養分礦化，增加早期產量。冬季強風對草莓物理傷害較大，風勢較大的地區，應注意適當的防風措施。以台灣氣候而言，草莓生長初期，降雨較少，氣候適宜，病蟲害控制較容易；隨後氣候變化大，病蟲害發生較多，可把栽培目標放在提升早期產量及產品品質上。

草莓耐鹽性不佳，土壤電導度值（土水比 1:1）在 1 dS/m 以上會導致減產；灌溉用的水質必需經過檢驗，以不超過 0.7 dS/m 為宜。草莓應採露天栽培，在台灣雨水條件下可以不必擔心土壤鹽分的累積。草莓定植期，水分需求較高，若採用淹灌方式，在強烈蒸發散作用下，水分藉毛細作用由畦底向上移動，發生鹽類聚積在畦頂而呈白色的現象，常造成草莓苗嚴重缺株，應注意當年氣象條件及改變施肥習慣。

(四) 土壤條件

草莓是淺根作物，最大根深僅有 30 公分，根系不容易吸收利用底層土壤的水分，加以其葉面積大，蒸散需水量大，耐旱性差，整個生長期間都需要充足的水分供應。草莓耐澇性也差，土壤排水不良，根部缺氧嚴重時，會引起葉片黃化、萎凋甚至死亡。適宜栽培草莓的土壤要有良好的耕耘性；碎土容易，通氣和保水能力均為良好的土壤，



栽培管理的工作較易進行。由於草莓對水之要求甚嚴，加之根系脆弱，故應選擇在土層深厚並能適當灌溉，不淹水且地下水位低之地區。最好使用土鑽觀察有效土層及土壤排水性。

二、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 養分需求

草莓生長期大致可分為幼苗期（約第一個月）、生長期（約第二個月）、收穫早期（約第三個月）、收穫盛期（約第四至五個月）、及收穫後期（約第六個月）。生長期之前，應提供養分，以發育足夠的分株（branch）數，才有助於產量；但是主要收穫後期（約第四至六個月），仍要有足夠養分，才有較高產量。

草莓養分早期主要分配在根及莖葉，此兩部分養分需求氮量會逐漸降低，往後果實會累積較高之氮（53%）、磷（60%）及鉀（64%），高過其他器官所吸收養分總和。早期研究發現果實及花萼所移除之養分為氮 30.2-39.2 公斤/公頃、磷 5.8-7.3 公斤/公頃、鉀 39.1-51.1 公斤/公頃。

土壤無機氮含量為 10.1 mg/kg，草莓葉片氮含量即可達到適宜值 20 g/kg，維持草莓收穫盛期之葉片氮適宜值下限 28 g kg⁻¹ 的土壤礦物氮含量估算為 50 mg/kg。土壤 Bray-1 磷含量為 30 mg/kg 以上，草莓葉片磷含量即可達到適宜值下限 2.0 g/kg。土壤交換性鉀含量 60 mg/kg 以上，施用鉀肥對產量沒有顯著差異，但可能與鈣或鎂有拮抗作用。草莓對缺鈣較敏感，土壤交換性鈣至少要 1,000 mg/kg。易發生缺鈣之農田，應控制氮與鉀肥的用量。

(二) 營養障礙—過多或缺乏症狀



圖 1、氮缺乏—成熟葉片呈紅綠色或黃綠色



圖 2、磷缺乏—葉緣呈紫色，通常老葉較新葉嚴重



圖 3、鈣缺乏—新葉葉片尖端逐漸乾枯



圖 4、鈣缺乏—新葉葉片尖端逐漸乾枯



圖 5、鈣缺乏—極端缺鈣時，葉易綑捲



圖 6、硼缺乏—新葉卷曲畸型化，花粉量少，果實畸形



圖 7、硼過剩—葉緣部褐變 (左)，葉身捲曲，嚴重紫變黑 (右)

(三) 土壤與葉片採樣方法

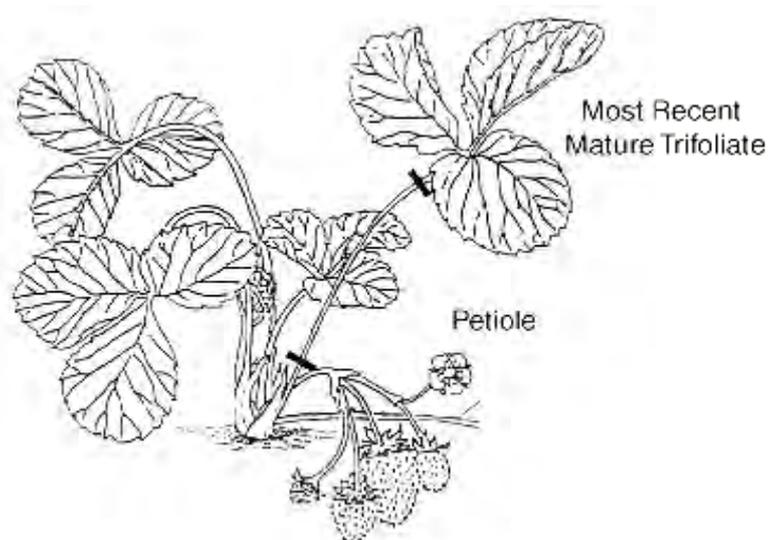


圖 8、草莓葉片採樣部位，葉片採最新成熟葉，共 30-50 葉，可含葉柄一併採下



1. 土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值

表 1、土壤磷鉀肥力等級

有效養分	肥力等級				
	非常低	低	中	高	非常高
	-----mg/kg-----				
Bray-1 磷	< 10	10-15	16-30	31-60	> 60
交換性鉀	< 20	20-35	36-60	61-125	> 125

表 2、不同磷鉀肥力等級之肥料推薦量

肥料	肥力等級				
	非常低	低	中	高	非常高
	-----公斤/公頃-----				
磷酐	165	132	112	0	0
氧化鉀	165	132	112	0	0

表 3、草莓新成熟葉片營養標準 (Fla. Agr. Statistics Service, 1995)

元素	收穫初期	收穫盛期
		----- g/kg -----
氮	20-35	28-35
磷	2-4	2-4
鉀	15-25	11-25
鈣	4-15	4-15
鎂	2.5-5	2-4

表 4、草莓葉片營養標準 (農試所)

元素	範圍
氮 g/kg	14-24
磷 g/kg	1.3-3.5
鉀 g/kg	15.8-27.5
鈣 g/kg	8.6-17.1
鎂 g/kg	30-54
鐵 mg/kg	90-200
錳 mg/kg	20-800
銅 mg/kg	2.0-5.0
鋅 mg/kg	20-40
硼 mg/kg	30-55

三、土壤管理與施肥推薦

(一) 依據土壤管理組圖提出土壤管理推薦：

苗栗縣栽培區主要為大湖鄉及獅潭鄉，有六個土壤管理組，可依據各管理組之土壤深度、母質、排水等特性而進行肥培管理。例如非石灰性淺層排水不完全沖積土，土層深度低，大多在 40 公分以內，地下水位相對較高，須加強土壤保水與排水管理，保肥力較差，肥料承载力低，應避免投入大量肥料，並分多次施肥以減少肥料流失；非石灰性中（細）質地排水不完全沖積土，土壤保水力中上，剖面下緣排水較差，須加強土壤排水管理。中質地排水良好黃壤，土壤略為偏酸，應適當施用石灰。

苗栗縣大湖鄉土壤管理組圖

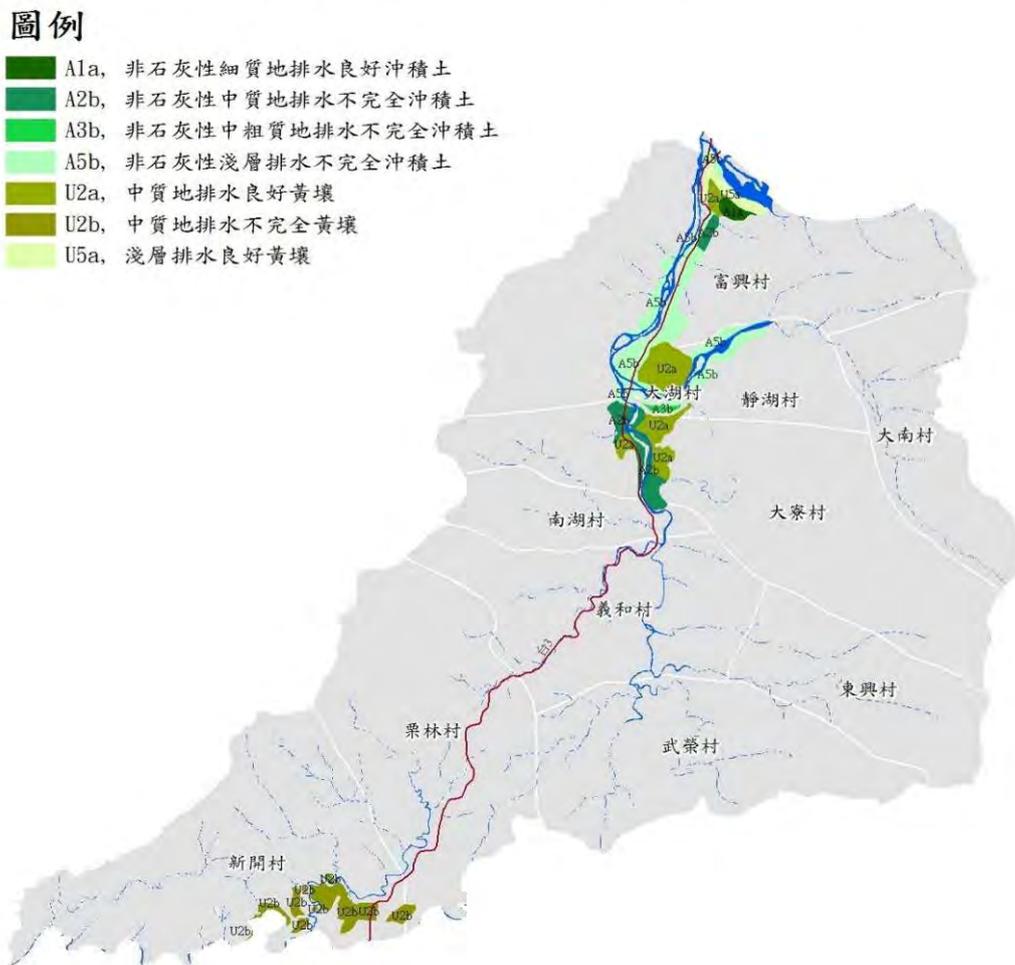


圖 9、苗栗縣大湖鄉土壤管理組圖
農業試驗所農化組土壤調查研究室製圖

台灣現行作物施肥手冊推薦量，三要素施用量皆為 150-200 公斤/公頃。若有效性磷及交換性鉀濃度較高，則應減少磷與鉀肥的施用。粗質地土壤，應條施基肥於行中間表面下約 15 公分處。



(二) 土壤 pH 需求及改良

土壤 pH 在 6.5 左右時，對所有養分的有效性接近最高，因此，肥效也會最高。草莓作物生長適當之 pH 值在 5.5 到 6.5 間。酸性土壤可於基肥，每 0.1 公頃施用苦土石灰 50 公斤，且溶出之鈣、鎂可補充養分。強酸性土壤則石灰用量可以加倍，直到土壤 pH 近中性後就不必再施用。有些有機質肥料如蛋雞糞堆肥含有高石灰質亦可提高酸性土壤 pH，但是必須注意其銅鋅含量不可過高，以免累積過高而影響草莓品質。

(三) 質地需求

觀察土壤剖面時應同時檢查土壤質地。若整個剖面皆為均勻之質地土壤最為理想。砂質土壤排水及溫度效應良好，可以生產高品質草莓，但是灌溉及肥培需要精密管理。黏重土壤可能因為排水不良及根部病害影響產量，雨水多之季節需要注重地表排水及明溝排水。土層中若土壤質地變異太大，如黏質土壤夾一層砂質土壤，則會造成排水困難，遇大雨會造成砂土層積水，而如同浸水傷害草莓根系。

(四) 土壤有機質含量

土壤有機質是土壤肥力的指標，它除可提供作物養分外，還有活化土壤微生物，增加土壤保肥和保水能力及鬆弛土壤等功能，土壤有機質含量以 20 - 40 g/kg 較適當。

在臺灣高溫多濕的氣候和精耕制度下，土壤有機質礦化迅速而使其有機質含量普遍低於 20 g/kg。為增加土壤有機質，除直接施用有機質肥料外，亦可種植綠肥或減少耕犁次數等來達成，但不是所有有機質肥料皆可以提高土壤有機質含量，只有含高量木質素、纖維素或半纖維素之堆肥對土壤有機質之提高作用才明顯。

含高量蛋白質之有機質肥料如豆粕類及魚精等材料可以提供高量氮，但對土壤有機質之提升效果有限。施用泥炭亦非明智之舉，因為泥炭無法為土壤微生物所利用，對改善土壤團粒作用很慢。

(五) 水分灌溉管理、灌溉頻率及方式

土壤水分影響有機質礦化與養分利用，只要溶氧足夠，水分越多，作物生長越旺盛，但土壤水分過多，溶氧降低，根活性低，氮肥易釋放並容易引起養分的淋洗損失，多數時期都應避免。

草莓園最常見的是利用低壓噴水帶灌溉，此一方式確實能在栽培需水時期供應水分，達到灌溉的效果。然而，由田間觀察也可以得知，利用噴水帶供水會產生逕流現象，使土壤水分過多，增加耕作管理困難，也較容易引發病害；此外過多的灌水容易引起養分的淋洗損失，尤其在粗質地的土壤，應該盡量避免。

採滴灌以替代噴水帶供水，可以減少一半的用水量，田間濕度也容易掌控。土壤水分一般以張力計測量，但是實務上較為繁複。定性描述方面，將大雨後土壤含水量當作 10 分溼，草莓苗移植到本田時，適量緊實根系土壤，使根與土壤之間有良好接觸，移植當天傍晚，供水至植穴深度範圍內，土壤水分含量達接近水飽和的程度 (9-10 分溼)，接連的數天內每日供水一至二次，以活苗為主要目的；苗成活之後到第一期花，控制根域土壤水分在 7-8 分溼。果實生長和成熟期需要水分較多，根域土含水量要求保持在 8-9 分溼左右。兩期果之間，是植物累積養分和形成花芽的時期，應維持土壤水分在 5-7 分溼。

(六) 本田之管理

自九月中、下旬至翌年四月中旬近七個月，各項管理工作分述如下：

1. 整地做畦

整地前清除各項雜物，依土壤狀況適時、適量全層施用有機質肥料，擇晴朗天氣翻犁做畦。為促使根發達，畦儘量做高，畦寬 112 - 115 cm，株距 30 - 33 cm，兩行定植。

2. 定植

應於基肥施入後 10 - 15 天定植，定植前充分灌水，並在畦上標示定植位置，以上午採苗，下午定植為宜，當日採之苗應當日種完。以穴植管或軟鉢苗定植者，可先覆蓋防草塑膠布後定植。定植後每日灌水一次，用噴水帶者每日早晚各噴水一次。成活後以藥劑防治葉芽線蟲及炭疽病。

3. 覆蓋防草塑膠布

定植成活後約 40 天，當新葉長出 4 - 5 片時覆蓋塑膠布。覆蓋前 7 - 10 天追肥，並將缺株補齊及畦面整平。覆蓋時應即時掏出植株，勿使時間過長傷及葉片，尤其陽光強烈時。本階段注意斜紋盜、切根蟲及白粉病。於田間四週吊掛斜紋夜蛾性費洛蒙誘殺盒，以藥劑防治幼蟲及白粉病一至二次。

4. 開花結果

十月下旬已出蕾者施用 GA3 抽出花梗，濃度為 5 mg/L (毫克/公升)，10ml/株，未出蕾者為 10 mg/L (毫克/公升)，10 ml/株。花梗之抽出應注意長度，太長至溝底，灌溉時果實浸泡，太短則被葉片遮住，果實著色不良。繼續施用藥劑防治白粉病，每週一次，至結果後即停止用藥，改以糖醋液噴灑，可有效防治。葉蟎進入危害期，釋放捕植蟎防治，嚴重者可先用藥劑抑制族群後再施放捕植蟎。斜紋夜盜及甜菜夜蛾可用蘇力菌防治。

5. 採果期

十一月下旬果實開始採收，為使果實充分接受陽光，著色正常，須注意老葉及病葉摘除。葉片摘除不可過度，以開花時 8 枚，收穫開始時 12 枚，收穫最盛時 16 枚最適宜。摘葉時機以各果房採收完與果梗一併摘除。摘除老葉、病葉及果梗，應全數拿出，不可留置於畦溝。

(七) 高架床栽培

1. 栽培床架構

以 1/2 英吋鍍鋅鈹管為材料，架設高 110 公分、寬 33 公分、深 15 公分之栽培床，上鋪介質及 1 吋三孔噴水帶噴灌。

2. 介質選擇

以介質重量及成本選用栽培介質，可用泥炭土、蔗渣、椰土、香菇廢棄土、金針菇廢棄土。選用泥炭土、蔗渣、椰土成本較高。香菇廢棄土、金針菇廢棄土，可與其他農業廢棄物混合堆置半年以上，待腐熟後使用；使用前須經充分淋洗至適合草莓生長之 EC 值。

3. 定植

栽培介質於定植前充分灌水至全床濕透，栽培株距 20-25 cm，採千鳥植法定植



(如圖 10)。定植後一週，每日噴水三次，之後每日一次，噴水至介質完全濕透。塑膠布覆蓋後可三至五日噴水一次，噴水量為水滴下床架即可。

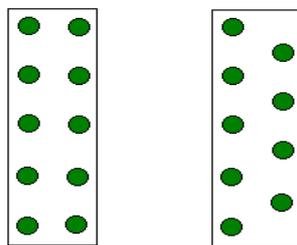


圖 10、草莓定植方法

4. 肥培管理

定植一週後，於二株之間穴施 70 天型裹覆肥料或市售含有機質複合肥料 10 g，於二期花開花時再施用一次。其餘依植株生長情形，以液肥行葉面補充或與噴水時共行。

5. 開花結果期

十月下旬已出蕾者，施用 GA3 抽出花梗，濃度為 5 mg/L (毫克/公升) 及用量 10 ml/株，未出蕾者為 10 mg/L (毫克/公升) 及 10 ml/株。結果後進行植株整理，清除老葉並將果實移出床架外，使果實充分接受陽光，著色良好。

四、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

每公頃 20 公噸產量之草莓養分吸收量，氮約為 59 公斤，磷酐約為 29 公斤，氧化鉀約為 76 公斤。如果不考慮土壤養分，以養分利用率 (氮：0.33，磷 0.2，鉀：0.45) 估算，氮：磷酐：氧化鉀肥料推薦量為 179：145：169 公斤/公頃。如果種植前的土壤無機氮含量為 20 mg/kg，氮推薦量最高為 255 kg/ha，土壤無機氮含量高或者氮礦化潛勢大的土壤，氮推薦量可減少。若有效性磷及交換性鉀濃度較高，則應減少磷與鉀肥的施用。

(一) 一般田間施肥管理方案：

利用不同施肥位置，分配肥料種類及施用量，以充分供應草莓營養期的需求，作法如下：

1. 定植前二至三週，有機質肥料全面撒施後翻耕，使肥料與土壤充分混合。全層施肥應以改善土壤性質，提供有機質為主要目的，因此以有機質含量較高之腐熟粉狀堆肥較佳 (堆肥氮含量不超過 20 g/kg 者，忌用高量的含高鹽分的禽畜糞堆肥)，每 0.1 公頃約 500-1,000 公斤。此外，為顧及草莓初期所需的養分，全層施肥還可以混合部分粒狀有機質肥料或化學肥料，每 0.1 公頃氮的用量 6 公斤為原則。
2. 作畦時，肥料條施於畦中央，再做畦。條施應深施，施用的深度需配合草莓之根系密集層的深淺。

(1) 質地較細保肥力較好的土壤，考慮人工成本，全層施肥一次施足即可，可不必條施。

- (2) 質地較粗或保肥力較差的土壤，可考慮全部基肥使用量之三分之二作為全層施肥，不足部分再條施。
3. 定植初期通常幼苗活力不足，種植後三星期內皆可用稀釋養液澆灌，可以促進苗快速生長。由於葉面積足夠，以葉面補施液肥可同時促進新葉發展及新根發育，且可以在根部無法吸收養分時，即時提供作物所需。
4. 塑膠膜敷蓋之前，穴施在兩株中間下方，深度約 10-15 公分，肥料施用後覆土，其目的在當土壤養分供應強度不足時，補充作物生長所需之養分；穴施的用量最省，每 0.1 公頃氮的用量 1-2 公斤為原則，主要以粒狀有機質肥料為主。
5. 種植後一個月到終止生產前，以化學肥料灌施、滴灌或隨著灌溉水施用，主要提供氮肥與鉀肥，總計每 0.1 公頃氮與氧化鉀的用量以 6 公斤為原則。
6. 次量與微量元素：種植後每二至三星期用草莓專用微量元素葉面施用。多雨季節，葉面補充綜合微量元素及含鈣肥料，葉面也可施用亞磷酸鉀，但宜避開降雨前施用。

(二) 粗質地土壤配合滴灌設施田間施肥管理方案 (土壤肥灌與葉面施肥)：

1. 整地前測定土壤，土壤 pH 低於 5 之農田，整地時每 0.1 公頃使用 80 公斤苦土石灰，至少二星期後再作畦。
2. 規劃畦的位置後，條施化學肥料，配合施用稻草或太空包堆肥，每 0.1 公頃約 500-1,000 公斤。化學肥料用量如下：
 - (1) 土壤 Bray-1 磷及交換性鉀低者，施用 43 號複肥 (15:15:15)，條施於畦中央，再做畦，使肥料在約 10-15 公分深處，用量約每 0.1 公頃 40 公斤。
 - (2) 土壤有效性磷及鉀已高者，每 0.1 公頃施氮 6 公斤，磷酐及氧化鉀約 2 公斤；相當於每 0.1 公頃約施用尿素 13 公斤，過磷酸鈣 11 公斤，氯化鉀 3.4 公斤。
3. 種植後二個小時內用稀釋養液澆灌 (氮：磷酐：氧化鉀約 100: 50: 100 mg/L (毫克/公升))，可以促進苗快速恢復及開始生長。
4. 幼苗期：種植後三星期內皆可用稀釋養液澆灌 (氮：磷酐：氧化鉀約 100: 20: 100 mg/L (毫克/公升))，當灌肥可以促進苗快速生長。
5. 生長期 (種植後一個月到二個月間)：每 0.1 公頃每星期灌施氮：磷酐：氧化鉀約 0.32:0.05:0.32 公斤 (約施用尿素 0.39 公斤 + 硫酸銨 0.19 公斤 + 硝酸鉀 0.72 公斤 + 過磷酸鈣 0.25 公斤)。
6. 收穫早期至收穫盛期 (種植後二個月到四個月)：每 0.1 公頃每星期灌施氮：磷酐：氧化鉀約 0.48 : 0.08 : 0.48 公斤 (約尿素 0.58 公斤 + 硫酸銨 0.29 公斤 + 硝酸鉀 1.08 公斤 + 過磷酸鈣 0.35 公斤)。
7. 收穫盛期至收穫晚期 (種植後四個月後到終止生產)：每 0.1 公頃每星期灌施氮：磷酐：氧化鉀約 0.64 : 0.10 : 0.64 公斤 (約尿素 0.78 公斤 + 硫酸銨 0.38 公斤 + 硝酸鉀 1.44 公斤 + 過磷酸鈣 0.35 公斤)。
8. 種植後每二至三星期用草莓專用微量元素葉面施用。多雨季節，葉面補充綜合微量元素及含鈣肥料，但宜避免在降雨前施用。



第七章 洋香瓜

洋香瓜土壤管理與施肥推薦參考資訊

臺南區農業改良場 黃瑞彰

一、適宜栽植風土條件

(一) 主要栽培作物介紹-品種及產地分佈

洋香瓜屬葫蘆科一年生蔓性草本，原產中東和非洲一帶，性喜溫暖多日照之氣候。洋香瓜為甜瓜之一種，屬西洋系甜瓜，瓜實較大。果實表面有網紋、斑紋或光滑，肉色有綠肉、橙紅肉、白肉等，肉質有軟肉及脆肉之不同。依據行政院農業委員會農業統計年報民國 105 年洋香瓜栽培面積為 2,815 公頃，平均之公頃產量為 12,955 公斤。主要產地在台南市（東山區、七股區、將軍區、白河區、後壁區、西港區及安南區）、雲林縣（崙背鄉、二崙鄉）、嘉義縣（義竹鄉、鹿草鄉）。洋香瓜大部分為兩性花與雄花同株，雌花（兩性花）主要發生於子蔓及孫蔓，果實由子房與花托發育而成，可食部位為中內果皮。開花授粉後 10-20 天，果實達生長最旺盛階段，網紋瓜品種則於此時開始產生裂紋。開花後 30 - 62 天稱為成熟期（依品種、季節而不同）。栽培種之果肉糖分含量為 11-16%，高者可達 19%。

(二) 產業介紹

市場交易價格變動極大，介於 22-34 元/公斤。開花授粉後依品種及氣候之不同，約 30-60 天達到成熟期，成熟果實氣味芳香，肉質甜美，糖度一般介於 11-15 度左右，最高可達 20 度，果實一般以生食為主，亦可加工製成冰品或果汁類。

(三) 氣候條件

洋香瓜喜愛溫暖多日照之環境，生育適溫為 25-30℃。對低溫很敏感，地溫至少在 18℃ 以上，又以 20-25℃ 較佳，土溫達 35℃ 根系發育仍佳，超過 40℃ 或低於 15℃，根系停止生長。夜間溫度 15-20℃，日照充足，較乾燥之環境下，植株發育良好，果實品質最佳。果實成熟期以日夜溫差較大之季節最為適宜。根系淺，耐濕力較弱，不耐浸水，浸水超過 24 小時，根系將發生傷害。

洋香瓜主要產季在十一月下旬至翌年二月、四月下旬至六月上旬，其它月份則有零星產量。秋作宜在八月下旬或九月上旬開始播種，若太早播種，除常遇颱風暴雨災害外，因果實成熟期在十一月份以前，沒有明顯的日夜溫差出現，品質不佳；秋冬作為十月下旬至十一月上旬種植，春作為十二月至翌年一月種植，春作不宜太晚種植，以免收穫成熟季節遇上雨季，影響品質。

(四) 土壤條件

洋香瓜根系淺，耐旱力較弱，土壤適應性雖廣，但以排水良好、土層深厚、土質鬆軟為佳。砂質土栽培，網紋形成良好，裂果少，外型美觀，但肉較薄，膨軟果較多；

黏質土栽培則相反，網紋形成較差，外觀容易污染，但肉較厚，肉質良好，膨軟果較少。因此，砂質土栽培要補充水分；黏質土要多施用有機質肥料，提高土壤排水及通氣性。土壤以中性偏酸為宜，pH 值約 6.0-6.6，洋香瓜忌連作，於水稻後作最佳，或與非瓜類作物進行輪作為宜。設施栽培之土壤常因栽培管理操作不當，使得土壤鹽基偏高或是線蟲密度增加，可選擇種植綠肥水稻來改善設施土壤。

二、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 養分需求

建立優質的棲地環境、營造最佳生長環境為生產優質農產品必備的要素，而依耕地狀況建立耕作模式，可降低土壤沖蝕程度與肥料流失。應於施肥作業前一個月採取代表性土壤做土壤性質分析，或至少已了解近半年內的土壤酸鹼度、土壤質地、土壤有機質含量及土壤排水等性質。依據土壤肥力分析，配合洋香瓜合理施肥標準作業流程 (SOP) 調整施肥量。

有鹽害（導電度大於 4 dS/m）之問題土壤，可利用多施用低鹽分有機質肥料以代替化學肥料，鹽害問題嚴重的土壤可利用洗鹽、栽種耐鹽性作物（如水稻、蕓菜、青蒜等）、或客土等方式擇一或綜合改良，使導電度低於 4 dS/m，若以地下水進行洗鹽需先檢測水質。另外，目前市售之複合肥料，由於配方固定，其肥料成分並不一定與作物吸收之養分比例一致，故易造成土壤養分累積，例如常見銨氮太多，即使土壤中有足夠的鉀離子及鈣離子，植株仍可能出現缺鉀或缺鈣的現象，此為拮抗作用所造成，此時再補施鉀肥或鈣肥，只會使土壤鹽分累積的程度更形惡化。

(二) 營養障礙—過多或缺乏症狀

1. 缺氮

症狀：初期葉片呈淡黃色，葉形小，莖細。

原因：土壤中氮含量較低或施用大量碳氮比高之有機質時，初期常有氮缺乏現象（氮饑餓），而於土壤水分過多，根系吸收受損時亦會造成。

補救方法：

- (1) 確認為缺乏症狀時，以硝酸態氮肥施用。
- (2) 於網紋形成後發生，以稀釋液肥行葉面施肥。
- (3) 若為施用醱酵不完全之有機質肥料所造成，則可添加有益微生物加速有機質分解。
- (4) 注意氮肥之施用，在低溫下施用硝酸態肥料有效。
- (5) 洋香瓜的氮肥吸收，在授粉後二星期呈一高峰（網紋洋香瓜在網紋發生期），然後，急速下降，在此之前施必要之肥料。



圖 1、缺氮瓜苗葉形小、莖細

2. 缺鉀

症狀：中位葉之葉緣略為黃化，逐漸葉緣黃化明顯，進一步之症狀，自葉緣向內部之葉脈間形成黃化，然後葉緣枯黃，其症狀自下位葉至中位葉皆出現。

原因：砂土等土壤中鉀含量較低時易發生，氮肥、鈣肥或鎂肥施用過多，鉀之吸收受阻也易引起缺鉀。

補救方法：

- (1) 洋香瓜的鉀肥吸收，在授粉後二星期呈一高峰（網紋洋香瓜在網紋發生期），在此之前施必要之肥料。
- (2) 粗質地，鉀肥宜少量多次施用。
- (3) 葉面噴施硫酸鉀 1~1.2 g/L。
- (4) 調整土壤酸鹼度。



圖 2、缺鉀中位葉之葉緣略為黃化

3. 缺磷

症狀：初期葉呈濃綠色，生育顯著停滯，葉片變硬並成歪曲的小葉，症狀嚴重時下位葉形成不規則的枯萎。

原因：強酸性土壤（pH 5.5 以下），強鹼性土壤（pH 8 以上）磷易被固定，比起其它要素的吸收，易受地溫所左右，於低溫時吸收顯著不良。

補救方法：

- (1) 補充易吸收之液態磷肥（如磷酸一鉀、磷酸一銨），或加入溶磷菌。
- (2) 調整土壤酸鹼度。
- (3) 接種內生菌根菌。
- (4) 注意定植期之溫度、灌水，以促進其成活及根之伸展。

4. 缺鎂

症狀：葉肉黃化，葉脈仍保持綠色，尤以下位葉更明顯，嚴重時則整片葉黃化。

原因：土壤太酸（pH 太低）或鈣及鉀過多時易造成植株缺鎂。

補救方法：

- (1) 噴施 2 - 4 g/L 硫酸鎂數次。
- (2) 施用氧化鎂每公頃 150 - 300 公斤。
- (3) 調整土壤酸鹼度。
- (4) 避免施用過量的鉀及鈣。



圖 3、缺鎂葉肉黃化，葉脈仍保持綠色

5. 缺鈣

症狀：中上葉之葉脈黃化，嚴重時整片黃化，葉之外側捲曲，有如傘狀。

原因：土壤太酸（pH 太低）或氮及鉀過多時，土壤水分不足或設施中通風不良均易造成植株缺鈣。

補救方法：

- (1) 以 2 - 3 g/L 氯化鈣或 1.5 g/L 磷酸一鈣，每週二次葉面噴施。
- (2) 適量補充土壤水分。
- (3) 控制氮、鉀肥施用量。
- (4) 調整土壤酸鹼度。

6. 缺鐵

症狀：生育略呈遲緩，上位葉呈現黃化。

原因：鹼性土壤最易發生。

補救方法：



- (1) 噴施 1 - 2 g/L 硫酸亞鐵或 0.5 g/L EDTA 鉗合鐵溶液。
- (2) 調整土壤酸鹼度。
- (3) 增施有機質肥料。



圖 4、缺鐵植株上位葉黃化

7. 缺鋅

症狀：新梢葉片黃化變小，節間變短而密。

原因：磷肥施用過量或鹼性土壤較易發生。

補救方法：

- (1) 施用硫酸鋅每公頃 20 - 40 公斤或 氧化鋅 30 - 50 公斤。
- (2) 噴施 1 - 2 g/L 硫酸鋅溶液。
- (3) 調整土壤酸鹼度。



圖 5、缺鋅植株節間變短而密

8. 缺硼

症狀：自子葉的外緣開始黃化，而本葉並不發生。也有子葉正常而心葉呈杯狀者，於生育中期生育延緩，上位葉之外側捲曲，且一部分葉緣變褐，果實也變木質化。

原因：粗質地土壤，pH 值過高，乾旱，氮、鉀肥施用過量。

補救方法：

- (1) 施硼砂每公頃 5 - 10 公斤。
- (2) 噴施 1- 2 g/L 硼酸溶液。
- (3) 土壤避免過度乾燥。
- (4) 調整土壤酸鹼度。

9. 缺硫

症狀：中、上位葉的葉色皆呈淡化，無生育異常現象。

原因：長時間不施硫酸根肥料時，較有發生缺硫的現象，尤其是設施栽培。

補救方法：施用副成分含有硫酸根的肥料。



圖 6、土壤鹼性缺乏微量元素

10. 營養生長旺盛

症狀：植株生長茂盛，開花結果數少，且結果位高。

原因：氮肥施用過量，造成營養生長旺盛。

補救方法：

- (1) 減（停）施氮肥。
- (2) 低溫時基肥施用應提早。
- (3) 依栽培時期配合硝酸態氮肥施用。
- (4) 酌量提高磷、鉀肥用量。



圖 7、肥分過多植株生長茂盛，開花結果數少

11. 高鹽類障礙

症狀：生育初期葉色呈濃綠，而栽植土壤表土有硬化及白色結皮（如圖 8），生育變為遲緩。

原因：施肥過量。

補救方法：

- (1) 適當的施肥量，施肥宜少量多次。
- (2) 增加灌水量。
- (3) 於休閒期進行浸水洗鹽或種植綠肥 作物移除過多鹽分。



圖 8、施肥過量導致鹽分累積



圖 9、高鹽類使植株生育遲緩



圖 10、氮磷肥過高易造成水質優養化



圖 11、種植水稻綠肥改善土壤連作問題

(三) 土壤與葉片採樣方法

1. 植體樣本的採集原則

植體內養分含量與其吸收量，不僅能顯示植物的營養狀態，且在正常狀態下能反映土壤中養分的有效性。

2. 日中之採樣

葉片中養分濃度在一天中不同時間的變化甚小，因此，在不同時間所採集的樣本的養分濃度差異並不顯著，但在清晨採樣除可將時間的影響降至最低的程度外，且有充裕的時間作後續的處理工作。Bowen (1978) 建議採樣最適宜的時間為日出後三小時之內。由於植物組織的水分含量在白天中乃隨時間而遞減的，此將影響養分的濃度，故採樣時間訂在清晨相同時間為最被推薦的。



圖 12、葉片採樣分析瞭解養分含量與其吸收量

(四) 土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值

表 1. 洋香瓜的植體採樣時期、採集部位及營養要素臨界值

種類	時期	採集部位	營養要素臨界值*		
			缺乏	適合	
網紋香瓜 (Cantaloupe)	生長初期	頂端下第六葉的葉柄	氮	8,000	12,000
			磷	2,000	4,000
			鉀	40	60
	結果初期	頂端下第六葉的葉柄	氮	5,000	9,000
			磷	1,500	2,500
			鉀	20	40
	果實成熟初期	頂端下第六葉的葉柄	氮	2,000	4,000
			磷	1,000	2,000
			鉀	20	40

*Unless otherwise noted, values are : N = NO₃-N mg/L ;
P = acetic acie-soluble PO₄-P, mg/L ; K = total K, g/kg ; and S = SO₄-S, mg/L.

三、土壤管理與施肥推薦

(一) 依據土壤管理組圖提出土壤管理推薦

若有地區性問題土壤則可進行土壤改良，如強酸性土壤施用石灰資材矯正酸度、壓實土壤之犁底硬盤打破，均可提高肥料效率及生產力。

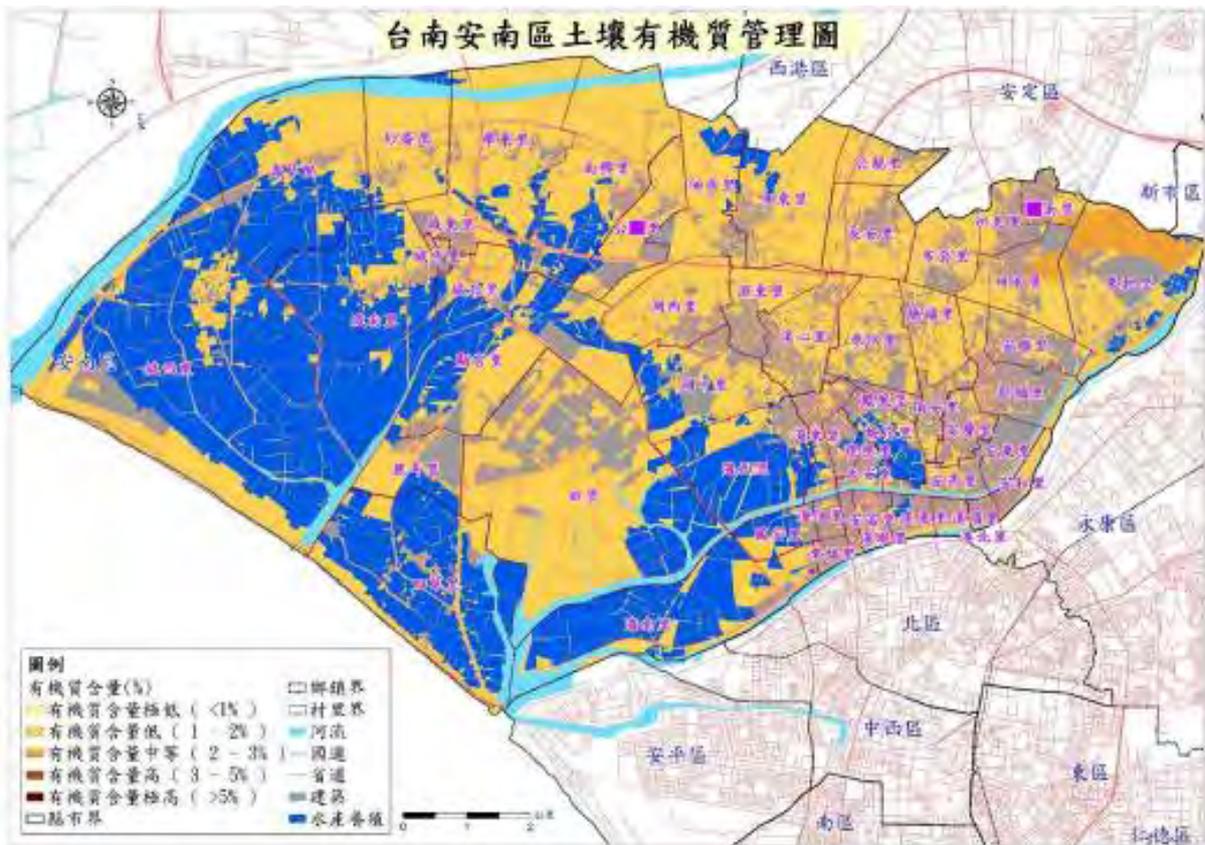


圖 13、有機質 10 - 20 g/kg
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

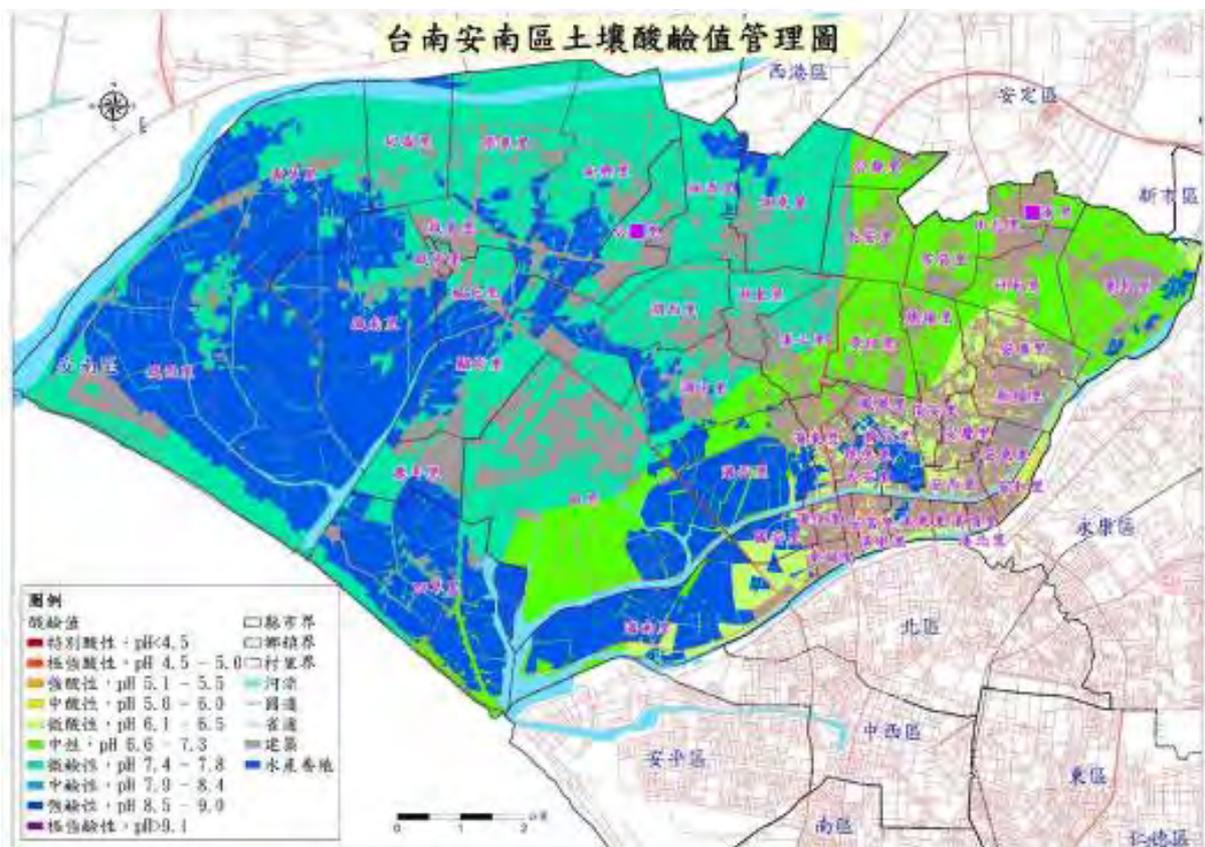


圖 14、土壤酸鹼值以微鹼性居多
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

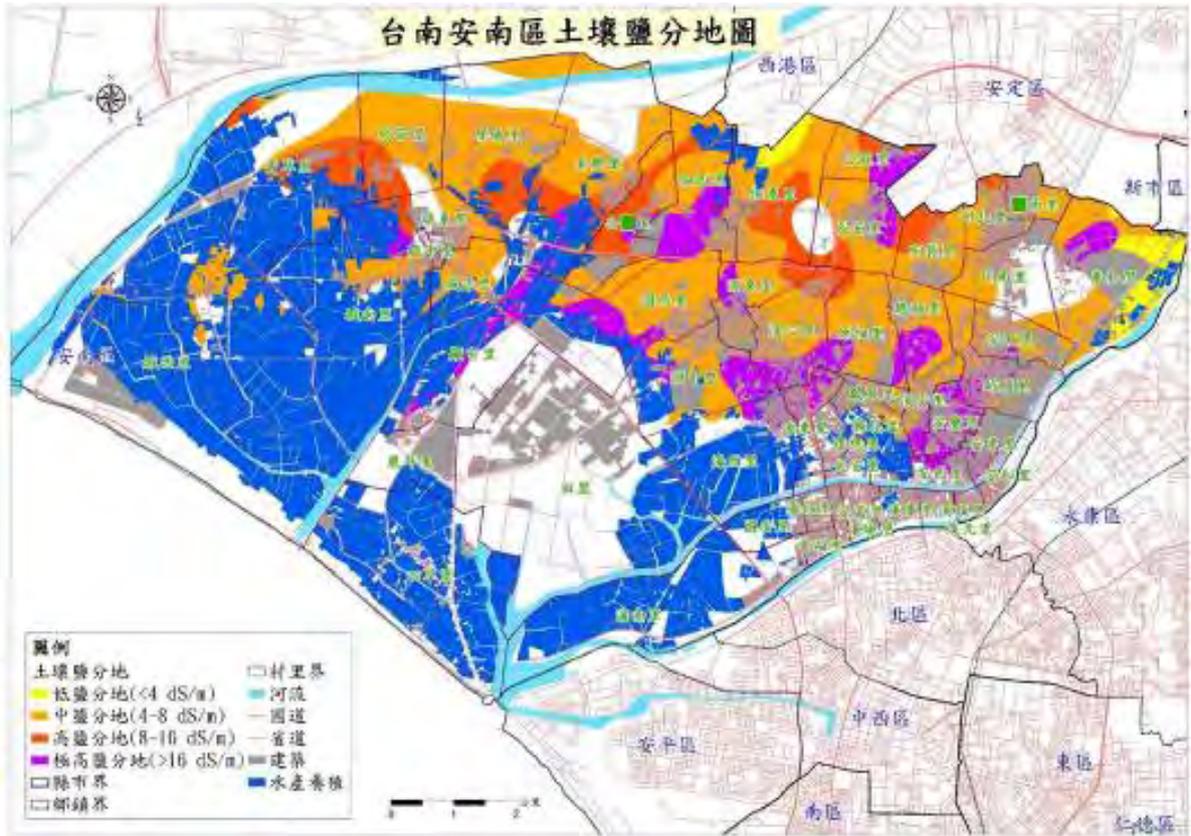


圖 15、土壤多數屬鹽分地
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

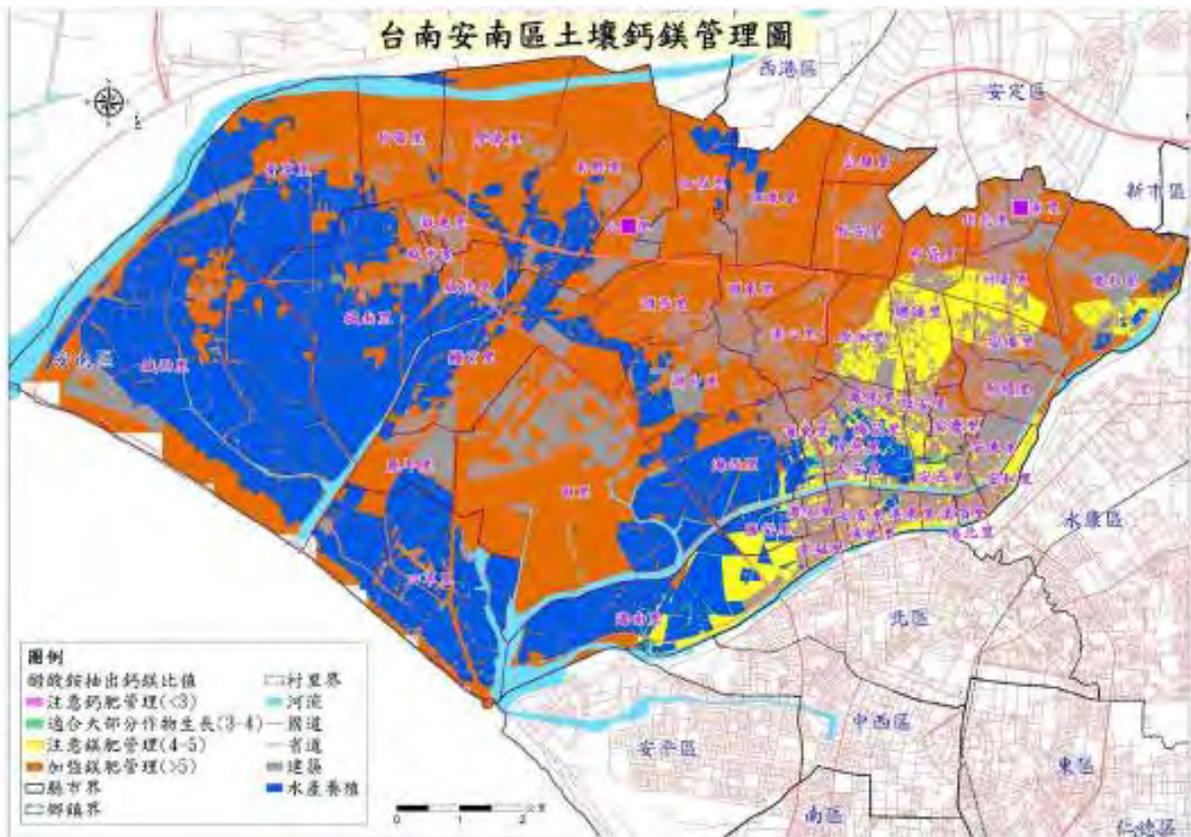
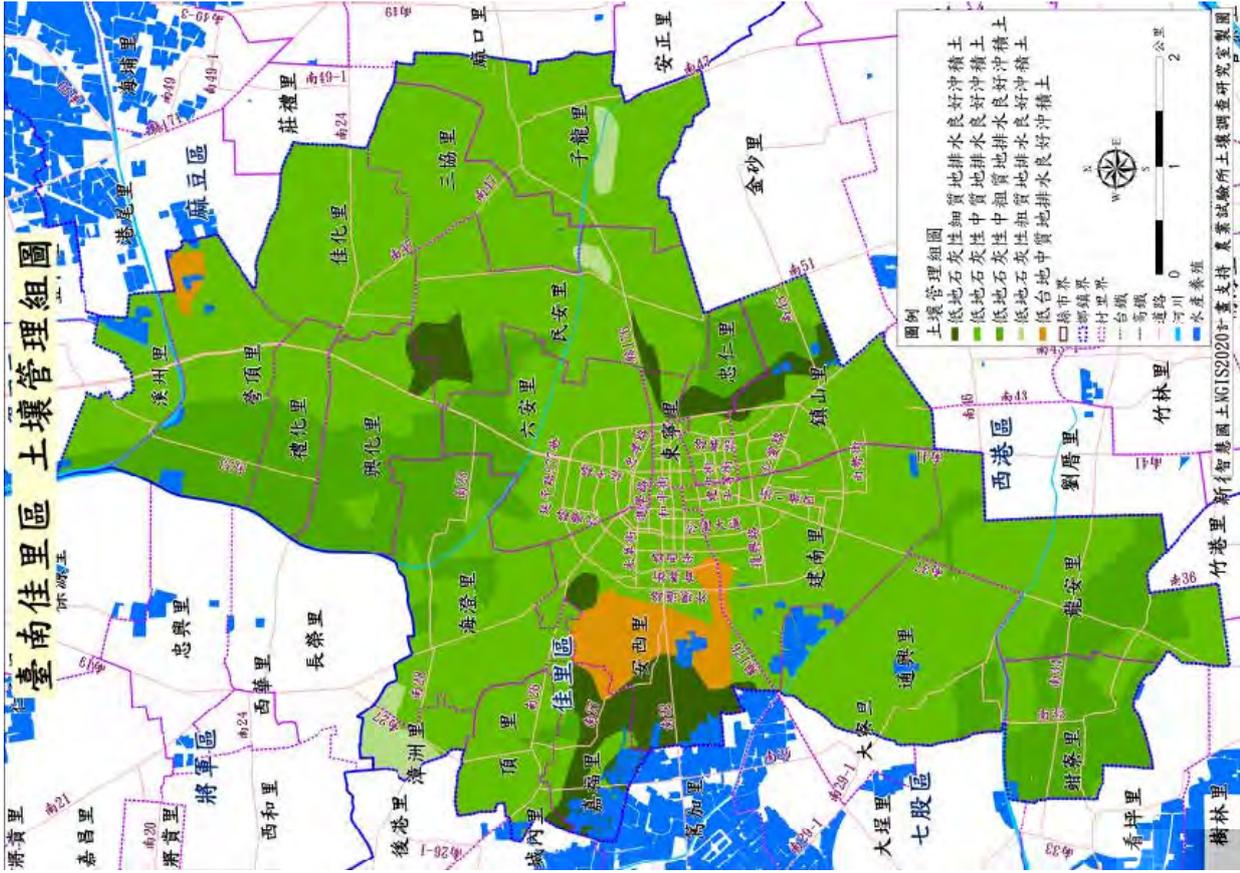
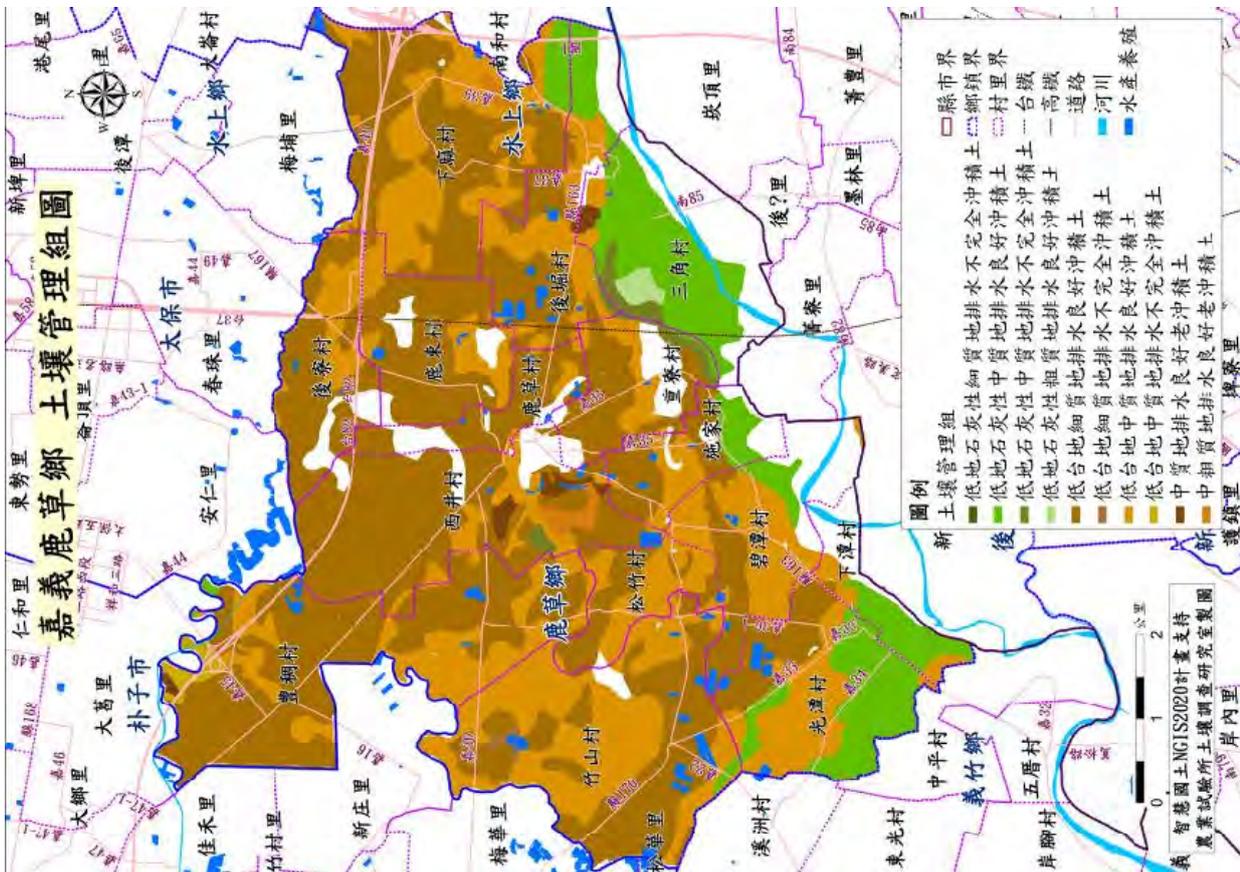


圖 16、土壤多數須加強鎂肥管理
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

(二) 土壤 pH 需求及改良

適宜洋香瓜生長的土壤 pH 值為 6.0- 6.6，pH 值低於 5.5 者（強酸性土壤），可參考土壤中氧化鈣及氧化鎂含量，推薦施用一般石灰資材或苦土石灰 1-2 公噸/公頃，以改善土壤酸化問題。石灰性土壤應參考土壤中氧化鉀、氧化鈣與氧化鎂含量，通常鈣鎂比 6 以下，鎂鉀比 2 以上為理想值，若土壤鈣及鉀含量過高，則增施鎂肥每分地 10 公斤。

(三) 質地需求

土壤適應性雖廣，但以排水良好、土層深厚及土質鬆軟為佳。

(四) 土壤有機質含量

臺灣因高溫多濕，若長期施用化學肥料，而未能適當補充有機質，將造成土壤有機質含量偏低、土壤團粒減少、通氣性及保水性變差、有益微生物的繁殖受限，故使作物對病蟲害的抵抗力減弱。高經濟價值作物常需使用有機質肥料以提高產品品質。由於有機質肥料種類多，包括木屑堆肥、樹皮堆肥、禽畜糞堆肥、豆粕類、及綠肥等，其肥效係依其所含有機質在土壤中經微生物分解礦化之釋出速率與養分量而異，故有機質肥料之施用應依其碳氮比預估礦化率及可釋出之養分量。連續使用有機質肥料時，除當作所施有機質肥料之可礦化量外，前期殘留有機質肥料量及土壤中有機質之可礦化量亦要列入考量，才能確實明瞭可由土壤有機質及施用有機質肥料供給之要素量。一般可將化學肥料和有機質肥料配合施用，且將有機質肥料可釋出之要素量扣抵化學肥料用量，才符合合理施肥之目標。為改善土壤性質，可選用有機質含量高，三要素養分含量低的腐熟堆肥，若有機質肥料成分較高時，化學肥料施用量應降低。定植 10 日前將有機質肥料與化學肥料全面撒施後翻耕，使肥料與土壤充分混合。



圖 18、施用有機質含量高，三要素養分含量低的腐熟堆肥

(五) 水分灌溉管理、灌溉頻率及方式

洋香瓜忌多濕，需水量依植株之發育階段、土壤性質及天候而定。較精確之供水模式為：營養生長期土壤水分 6.2- 9.8 kPa，開花期約為 31 kPa，果實發育前期約為 15.5



kPa，果實發育後期約為 39 kPa，成熟期則需 49 - 98 kPa；亦即初期生長保持適當土壤水分即可，不必多灌水，以促使植株根群能向下生長，使地上部發育健壯。開花期則減少灌水量，促進著果；座果後 7~20 天為果實肥大期，需水較多，應充分給水，之後漸漸減少水分供應，尤其在成熟期，保持適當乾燥但植株不至於萎凋之狀態下最為理想。但若為網紋瓜，網紋初現時水分則不宜太多，以免出現粗而不均之網紋，待網紋快完成再增加水分。

適當水分管理相當重要，不僅影響果實外觀，亦影響糖度，尤其高品質洋香瓜之生產對水分之控制要求更高。水分管理是否得宜，可由瓜蔓的生長判斷。太乾時瓜蔓生長受到抑制，雄花在生長點附近開花。結果蔓第二節還未伸出，第一節的雌花已開花。土壤太濕時，洋香瓜根部發育不良，瓜蔓變細。灌水時機於暖熱天宜在傍晚時進行，寒冷天候則應在上午進行。

設施栽培的最大特色，就是栽培者可以利用設施並透過環境管理技術，使環境更適於作物的生長需要，從而控制產量、品質與調節產期；利用水分的管理，控制植株及產品的生長快慢和品質。故以滴灌栽培要注意土壤水分狀態，目前常以 Pa 來表示土壤水分率，可插入土壤張力計瞭解土壤含水量。



圖 19、滴灌與土壤水分張力計設置可以更精準供應水分



圖 20、水分過多造成裂痕過大

(五) 栽植密度、栽培層及管理作業

1. PE 塑膠布隧道棚栽培

秋作於植株定植前二週及春作植株定植前三週，將有機質肥料與化學肥料（按推估施肥量之 70 - 80 %）全面撒施後翻耕，使肥料與土壤充分混合後，進行整地、作畦，敷蓋銀黑色塑膠布。做畦採南北向為宜，作畦保持畦面寬 2 公尺，畦溝寬 0.4 公尺，畦高至少 30 公分以上為宜。

做畦完成後，搭設 PE 塑膠布隧道棚。隧道棚之搭設簡述如下：每 0.1 公頃需鐵條（長度 3.4 公尺，直徑 0.8 公分，兩端 30 公分處有掛鈎）400 支，大木樁約 20 支，透明 PE 塑膠布（寬 2.7 公尺，厚 0.075 公厘）400 公尺，以及數捆尼龍繩或棉繩。每距 1 公尺插入鐵條一支，使彎曲成圓拱形，底部與畦寬相同，蓋上 PE 塑膠布後，在其上再絆以細繩固定之。每畦之細繩或塑膠布拉緊後綁牢於兩端之大木樁上，如此即可完成 PE 塑膠布隧道棚。一切就緒，於定植日按株距鑿植穴。單蔓整枝者，於畦緣每距 36 - 40 公分鑿一穴，雙蔓整枝者，於畦緣每 55 - 60 公分鑿一穴。確實之株距則視品種生長勢之強弱及期作不同而定。



圖 21、PE 塑膠布隧道棚栽培

2. 簡易溫網室之土耕直立式栽培

若以此種設施栽植洋香瓜，則畦距(含溝)約 180-200 公分，栽二行，行距 90-110 公分，株距 38 - 42 公分(單蔓)，三角形種植。可採四方網目之攀爬網引蔓，或以插支架或吊繩方式固定蔓向上方生長。前者以掛鉤吊果，後者以懸細繩之方式吊果。



圖 22、簡易溫網室之土耕直立式栽培



3. 栽培管理作業曆

月別	旬別	栽培期作別			主要栽培管理	重要病蟲害發生期																
		秋作	秋冬作	春作		苗立枯病	病毒病	白粉病	露菌病	蔓枯病	黑點根腐病	根瘤線蟲	棉蚜	南黃薊馬	番茄斑潛蠅	銀葉粉蝨	瓜實蠅	夜蛾類	瓜螟	赤葉蟬		
一月	上				藍色：播種或種植期 綠色：植株生育期 （含抽蔓、開 花、著果） 橙色：成熟採收期																	
	中																					
	下		採																			
二月	上				一、秋作： *八月下旬至九月上 旬播種（勿過早）																	
	中		收																			
三月	上				*九月至十月植株發 育- 開花- 著果																	
	中																					
四月	上				*十一月中旬至十二 月上旬成熟期																	
	中																					
五月	上				二、秋冬作： *十月月下旬至十一 月上旬種植																	
	中																					
六月	上				*十一月至十二月植 株發育-開花-著果																	
	中																					
七月	上				*一月至二月成熟期																	
	中																					
七月	上				三、春作： *十二月至翌年一月 種植（勿過遲）																	
	中																					
七月	上				栽培管理摘要： 1. 種子浸種消毒-清 洗濾乾（-催芽）- 播種- 育苗。																	
	中																					



四、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦〈通用原則性的〉

(一) 參考實例

洋香瓜施肥建議於每公頃施用堆肥 10 公噸情況，施肥量（公斤/公頃）：氮 110-150、磷酐 210-250、氧化鉀 160-200。換算成一般複合肥料，基肥每公頃約需 43 號複肥（N:P₂O₅:K₂O:MgO=15-15-15-4）600 公斤與過磷酸鈣（18% P₂O₅）400 公斤。追肥為即溶 6 號（N:P₂O₅:K₂O:MgO=5-18-18-4），分別於幼、中果期稀釋 100-200 倍土壤灌注一至二次，每次每公頃約 200 公斤，或以葉面液肥補充，稀釋 300-500 倍後噴灑。堆肥做基肥選用有機質含量高，三要素養分含量低的腐熟堆肥，配合雞糞或禽畜糞堆肥使用，若有機質肥料成分較高時，化學肥料施用量應降低。

1. 三要素推薦量（公斤/公頃）

要素別	塑膠布畦面覆蓋栽培	塑膠布隧道型栽培	稻草覆蓋栽培
氮素	110~150	110~150	110~150
磷酐	210~250	210~250	210~250
氧化鉀	160~200	160~200	160~200

註：1. 化學肥料換算 43 號複合肥料施用量 1,000 - 1,400 公斤。

2. 每公頃施用 10 公噸堆肥，施用有機質肥料，化學肥料施用量可以酌減。

3. 使用微生物肥料可幫助養分吸收，化學肥料施用量可減少。

2. 施肥時期及分配率（%）

肥料別	基肥	第一次追肥 (開花授粉後 5~7 天)	第二次追肥 (開花授粉後 21-28 天)
氮肥	20	40	40
磷肥	50	20	30
鉀肥	30	20	50

註：基肥於整地前施用，第一次追肥為疏果後，第二次追肥網紋形成完全時實施

3. 施肥方式

(1) 為改善土壤性質，可選用有機質含量較高之腐熟堆肥，配合雞糞或禽畜糞堆肥使用。

(2) 有機質肥料可與土壤改良劑石灰資材同時施用，可省工及避免土壤硬化，但化學氮肥需待石灰施用後一個月再施，不可與石灰同施，以免氮脫失。

4. 石灰之施用

(1) 土壤 pH 小於 5.5 屬於酸性土壤，建議使用鹼性資材，並充分與土壤混合。

(2) 石灰用量：砂質壤土施 1 噸/公頃/年，壤土或粉質壤土施約 1.5 噸/公頃/年，黏質壤土 2 噸/公頃/年。每年檢查土壤 pH 值，如已調整至 pH 6.0 以上，即停止使用。

5. 次量及微量要素之施用（如診斷缺乏才有施用之需要）

(二) 大量元素營養管理推薦

1. 若種植前，土壤檢測結果肥力過高，應酌減該項肥料用量，減肥建議量如下：土壤分析結果如磷、鉀在低的範圍依慣用量增施 1/4- 1/3，在高的範圍依慣用量減施 1/3-

1/4。(註：Bray-1 磷濃度 15 - 100 mg/kg，交換鉀濃度 30- 100 mg/kg，偏下限為低濃度，偏上限為高濃度。)

2. 土壤 EC 值會影響氮肥施用量：

- (1) 測定之土壤 EC 值 (1:5) 大於 0.4 dS/m 時，不必施氮肥。
- (2) 測定之土壤 EC 值 (1:5) 介於 0.4 至 0.3 dS/m 時，氮肥依慣用量減施 3/4。
- (3) 測定之土壤 EC 值 (1:5) 介於 0.3 至 0.2 dS/m 時，氮肥依慣用量減施 1/4。
- (4) 測定之土壤 EC 值 (1:5) 介於 0.2 至 0.1 dS/m 時，氮肥依慣用量施用。
- (5) 測定之土壤 EC 值 (1:5) 小於 0.1 dS/m 時，則依氮肥合理推薦施用量施用。

洋香瓜果實品質與施肥管理有密切相關，尤以果實糖分於採收前二至三週呈直線累積，此時需適度提升鉀肥比例，以促進糖分累積，提昇果實品質，若於此時增加氮肥施用量則果實糖度較低，且易造成裂果。

(三) 次量與微量要素營養管理推薦

作物吸收不同肥料養分量不一，最易造成養分失衡，例如常見銨態氮肥施太多，即使土壤中有足夠的鉀離子及鈣離子，仍可能出現缺鉀或缺鈣的現象，此現象稱為拮抗現象，此時再施入鉀肥或鈣肥只會使土壤鹽分累積的程度更形惡化，此一弊端，應依作物、土壤、氣候予以考量調整施肥。栽培期間需注意次量與微量要素缺乏，尤其是鎂、鋅、鐵等的缺乏，若診斷有營養缺乏現象則可行葉面施肥補救，可將營養要素稀釋 500 - 1,000 倍使用，每週一至二次直至症狀消失。

長期多量施用 pH 較高之有機質肥料或石灰資材，將顯著提升土壤酸鹼度，當施用銨態氮肥多時，易形成氨氣揮散損失，高濃度之氨氣會對植株直接造成傷害，且微量元素易缺乏，故在低溫時基肥應提早施用。又目前市售之有機質肥料之品質並不穩定，農友高量或長期施用時，也可能因施用不當導致土壤表面累積過量鹽分，而使作物生長不佳，應加以注意。

(四) 新興施肥方法推薦 (土壤肥灌，與葉面施肥)

1. 微生物肥料使用

一般農民慣用大量的化學肥料，而磷肥大部分因被土壤固定結合或流失，不但不能為作物所吸收，亦可能污染地下水。洋香瓜為磷肥需求量高之作物，可利用內生菌根菌及溶磷菌等生物性肥料，幫助養分吸收，可促進幼苗與植株之生長，提高移植成活率，減少肥料用量，達到合理化施肥之目標。根據初步試驗顯示，內生菌根菌可強壯瓜株根系，提高根莖比，減輕黑點根腐病對洋香瓜產量及品質造成上優點，惟塑膠資材設施內土壤由於自然雨水被阻隔，導致部分未被作物吸收的肥料以可溶性鹽類累積在土中，且無法被淋洗。

自然界中存在有豐富之微生物資源，對農作物生產而言，常可利用此資源，如將有益微生物接種在種子或施用在幼苗、土壤上，可增加植物營養之供應、提高土壤中養分之有效性、增進根系之生長與養分之吸收、保護根系及增進抗逆境能力等，均可稱之為「微生物肥料」應用。

目前常被應用於香瓜栽培有溶磷菌及菌根菌，使用方法分別說明如下：

- (1) 溶磷菌液劑灌注方法：每毫升之菌數約為 4×10^8 cfu，稀釋 300 - 500 倍，澆灌於根系附近之土壤至澆濕為原則，使菌液儘量接觸到根系為佳。



- (2) 菌根菌粉劑拌種之方法：以每穴約 1 公克之菌根菌孢子土 (每克約含 100 粒菌種) 撒施於介質，再與介質均勻攪拌，攪拌後之介質填入穴盤中，再進行播種育苗。



圖 23、溶磷菌液稀澆灌於根系附近



圖 24、菌根菌孢子土撒施於介質，介質填入穴盤中，再進行播種育苗

2. 滴灌給肥

傳統的灌溉方式往往需要消耗大量的水，但在水資源日漸匱乏的今日，農業用水勢將面臨限縮，因此，惟有提高水的有效利用率，才能降低用水量並持續進行農業生產。本示範以 PE 穿孔噴管，利用上覆 PE 布截落水滴，造成滴灌之效果。試驗結果，此種設計，其滴灌水分之分布均式且散布面亦幾可涵全畦面，有利於作物整個根系群對水分及養分之吸收。本系統之效果比傳統滴灌只能在主根小範圍施灌之情況為佳，而且不需要裝置昂貴且易堵塞之滴嘴，免除滴嘴維護之困擾。同時裝卸簡易，在不作覆蓋時亦可作為噴灌之用，適用之範圍廣。

(1) 管路灌溉設備規劃

為解決隧道式 PE 布敷蓋下栽培之施肥及灌溉困難，臺南場冀期能規劃一套液體肥料與灌溉水自動混合施灌之肥液灌溉系統 (fertigation system)，同時改變傳統滴灌必須使用昂貴滴嘴的方式之缺點。試行利用價廉之國產 PE 穿孔管，再以上覆 PE 布截落水滴之原理，以達到滴灌之效果，大幅度降低管路灌溉的設施成本並對液體肥料之施用技術加以簡化。以期此一肥液灌溉系統能在低成本，高效率及操作簡易的原則下易於推廣應用。

- A. 主管：80 mm PVC 管，依行距及支管配置之需要插接 T 型接頭，以連接 PE 穿孔軟管。
- B. 支管：為國產低壓 PE 穿孔軟管，孔組距 15 cm，孔徑 0.75 mm，PE 穿孔管之首端以特殊接頭連接於主管，並加裝一球型制水閥，以為啟閉之控制。PE 穿孔軟管配置於畦兩側，可以進行兩期作滴灌。
- C. 液體肥料施用量及施用濃度 (倍數)

果實網紋形成期，每 0.1 公頃施用即溶 43 號 (15-15-15-4 (鎂)) 7.8 公斤，即溶 6 號 (5-18-18-4 (鎂)) 15.6 公斤，液肥以 125 倍之濃度施灌。利用本系統作肥液灌溉時，只須控制每次之施用量，濃度則如在 50 倍以上，均屬安全。本系統對液體肥料施用技術之簡化，亦將有助於液體肥料之應用推廣。本次示範每株洋香瓜約供應 4.2 公升水，每 0.1 公頃用水 8.4 噸。



圖 25、以 PE 穿孔噴管，利用上覆 PE 布截落水滴，造成滴灌之效果



圖 26、液體肥料施用



圖 27、灌注液肥



第八章 菜豆

菜豆土壤管理與施肥推薦參考資訊

農業試驗所 谷婉萍

一、適宜栽植風土條件

(一) 主要栽培作物介紹-品種及產地分佈

菜豆 (*Phaseolus vulgaris* L.)，又稱敏豆、四季豆，為豆科一年生草本自交作物，對栽培環境適應性廣，全台自平地到高海拔山區皆可栽培。菜豆依用途分為嫩莢用、嫩豆用及乾豆用，而以食用嫩莢較為普遍，依植株型態可分為直立性和蔓性 (郭，2006)；種子大小差異大，有圓形及橢圓形，種皮顏色豐富多變，通常花色和種皮的顏色在遺傳上是獨立的 (王，2013)。目前臺灣栽培品種仍以蔓性品種為主，有連續性開花結莢的特性。

依據產區調查目前主要栽培的商業品種，分別有白仁敏豆、白雪、七吋、農友 162 及紅骨種敏豆等五個品種。其中七吋及紅骨種敏豆為紫紅色花色，其他品種花色均為白色 (吳，2014)，皆屬於連續性採收作物。因敏豆較偏好冷涼的氣候，夏季高溫期主要栽培於南投縣山區，秋冬季則栽培於中部及南部高屏地區。

(二) 產業介紹

根據農委會農情報告資源網資料，近五年 (民國 100 至 104 年)敏豆栽培面積介於 1,293 - 1,679 公頃，每公頃產量在 11,080 - 11,866 公斤，民國 104 年全臺栽培面積約 1,293 公頃，南投縣栽培面積為全國之冠 478 公頃佔全臺的 37 %，其中信義鄉栽培面積 208 公頃，產量 11,489 公斤/公頃，其次為高雄市美濃區 139 公頃，產量 14,329 公斤/公頃。敏豆栽培面積雖然不大，但其生長期短、適應性廣、栽培成本較低、食味性佳，為臺灣重要蔬菜之一，而市場上以莢色偏白的品種較受消費市場歡迎，因此，售價也較高，國內大多採露天栽培，僅有屏東產區有部分農民採用簡易網室栽培。

(三) 氣候條件

1. 溫度

菜豆屬暖季蔬菜，發芽適合溫度為 20-30℃，生長適合溫度 15-25℃，當溫度低於 10℃時幼苗生長減緩，開花及收穫時間延後。開花授粉適合溫度 20-25℃，當溫度高於 30℃時易發生落花落莢之情況，主要為花發育不完全、花粉活性降低及花粉管伸長受阻 (星川，1996；陳等，2013)，尤其在連續性的高日溫和高夜溫環境，即使結莢豆莢亦發育不良，豆莢短、彎曲、種子數量減少且色澤粗糙，商品價值低。溫度高，氮肥利用效率亦高，營養生長效率佳，氮肥施用過量，容易造成葉片過度茂盛，使通風不良、遮蔭病蟲害防治不易、營養生長過剩等現象不利結莢。

2. 濕度

菜豆的栽培模式大多是露天栽培，連續性的陰雨天、高溫、通風不良等因素皆不利於菜豆生育，尤其在開花時期，適宜的空氣濕度為 65 - 75 % (陳等，2013)。

夏季高濕的環境為病害-疫病、角斑病、炭疽病等病害的好發時期且藉由雨水加速擴大傳染，濕度過高亦造成花粉不正常發育，造成落花等生理病害。

3. 光線

多數菜豆品種屬中間類型對光週期不敏感，當日照時數 8 - 10 小時，光飽合點 20 - 50 klux 時，可促進提早開花並有助於提高開花結莢率，若日照時數少於六小時，光照不足時，光合作用效率差，生長勢差易落花落莢，產量低 (郭，2006)。

(四) 土壤條件

對土壤適應性範圍較廣，排水良好而能保持適量水分之壤土最適於菜豆生育，弱酸性 pH 5.6 - 6.5 最適宜，發芽期若遇乾旱或過濕，生長勢不一致，不利於後續操作管理。菜豆不適於連作，連續栽培土傳性病例如-萎凋病、白絹病等嚴重影響產量，應輪作其他非豆類作物，減輕土傳病害之為害。

二、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 養分需求(公斤/公頃)

氮素：磷酐：氧化鉀= 90 -120：60 -90：100 -120

豆類作物需肥量不高，根部有根瘤菌共生可固定空氣中的氮，故在施肥方面，磷、鉀肥較氮肥重要。若生育初期，土壤氮肥過多會抵抗根瘤菌侵入且營養生長過盛，造成遮蔭、光照不足之情況，易造成落花或延遲開花，可先施半量氮為基肥，另留一半為追肥視生育實際情況施用。

(二) 營養障礙—過多或缺乏症狀

圖 1、氮肥過高，植株生長勢旺盛，葉片大而薄，葉色呈現濃綠，易落花落果，結莢率低





圖 2、缺氮，植株生長緩慢，葉片稀疏，老葉黃化快，幼葉呈現淡綠色



圖 3、缺鎂，老葉葉脈綠色，葉肉黃化，此案例為土壤過乾的逆境造成的



(三) 土壤與葉片採樣方法

1. 土壤採樣方法：

前作收穫前後，或下作施肥整地種植前一個月採樣，勿在田埂邊沿，堆廐肥或草堆放置處所，或菇舍、農舍、畜舍等特殊位置採取，去除土壤作物殘株(稈)，用土鏟或移植鏟將表土掘成 V 形空穴，深約 15 公分，取出約 1.5 公分厚，上下齊寬的土，取表土層 0-15 公分；底層土 15-30 公分，採樣面積約 0.1 公頃，則可隨機採樣四至五點，將前述每點所採土樣，稱為小樣本，將此等小樣本，置于塑膠盆或桶中，充分混合均勻後稱為混合樣本，約取出 600 公克，先裝于塑膠袋中用橡皮筋紮緊，標示表土層及底層土，即可送樣分析。

2. 葉片採樣方法：

隨機採樣採收部位上方新近完全成熟之三小葉，每個樣本至少 20 片葉片。

3. 土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值

表 1、農業試驗所菜豆土壤肥力檢測標準參考值

項目	pH	電導度	有機質	有效 性氮	Bray-1 磷	交換 性鉀	交換 性鈣	交換 性鎂	交換 性鈉
單位		dS/m	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
菜豆 參考值	5.5 - 7.5	0.35 - 0.55	> 20	20 - 100	50 - 200	100 - 300	800 - 3000	50 - 360	≤100

項目	鐵	錳	銅	鋅	鎘	鉻	鎳	鉛	---
單位	mg/kg	---							
菜豆 參考值	未訂	未訂	≤20	≤25	≤0.39	≤10	≤10	≤15	

註：土壤 pH 值為水土比=1:1 時之測值；土壤電導度為水土比=5:1 時之測值；有效性磷以白雷氏第一法 (Bray 1) 萃取；交換性鉀、鈣、鎂以 1 N 中性醋酸銨萃取；重金屬以 0.1 N 鹽酸萃取。

表 2、菜豆植體分析 (採收部位為上方新近完全成熟三小葉)

元素	低	充足	高
	-----g/kg-----		
氮	42.4 - 49.9	50 - 60	> 60
磷	2.5 - 3.4	3.5 - 7.5	> 7.5
鉀	20.0 - 22.4	22.5 - 40	> 40
鈣	10.0 - 14.9	15 - 25	> 25
鎂	2.5 - 2.9	3 - 10	> 10
	-----mg/kg-----		
硼	15 - 19	20-75	> 75
銅	4 - 6	7 - 30	> 30
鐵	40 - 49	50 - 300	> 300
鋅	15 - 49	50 - 300	> 300
錳	18 - 19	20 - 200	> 200

三、土壤管理與施肥推薦

(一) 土壤 pH 需求及改良

菜豆 pH 最適於 5.6-6.5，普通土壤每公頃宜施石灰 300-500 公斤，酸性土壤則視其酸性之強度酌增石灰用量，鹼性土壤則應減施或不施。菜豆耐鹽性差，當土壤中的 NaCl 超過 2,000 mg/kg 時，地上部及收穫物的產量均會減少 (郭，2006)。



(二) 質地需求

對土壤適應性廣，以保持土壤水分之壤土效果最佳。

(三) 水分灌溉管理、灌溉頻率及方式

灌溉原則保持土壤根域範圍 (0-20 公分) 土壤濕潤即可，山區常用噴灌其效果水分均勻度有限，且用水量高，滴帶管路灌溉的水分較為均勻，水分利用效率最佳，缺點為成本比噴灌高。

(四) 敷蓋或草生栽培

栽培上常以銀黑塑膠布敷蓋達到防治雜草的效果，部分農友以草生栽培管理，當雜草長高過作物時，以人工方式除草，一旦菜豆藤蔓覆蓋整個攀爬網時，雜草因遮蔭缺乏日照，不易生長。

(五) 管理作業

1. 播種

菜豆大多採直播，在臺灣中部及北部，可分為春、秋二季播種，春播二至四月，秋播九至十月；南部因氣候炎熱，則為十月上旬至翌年二月下旬；南投地區可終年栽培，夏季多種植敏豆品種。播種前種子可先經殺菌劑處理，以減低初期罹病。栽植距離，蔓性種畦寬 (1 畦面+1 畦溝) 4-6 呎，雙行植，株距 2-3 呎，播種 3-4 粒，每 0.1 公頃需種子 2-3 公斤，播種後覆土不超過 4 公分。菜豆吸水性強，故播種時應注意控制適當水份，播種前土壤須充分灌水再整地作畦，勿在乾燥的土壤直接播種再灌溉，以避免種子腐爛。每穴播種 3-4 粒最恰當，播種太密，通風性差、病蟲害防治不易，導致收穫期短，同時亦影響嫩莢品質。

2. 立枝架

蔓性品種需立支柱，以利藤蔓攀附，需在花芽分化前立好支架，約長有四至八片葉開始抽蔓時進行。中部產區常利用細桂竹插於植株旁，每畦二行，在每對支柱上方互相交結固定之，又稱人字籬；南部產區亦也有利用門字型亞管或鐵條支架配合尼龍網之模式，再配合水平攀爬網藉以增加植株生長空間，延長採收期，有助於增加產量。

3. 除葉

結莢採收期，應適度去除下位之老葉及黃葉，可改善下位葉通風條件及增加光線通透性，減少病蟲害發生，也促使側枝萌發和潛伏花芽開花結果，延長採收期，同時也便於採收管理。

4. 水分管理

穩定供應土壤水分有助於擴大有效性根系的生育，強健的根系發展進而促進土壤養分的利用率供地上部生長發育。若土壤太乾燥時會阻礙養分吸收，植株生長勢、開花數及結實數銳減，以致收穫量減少；但過濕一樣對生育有不良影響，長期滯水將造成提早作物老化，影響光合作用收穫量，故需注意土壤排水性。

圖 4、滴帶管路灌溉有助於水分均勻分布，其灌溉效率高且有助於養分的吸收，達到省水省肥的效果



圖 5、密度過高，菜豆生長空間不足，葉片相互重疊率高，不但日照不足外，病蟲害防治效果不佳

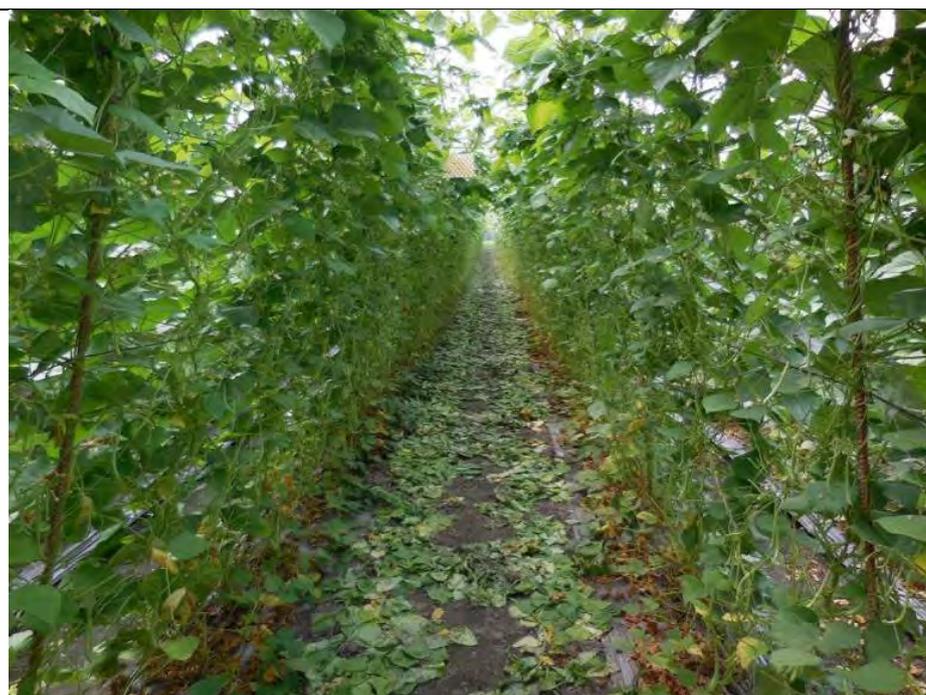


圖 6、敷蓋處理配合滴灌灌溉及合理減少氮肥施用量的管理下，菜豆自然生成的固氮根瘤菌





圖 7、適度去除下位葉，增加通風及光線，有助於病蟲害防治及採收等操作管理



四、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

(一) 一般田間施肥管理推薦：(實例一)

先進行土壤分析，瞭解農田土壤肥力狀況，例如於農業試驗所田區種植菜豆，土壤質地為砂質壤土，以滴帶穩定供應水分，土壤水分含量 (w/w) 21.6 - 22.5 %，土壤肥力如表 3 所示。土壤酸鹼性、交換性鈣、交換性鎂於參考值正常範圍內，無需施用石灰調整土壤，土壤中交換性鉀含量則低於參考值，因此，酌量增加施用鉀肥。試驗後之土壤交換性鉀有改善增加 (表 5)。

每公頃收穫量為 12,290 公斤：

- (1) 全面撒施基肥後整地作畦，每公頃基肥施用量氮 50 公斤、磷酐 20 公斤、氧化鉀 150 公斤，
- (2) 於開花時期及採收期間進行追肥，共計兩次，撒施畦邊兩側，每次追肥每公頃施用量氮為 25 公斤、磷酐 10 公斤、氧化鉀 75 公斤。

整期作每公頃施肥量：氮為 60-100 公斤 (視土壤分析電導度 EC 與土壤有效氮含量而定)，磷酐 40 公斤，氧化鉀 180-300 公斤 (視土壤交換性鉀含量與氮肥施用量而定 (氮：氧化鉀比約 1：3))。

施肥時期及分配率如表 4。

表3、農試所試驗田土壤肥力(試驗前)

	pH	電導度	有機質	有效 性氮	Bray-1 磷	交換 性鉀	交換 性鈣	交換 性鎂	交換 性鈉
		dS/m	g/kg	-----mg/kg-----					
農試所 表土	7.1	0.06	7.8	10	140	66	953	72	7.9
參考值	5.5-7.5	0.35-0.55	> 20	20-100	50-200	100-300	800-3000	50-360	≤100

	鐵	錳	銅	鋅	鎘	鉻	鎳	鉛
	-----mg/kg-----							
農試所	387	28	2.9	8.7	0.1	0.2	0.6	2.8
參考值	未訂	未訂	< 20	< 25	< 0.4	< 10	< 10	< 15

土壤六項重金屬測值皆未超出民國89年行政院環保署訂定之「台灣地區土壤重金屬含量等級區分表」之正常環境背景值。

註：土壤 pH 值為水土比=1:1 時之測值；土壤電導度為水土比=5:1 時之測值；有效性磷以白雷氏第一法 (Bray 1) 萃取；交換性鉀、鈣、鎂以 1 N 中性醋酸銨萃取；重金屬以 0.1 N 鹽酸萃取。

表 4、施肥時期及分配率(%)

肥料別	基肥	開花期間	採收期間
		(播種地 39 天)	(播種第 71 天)
氮肥	50	25	25
磷肥	50	25	25
鉀肥	40	30	30

表 5、農試所試驗田土壤肥力 (試驗後)

	pH	電導度	有機質	有效 性氮	Bray-1 磷	交換 性鉀	交換 性鈣	交換 性鎂	交換 性鈉
		dS/m	g/kg	-----mg/kg-----					
表土	7.1	0.09	13	4.0	127	151	939	74	16
底土	7.0	0.08	10	3.4	95	106	815	73	13
參考值	5.5-7.5	0.35-0.55	> 20	20-100	50-200	100-300	800-3000	50-360	≤100

	鐵	錳	銅	鋅	鎘	鉻	鎳	鉛
	-----mg/kg-----							
表土	407	38	3.0	10.4	0.1	0.2	0.7	3.2
底土	377	21	3.0	8.5	0.0	0.2	0.6	2.9
參考值	未訂	未訂	< 20	< 25	< 0.4	< 10	< 10	< 15

土壤六項重金屬測值皆未超出89年行政院環保署訂定之「台灣地區土壤重金屬含量等級區分表」之正常環境背景值。

註：土壤 pH 值為水土比=1:1 時之測值；土壤電導度為水土比=5:1 時之測值；有效性磷以白雷氏第一法 (Bray 1) 萃取；交換性鉀、鈣、鎂以 1 N 中性醋酸銨萃取；重金屬以 0.1 N 鹽酸萃取。



(二) 前作為其他蔬菜作，不需施用基肥（前作存留之土壤養分尚足夠）之肥灌 (fertigation) 管理推薦：(實例二)

於南投縣信義鄉望美村海拔 900 公尺處種植菜豆，土壤肥力如表 6 所示。土壤酸鹼度與交換鈣、交換性鎂均於正常範圍內，無需施用石灰調整土壤。

每公頃產量 12,000 公斤。

- (1) 前作種植甘藍，前作存留之土壤養分足夠，不需施用基肥。
- (2) 開花前（播種後第 34 天）一次及結果期（播種後第 47 天）兩次進行肥灌 (fertigation) 追肥。

每次每 0.1 公頃氯化鉀 1 公斤稀釋 500 倍及硼砂 50 公克稀釋 10,000 倍肥灌 (fertigation) 追肥（0.1 公頃大約使用 500 公升水）。

- (3) 為節省除草人力，農友大多數蓋塑膠布抑制雜草，以噴灌（水鳥）方式灌溉，由於敷蓋的關係又旱田石礫地多，土壤的水分常常呈現不足，正午時，葉片呈現降落傘為常見的缺水徵狀，應早晚澆灌水，並延長噴灌時間。為操作方便及均勻給肥，應以液肥追肥，同時補充土壤水分。

表 6、信義鄉望美村試驗田土壤肥力（試驗前）

	pH	電導度 dS/m	有機質 g/kg	有效 性氮	有效 性磷	交換 性鉀	交換 性鈣	交換 性鎂	交換 性鈉
				----- mg/kg -----					
表土	6.0	0.076	46	17	197	405	2265	295	6
底土	6.2	0.049	27	9	97	138	2437	145	5
參考值	5.5-7.5	0.35-0.55	> 20	20-100	50-200	100-300	800-3000	50-360	≤ 100

	鐵	錳	銅	鋅	鎘	鉻	鎳	鉛
	----- mg/kg -----							
表土	196	80.0	2.5	20.2	0.1	0.2	1.3	0.3
底土	185	71.3	2.0	7.5	0.1	0.2	1.2	0.5
參考值	未訂	未訂	< 20	< 25	< 0.4	< 10	< 10	< 15

土壤六項重金屬測值皆未超出 89 年行政院環保署訂定之「台灣地區土壤重金屬含量等級區分表」之正常環境背景值。

註：土壤 pH 值為水土比=1:1 時之測值；土壤電導度為水土比=5:1 時之測值；有效性磷以白雷氏第一法（Bray 1）萃取；交換性鉀、鈣、鎂以 1 N 中性醋酸銨萃取；重金屬以 0.1 N 鹽酸萃取。

第九章 毛豆

毛豆土壤管理與施肥推薦參考資訊

高雄區農業改良場 張耀聰

一、適宜栽植風土條件

(一) 主要栽培作物介紹-品種及產地分佈

毛豆 (*Glycine max* (L) Merr.) 屬於豆科蔬菜，為大豆莢果發育至八分飽滿採收之鮮豆莢，豆莢外部富有絨毛，故稱毛豆，毛豆仁含豐富蛋白質、脂質、異黃酮、膳食纖維、維他命 B1、B2、C、鈣、磷、鉀等，是營養極佳的蔬菜。國產毛豆豆味香濃、甜度高、營養豐富，深受日本消費者喜愛，目前外銷量逐年增加，已成為我國重要外銷農產品，有台灣「綠金」之美名，目前品種主要以毛豆「高雄 9 號」(綠晶)為種植面積最廣之外銷品種。

國內毛豆種植可分為春季及秋季兩期作，目前(2016年)毛豆種植面積約九千餘公頃，主要栽培於屏東(52.4%)、雲林(20.6%)、高雄(11.6%)、嘉義(7.8%)、彰化(4.8%)及臺南(2.8%)等縣市，而產期分布為每年4-6月及11-12月，且年平均產量約近七萬公噸。

(二) 產業介紹

毛豆是目前農產品外銷大宗作物，外銷年契作面積約7千公頃上下，產品主要以冷凍毛豆為主，其中九成以上外銷日本，佔日本毛豆進口產值三分之一以上。高屏地區毛豆栽培面積佔全台六成以上，主要種植分布於崁頂、九如、鹽埔、萬丹、里港、新園、南州、潮州、美濃及旗山等地，均為專業農民向台糖公司租地耕作，為外銷毛豆生產專區，佔高屏地區栽培總面積九成以上，全面採用大農場經營規模，引進大型農機具，大規模機械化生產作業，不僅效率化管理，機械化真空播種、施肥病蟲害管理及採收，一律企業化管理模式，可提供優質之毛豆生鮮產品。

(三) 氣候條件

毛豆栽種地區高屏地區毛豆生產雖可進行春、夏、秋三個期作，但限於氣候因素，實際上，毛豆的栽培僅限於春作及秋作，夏作一般多數與飼料玉米或水稻進行輪作。從氣候條件而言，高屏地區毛豆春作播種期以一月下旬至二月下旬較適合，秋作則以九月中旬至十月上旬為適當播種期。在雲嘉南地區春作播種期則以二月下旬至三月中旬較適合，秋作則以八月中旬至九月上旬為適當播種期。

(四) 土壤條件

毛豆種植土壤選擇，以坵質壤土、壤土或砂質壤土栽種較為適合，並以肥沃富含有機質及排水良好者最佳，土壤 pH 應調整在 6-7.5 間。此外，土壤水分含量對毛豆發芽有很大影響，一般而言，在田間容水量之 85-90 % 間最適宜毛豆之發芽。



二、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 養分需求

毛豆肥培管理比其他果樹作物簡單，但依據品種及栽種季節不同，播種至採收天數亦不相同。一般而言，秋作栽種期間較短，約 65-75 天，春作栽培時間較長，約 75-85 天始可收穫，且毛豆根部可與根瘤菌共生固氮，因此，於毛豆播種階段，如接種根瘤菌，氮肥施用量於基肥階段即可節省三分之一用量，因空氣中的氣態氮無法直接被植物利用，如經由豆類與根瘤菌間之共生固氮作用，由植體提供微生物行固氮所需之碳源，而微生物固氮後提供有機氮，供給作物利用，可節省氮肥。

(二) 營養障礙—過多或缺乏症狀

毛豆定植前進行土壤肥力分析，並依據推薦進行施肥調整，一般均可避免營養障礙發生。由於毛豆根部能與根瘤菌共生固氮，因此，氮肥供應則可依植株發展情況適量補給，不可過量施用，以免植株徒長，影響開花及結莢。此外，弱鹼性之土壤需注意土壤微量元素有效性，適時補充葉面微量元素，以利毛豆植株正常發育。若為強酸性土壤，則宜補充適量的鈣。

鎂為構成葉綠素的成分，會影響光合作用，因此，影響碳水化合物之形成。因為鎂在植體內移動性快，所以缺乏症狀多發生於老葉，症狀為葉脈仍維持綠色而葉肉會逐漸轉黃，缺鎂多數發生於開花結莢後，豆莢發育期。若發生缺鎂症狀可即時使用硫酸鎂稀釋 1,000-1,200 倍葉面噴施，約 7-10 天施用一次，二至三次即可改善。



圖 1、豆類作物於結莢初期若下位成熟葉缺鎂黃化即需儘速補充鎂肥以利後續結莢

(三) 土壤與葉片採樣方法

進行毛豆栽種前，應先進行土壤肥力檢測。毛豆為淺根系作物，故採取表土約 0-20 公分土壤即可。以土鏟或移植鏟逢機採取包含前、中、後區共四至五處的土壤。

若農地在 0.5 公頃以上，則可自行分為不同區域採樣，於採土前將土表 1-2 公分

處刮除，同樣將土壤置於塑膠盆或塑膠桶中充分混合後成為一個樣本，自其中取出約 500-1,000 公克，裝於乾淨採樣袋中，採樣袋外面的註明方式同上，然後送驗。並配合各試驗改良場所土壤肥力檢測，適時、適量、適法進行合理化施肥。

在植體葉片採樣方面，由於毛豆為短期作物，播種後 3-4 天出芽，生長 25-35 天為開花期，之後果莢發育飽滿階段至採收約 1 個月，依品種及季節不同，約 65-75 天即可採收。因此，植體養分濃度在每一階段均不同，但若植株外觀出現營養問題，建議將外觀異常植株及正常植株同時採集，應將整棵植株採集，送地區試驗改良場所進行植體營養診斷，可藉由儀器分析比較正常植株及異常植株間之養分差異，以利後續施肥調整。

(四) 土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值

依據土壤肥力分析報告結果，並比對土壤肥力分析報告推薦數值，進行施肥及土壤改良。另外，植體營養，如需進行分析，可將外觀健康植株與異常植株同時整株採集，並分置於不同採樣袋內，送至地區改良場，進行養分分析，以探討異常植株養分缺乏情形。

表 1、高雄區農業改良場毛豆土壤肥力檢測標準

酸鹼度 (1:1)	有機質 (g/kg)	Bray-1 磷 mg/kg	交換性鉀 mg/kg	交換性鈣 mg/kg	交換性鎂 mg/kg	鐵 mg/kg	錳 mg/kg	銅 mg/kg	鋅 mg/kg	電導度 (1:5; dS/m)
6.0-7.5	> 20	30-100	30-100	1,000-3,000	80-200	50-300	30-140	10-20	10-25	0.2-0.6

註：有效性磷以白雷氏第一法 (Bray 1) 萃取；交換性鉀、鈣、鎂以 1 N 中性醋酸銨萃取；重金屬以 0.1 N 鹽酸萃取。

三、土壤管理與施肥推薦

(一) 以高雄屏東地區為例說明：

高雄地區栽種毛豆主要為美濃區及旗山區之台糖公司大面積農場，主要分布於上九寮農場及手巾寮農場，為專業農民向台糖公司承租土地耕種。土壤屬於低地石灰性細質地排水良好沖積土及低地石灰性中質地排水良好沖積土，有機質含量低 (10-20 g/kg)，土壤 pH 屬微酸性至微鹼性土壤 (pH 6.1-7.8)。

屏東地區毛豆主要栽種區域，均為專業農民向台糖公司承租土地耕種：

1. 栽種區域於里港鄉土庫農場為低地石灰性粗質地排水良好沖積土，有機質含量低 (10-20 g/kg)，土壤 pH 屬中性土壤 (pH 6.6-7.3)。
2. 九如鄉海豐農場為低地石灰性淺層排水不完全沖積土，有機質含量低 (10-20 g/kg)，土壤 pH 屬中酸性至微酸性土壤 (pH 5.6-6.5)。
3. 鹽埔鄉彭厝農場為低地石灰性淺層排水不完全沖積土及低地石灰性中質地排水不完全沖積土，有機質含量低 (1-2%)，土壤 pH 屬中酸性至微酸性土壤 (pH 5.6-6.5)。



4. 萬丹鄉萬丹農場為非石灰性中質地排水良好沖積土，有機質含量低（10-20 g/kg），土壤 pH 屬中性土壤（pH 6.6-7.3）。
5. 新園鄉甘棠門農場為低地石灰性粗質地排水不完全沖積土及中粗質地排水良好黃壤所組成），有機質含量低（10-20 g/kg），部分有機質含量中等（20-30 g/kg），土壤 pH 屬微酸性至中性土壤（pH 6.1-7.3）。
6. 南州鄉南州農場為非石灰性中質地排水不完全沖積土，有機質含量低（10-20 g/kg），土壤 pH 屬中性土壤（pH 6.6-7.3）。
7. 炭頂鄉炭頂農場為非石灰性中質地排水不完全沖積土，有機質含量低（10-20 g/kg），土壤 pH 屬中性土壤（pH 6.6-7.3）。
8. 潮州鎮之台糖公司農場為非石灰性中質地排水良好沖積土，有機質含量低（10-20 g/kg），土壤 pH 屬微酸性（pH 6.1-6.5）。

由於高屏地區毛豆栽培區域均屬沖積土，其主要栽培區域土壤質地介於壤土至細砂土，均適合毛豆生長，唯排水不完全之沖積土，需謹防雨季淹水，或利用畦溝加強洩水坡度排水。此外，於弱鹼性之土壤，需注意土壤微量要素有效性，適時葉面施用微量要素，以利毛豆植株正常發育。毛豆栽種區域，土壤有機質含量多數偏低，應於基肥撒施之同時，施用發酵完全之國產品牌推薦之有機質肥料 10 公噸/公頃/年。

(二) 質地需求

土壤理化性質中，土壤質地影響施肥次數與施肥量，此外，亦影響水管理。土壤砂粒含量偏高時，施肥頻度應提高，以少量多次為原則，減少施用肥料流失機會；砂粒含量偏低時，土壤保水力隨之下降，因此，水管理亦需依土壤質地之不同而調整。

(三) 土壤有機質含量

栽種毛豆土壤有機質含量應維持在 20 g/kg 以上，利於毛豆根系生長。播種前可依據土壤肥力分析結果進行有機質肥料施用調整，以補充土壤有機質之不足。建議每期作每公頃施用有機質肥料 10 公噸為基肥，並混入土壤中，不但可改善土壤理化性質，且可改善砂質土壤之保肥保水能力，及提升土壤緩衝能力。但不可與石灰資材一同施用，以避免有機質肥料脫氮。有機質肥料宜選用木質素，纖維素與半纖維素較多者(堆肥)，避免選用易分解之豆粕類肥料。

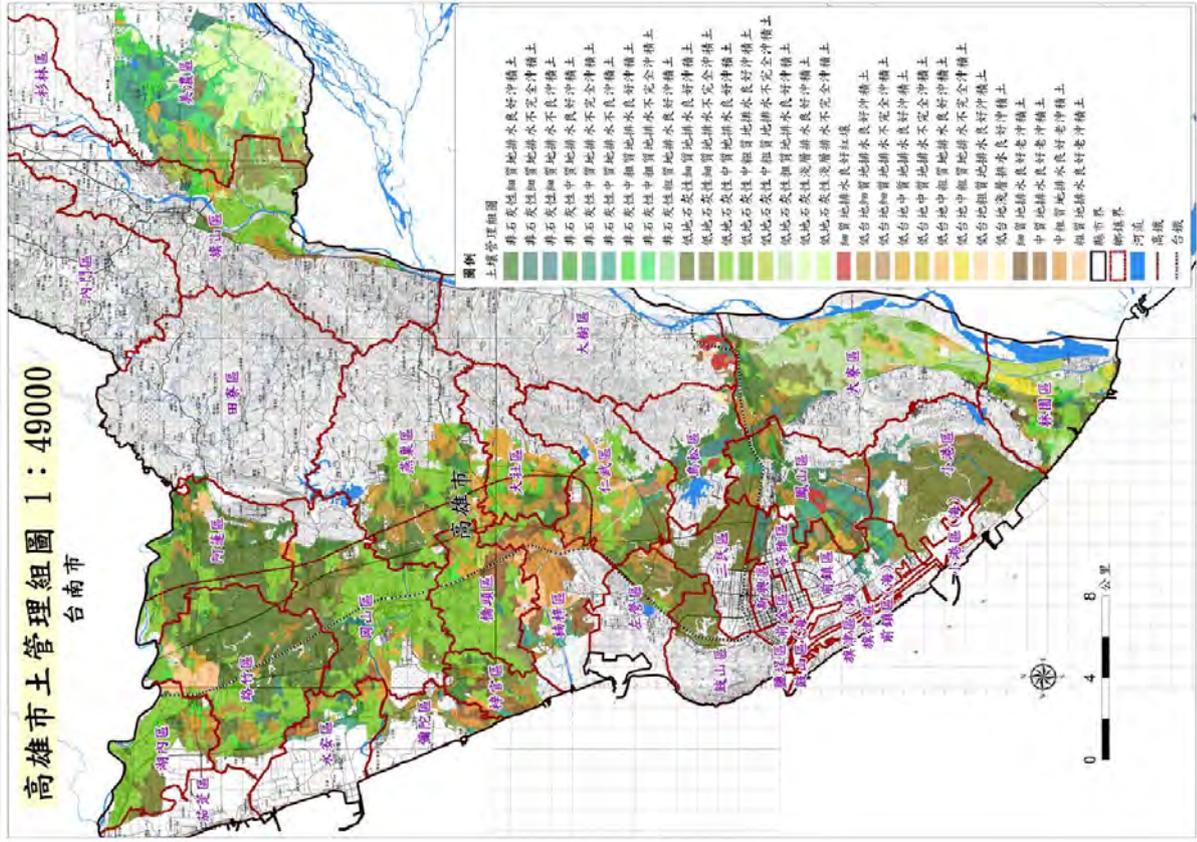


圖 2、高雄市土壤管理組製圖
農業試驗所農業化學組製圖

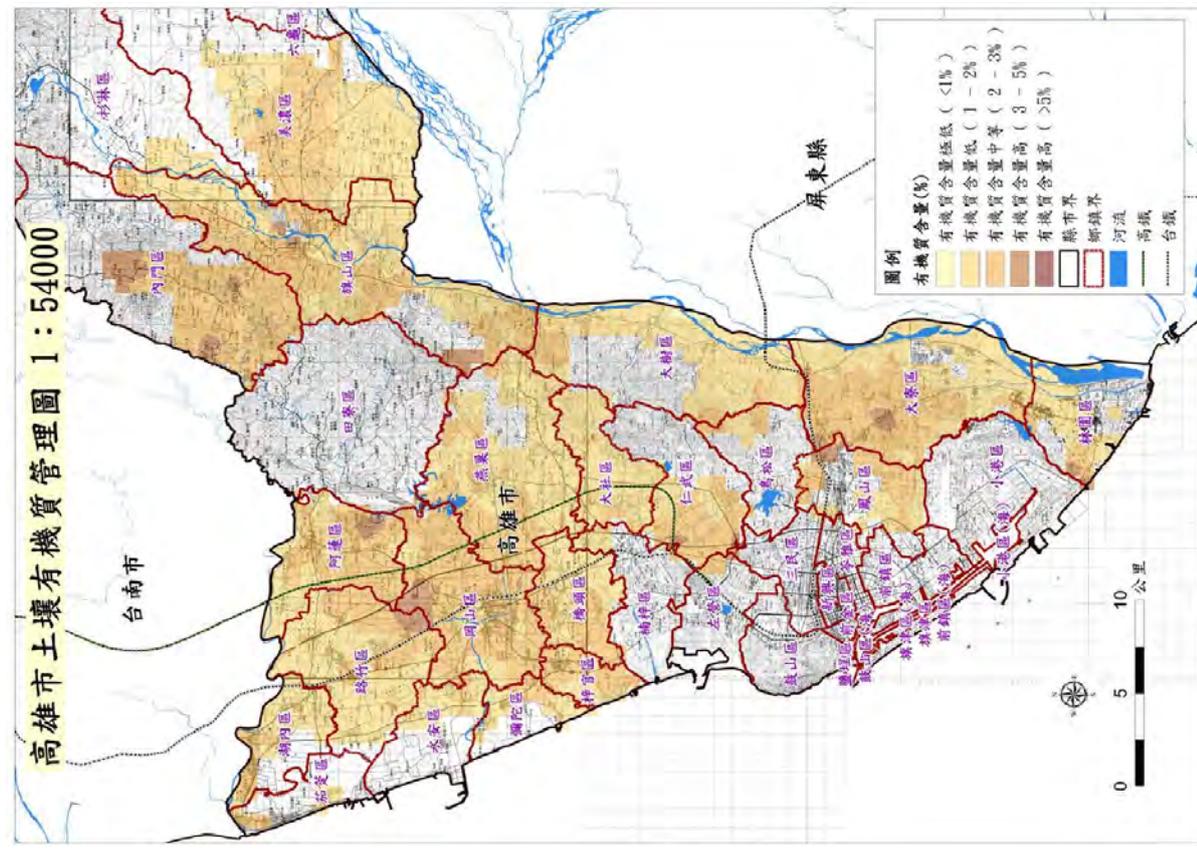


圖 3、高雄市土壤有機質管理組製圖
農業試驗所農業化學組製圖

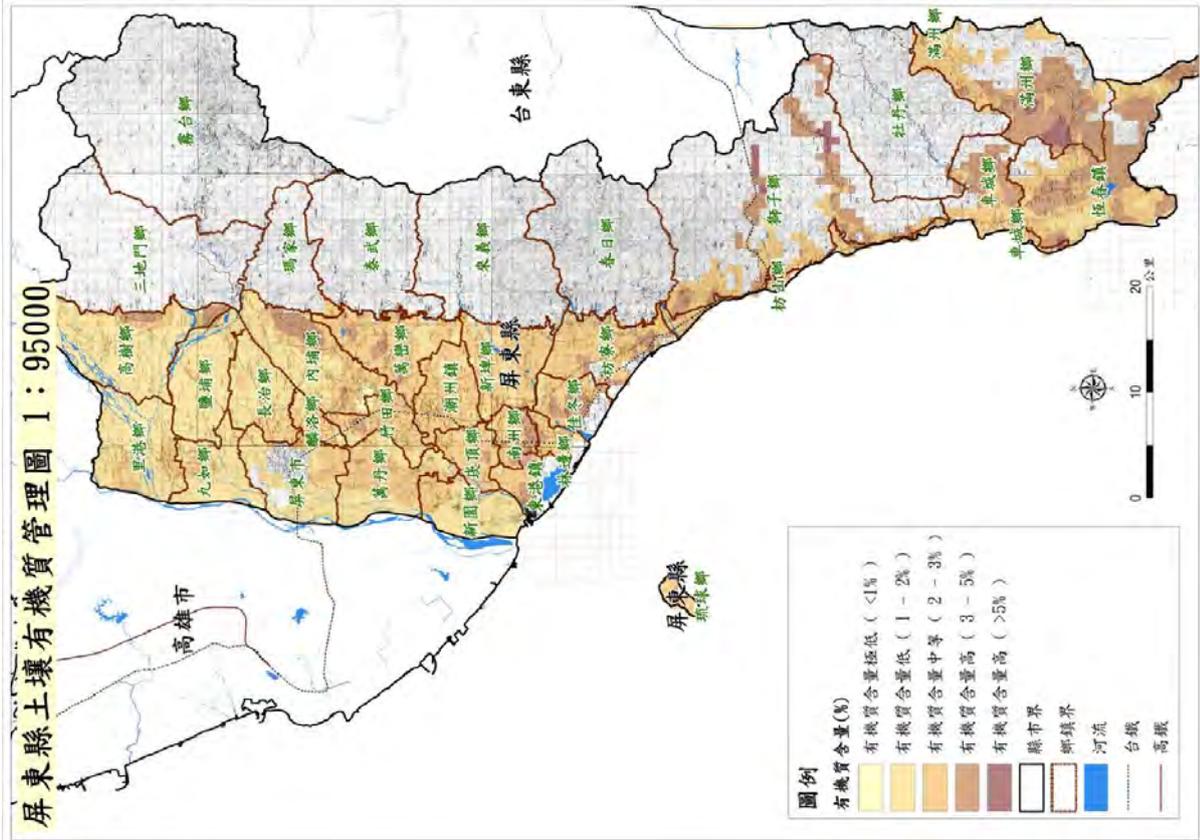


圖 6、屏東縣土壤有機質管理圖
農業試驗所農業化學組製圖

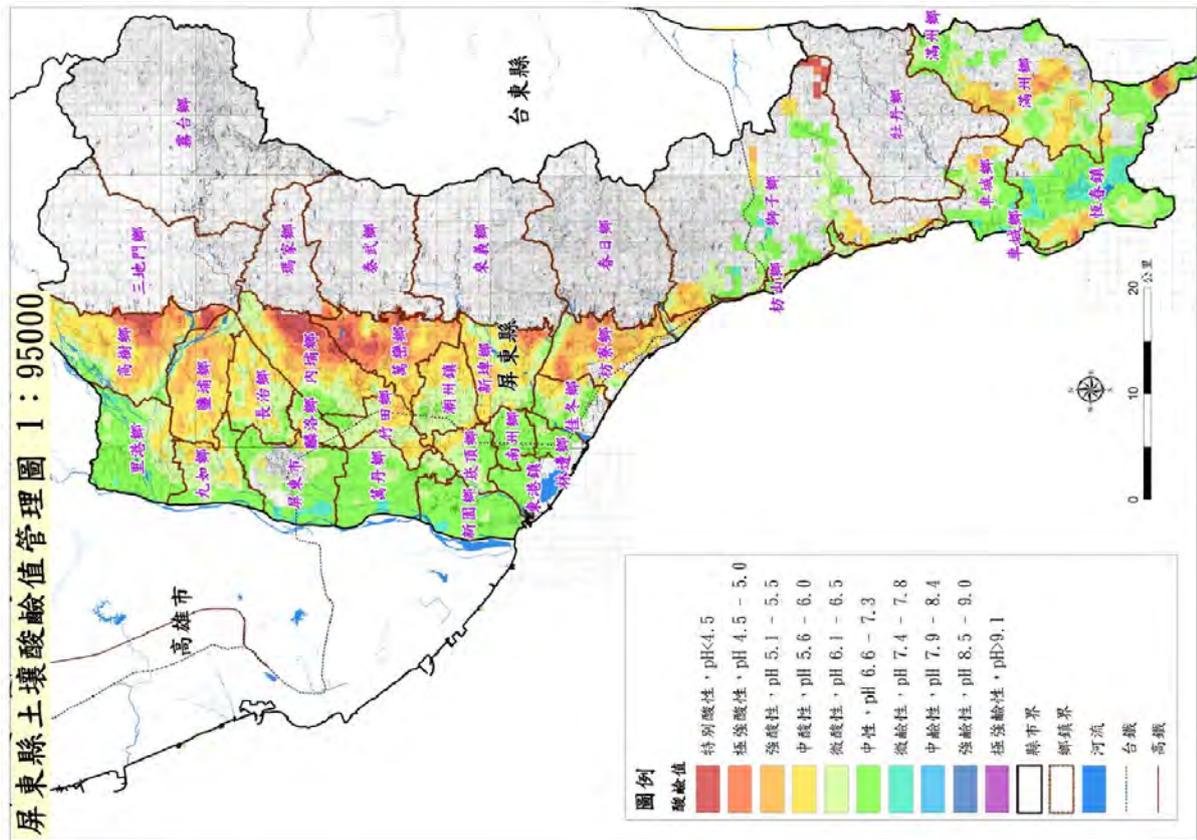


圖 7、屏東縣土壤酸鹼值管理圖
農業試驗所農業化學組製圖

表 2、酸性土壤調整酸鹼值石灰資材施用量

土壤酸鹼值	消石灰用量 (公斤/公頃)	石灰石粉用量 (公斤/公頃)
4.6	3,000-3,800	4,000-5,000
4.7-4.9	3,000	4,000
5.0-5.2	2,300	3,000
5.3-5.5	1,500	2,000

石灰資材溶解度小，在土壤中的移動慢，所以應藉助耕犁機具將石灰(石灰石粉或苦土石灰)與土壤均勻混合，以發揮其最大的效果。石灰資材可在作物收穫後與下作栽培前的任何時間施用，盡可能遠離播種期，以讓石灰有時間與土壤反應，由於土壤具有 pH 緩衝能力，土壤 pH 並不會立即調升至所期望的目標。

在高屏毛豆栽植區域，有部分中酸性或弱鹼性土壤，需注意磷肥有效性問題，避免土壤過酸或過鹼，使施用之磷肥被固定形成磷酸鋁、磷酸鐵或磷酸鈣，而無法被植物吸收，因此，定植前土壤 pH 之調整，格外重要。土壤 pH 值常會影響施肥效果及植物生長；pH 值低於 5 時，毛豆根系生長會受阻，強酸性土壤中，磷肥在土壤中易形成磷酸鋁或磷酸鐵而被固定，而有益的鹼性離子如鈣、鎂離子易因強烈淋洗而流失。同時土壤鐵、鋁和錳溶出量多造成植物的毒害。毛豆根部與根瘤菌共生，需有適量之鈾，然其在酸性土壤中溶解度低，將導致根瘤菌共生固氮能力降低，此時需以石灰資材中和土壤酸性。

如土壤偏向於中鹼性 (pH7.9-8.4)，土壤中微量元素鐵、錳、銅、鋅有效性低，易造成缺乏，使植物新葉生長受阻，其中之鐵，在豆科作物中，影響根系與根瘤菌共生固氮作用之能力，此種鹼性土壤亦需以硫磺粉中和，才能提高產量及品質。

(五) 水分灌溉管理、灌溉頻率及方式

毛豆生育期間之水分供應非常重要，但又不能浸水，因此，毛豆田灌水一般只灌至畦高之八分即可，剩餘部分則藉由土壤毛細管作用自然滲透擴散。春作需注意生育後期排水，避免豪雨影響豆莢品質。

(六) 草生栽培或覆蓋等資材

毛豆播種均使用機械栽培，因此，畦面不進行任何敷蓋，並於播種後，旋即施以除草劑，以控制雜草發生。

(七) 栽植密度、栽培曆及管理作業

毛豆栽培方式均以機械播種為主，播種量為 145 公斤/公頃，播種時採作畦栽培，畦寬 84 公分，畦高約 20 公分，每畦種植二行，株距 7.5 公分，每穴播種一粒。栽培管理作業曆如下表所示。



表 3、毛豆栽培管理作業曆 (高雄場周國隆提供)

生育日數	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	
秋作生育期	營養生長期						開花期			結莢期			籽粒充實期			採收期			
栽培管理	基肥		灌溉		追肥 中耕除草		灌溉追肥			灌溉			灌溉 除草						
病蟲草害防治			第一 次		第二 次		第三 次			第四 次			第五 次						
春作生育期	營養生長期						開花期			結莢期			籽粒充實期			採收期			
栽培管理	基肥		灌溉		追肥 中耕除草		灌溉追肥			灌溉			灌溉 除草						
病蟲草害防治			第一 次		第二 次		第三 次			第四 次			第五 次						
根腐病			e		e														
露菌病							e			e									
白粉病							e			e									
銹病										e			e						
炭疽病										e			e						
紫斑病													e						
潛蠅類	e		e		e														
斜紋夜盜蛾					e		e			e			e						
銀葉粉蝨							e			e									
豆莢螟							e			e			e						
薊馬類							e			e									
蚜類							e			e									
蚜蟲							e			e									
椿象										e									
小綠葉蟬													e						

註：.....發生輕微 ——發生嚴重 e防治適期：以春作為例

四、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦 (通用原則性的)

一般毛豆栽培的施肥方式較長期作物簡單，而其三要素推薦量如下表所列。

表 4、毛豆三要素推薦量 (公斤/公頃)

期作	三要素用量				肥料用量	
	氮	磷酐	氧化鉀	硫酸銨 (尿素)	過磷酸鈣	氯化鉀
春作及秋作	60	60	60	285 (130)	333	100

註：以上施肥推薦量為每年施用有機質肥料10公噸/公頃。有機質肥料宜選用木質素，纖維素與半纖維素較多者(堆肥)，避免選用易分解之豆粕類肥料。

三要素施用時期主要分為基肥，葉肥及花肥三個時期，磷、鉀肥全量於基肥期施用，氮肥於基肥階段施用 35 %，播種後 15 天左右施用 30 %，另外 35 %於始花期施用 (表 5)。

表 5、毛豆栽種三要素施用時期及分配率

期作	基肥期			追肥期	
	氮	磷酐	氧化鉀	氮 15天左右	始花期
春、秋作	35%	100%	100%	30%	35%

毛豆播種階段，如接種根瘤菌，氮肥施用量於基肥階段即可節省三分之一用量。

(一) 參考實例或範例 (毛豆施用根瘤菌合理化施肥示範)

毛豆接種根瘤菌主要為提升毛豆作物生物固氮功能，以減少化學氮肥施用量，或藉其固氮功能，提升作物品質或產量，以達到減施化肥及環境友善之功效。高屏地區毛豆栽培主要以大農場經營模式進行，並且都是外銷毛豆生產專區，而專業農民均與外銷之冷凍加工廠進行契作。由於生產之毛豆均以機械收穫，並且以每個豆莢中，必須具有二個豆仁以上，稱之為合格莢 (graded pod)，始能符合外銷產品之規範，因此，所生產之毛豆，以合格莢率之提升為農民殷切需求，此示範主要目標設定以提升毛豆合格莢率為主，藉以提昇作物品質。

試驗田土壤肥力分析如下表所述，土壤有機質 (O.M) 含量稍有不足，因此，建議有機質肥料施用 3 公噸/公頃。

基肥肥料施用量分別為 43 複合號肥料 (15-15-15) 10 包/公頃，換算 N:P₂O₅:K₂O:MgO=60:60:60:16 公斤/公頃，全量於基肥階段施用。

追肥階段再以自製或購買液肥葉面噴施補充，15 天左右使用自製或購買含鎂之液肥，養分成分約 (N:P₂O₅:K₂O:MgO=15:10:15:2) 10 公斤/公頃稀釋 500 倍噴施葉面。

始花期使用自製或購買含微量元素之液肥，養分成分約 (N:P₂O₅:K₂O:MgO:Cu:Zn=15:30:15:0.9:0.03:0.03) 10 公斤/公頃，稀釋 400 倍進行葉面噴施。

結莢階段亦使用液肥養分成分約 (N:P₂O₅:K₂O:MgO:Cu:Zn=8:12:24:4:0.03:0.03) 10 公斤/公頃稀釋 500 倍噴施葉面，接種根瘤菌處理與對照組間施肥方式相同。

表 6、民國 101 年毛豆秋作試驗田試前土壤肥力分析

期作	酸鹼度 (1:1)	有機質 (g/kg)	Bray-1	交換	交換	交換	鐵	錳	銅	鋅	電導度 (1:5; dS/m)
			磷	性鉀	性鈣	性鎂	-----mg/kg-----				
秋作	6.43	17.8	76	83	2059	113	592	115	6.43	1.78	0.28

註：土壤 pH 值為水土比=1:1 時之測值；有效性磷以白雷氏第一法 (Bray 1) 萃取；交換性鉀、鈣、鎂以 1 N 中性醋酸銨萃取；重金屬以 0.1 N 鹽酸萃取。電導度水土比=1:5 時之測值。

表 6 土壤屬於弱酸性，有機質含量尚不足，其餘土壤肥力充足不需額外補充。每公頃應施用 2,500 公斤有機質肥料補充，宜選用木質素，纖維素與半纖維素較多者(堆肥)，避免選用易分解之豆粕類肥料。

四、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦 (通用原則性的)

一般毛豆栽培的施肥方式較長期作物簡單，而其三要素推薦量如下表所列。



表 4、毛豆三要素推薦量 (公斤/公頃)

期作	三要素用量			肥料用量		
	氮	磷酐	氧化鉀	硫酸銨 (尿素)	過磷酸鈣	氯化鉀
春作及秋作	60	60	60	285 (130)	333	100

註：以上施肥推薦量為每年施用有機質肥料10公噸/公頃。有機質肥料宜選用木質素，纖維素與半纖維素較多者(堆肥)，避免選用易分解之豆粕類肥料。

三要素施用時期主要分為基肥，葉肥及花肥三個時期，磷、鉀肥全量於基肥期施用，氮肥於基肥階段施用 35 %，播種後 15 天左右施用 30 %，另外 35 %於始花期施用 (表 5)。

表 5、毛豆栽種三要素施用時期及分配率

期作	基肥期			追肥期	
	氮	磷酐	氧化鉀	氮	
				15天左右	始花期
春、秋作	35%	100%	100%	30%	35%

毛豆播種階段，如接種根瘤菌，氮肥施用量於基肥階段即可節省三分之一用量。

(一) 參考實例或範例 (毛豆施用根瘤菌合理化施肥示範)

毛豆接種根瘤菌主要為提升毛豆作物生物固氮功能，以減少化學氮肥施用量，或藉其固氮功能，提升作物品質或產量，以達到減施化肥及環境友善之功效。高屏地區毛豆栽培主要以大農場經營模式進行，並且都是外銷毛豆生產專區，而專業農民均與外銷之冷凍加工廠進行契作。由於生產之毛豆均以機械收穫，並且以每個豆莢中，必須具有二個豆仁以上，稱之為合格莢 (graded pod)，始能符合外銷產品之規範，因此，所生產之毛豆，以合格莢率之提升為農民殷切需求，此示範主要目標設定以提升毛豆合格莢率為主，藉以提昇作物品質。

試驗田土壤肥力分析如下表所述，土壤有機質 (O.M) 含量稍有不足，因此，建議有機質肥料施用 3 公噸/公頃。

基肥肥料施用量分別為 43 複合號肥料 (15-15-15) 10 包/公頃，換算 N:P₂O₅:K₂O:MgO=60:60:60:16 公斤/公頃，全量於基肥階段施用。

追肥階段再以自製或購買液肥葉面噴施補充，15 天左右使用自製或購買含鎂之液肥，養分成分約 (N:P₂O₅:K₂O:MgO=15:10:15:2) 10 公斤/公頃稀釋 500 倍噴施葉面。

始花期使用自製或購買含微量元素之液肥，養分成分約 (N:P₂O₅:K₂O:MgO:Cu:Zn=15:30:15:0.9:0.03:0.03) 10 公斤/公頃，稀釋 400 倍進行葉面噴施。

結莢階段亦使用液肥養分成分約 (N:P₂O₅:K₂O:MgO:Cu:Zn=8:12:24:4:0.03:0.03) 10 公斤/公頃稀釋 500 倍噴施葉面，接種根瘤菌處理與對照組間施肥方式相同。

表 6、民國 101 年毛豆秋作試驗田試前土壤肥力分析

期作	酸鹼度 (1:1)	有機質 (g/kg)	Bray-1	交換	交換	交換	鐵	錳	銅	鋅	電導度 (1:5; dS/m)
			磷	性鉀	性鈣	性鎂					
-----mg/kg-----											
秋作	6.43	17.8	76	83	2059	113	592	115	6.43	1.78	0.28

註：土壤 pH 值為水土比=1:1 時之測值；有效性磷以白雷氏第一法 (Bray 1) 萃取；交換性鉀、鈣、鎂以 1 N 中性醋酸銨萃取；重金屬以 0.1 N 鹽酸萃取。電導度水土比=1:5 時之測值。

表 6 土壤屬於弱酸性，有機質含量尚不足，其餘土壤肥力充足不需額外補充。每公頃應施用 2,500 公斤有機質肥料補充，宜選用木質素，纖維素與半纖維素較多者(堆肥)，避免選用易分解之豆粕類肥料。

表 7、毛豆接種根瘤菌處理及對照組農藝性狀之比較

處理	株高 (cm)	節數	分枝	合格莢數	不合格 莢數	合格莢重 (g/m ²)	不合格莢重 (g/m ²)
根瘤菌組	34.5	7.9	1.5	12.3	5.4	829	262
對照組	31.0	7.8	0.9	9.0	3.8	761	331

毛豆定植後 70 天，平割收穫，並藉由其農藝性狀統計，結果顯示接種根瘤菌處理毛豆之合格莢重顯著高於對照組，顯示接種根瘤菌，具有增進合格莢之產能。

氮不同變級施肥處理，並固定磷鉀肥施用量，比較氮肥不同施用量下，接種根瘤菌及對照處理間，比較收穫合格莢之產量。由下表可知不同區域及期作之試驗田試前土壤肥力狀況，春作試前土壤肥力分析可知，該土壤有機質及肥力均充足，而秋作地區土壤肥力條件較差。氮肥處理分別為 20、40、60 及 80 公斤/公頃四個處理等級，磷鉀肥則固定使用量 (P₂O₅:K₂O=70:60)。春作及秋作均栽培生長 75 天後收穫。結果顯示毛豆春作及秋作接種根瘤菌處理之試驗田區，當施肥量 N:P₂O₅:K₂O=60:70:60 公斤/公頃時，均能有效提高合格莢百分率及合格莢重，因此，毛豆播種期間接種根瘤菌，確實可提升作物生產品質。

表 8、試驗前土壤肥力性質

期作	酸鹼度 (1:1)	有機質 (g/kg)	Bray-1	交換	交換	交換	鐵	錳	銅	鋅	電導度 (1:5; dS/m)
			磷	性鉀	性鈣	性鎂					
-----mg/kg-----											
春作	6.18	37.4	105	159	2380	219	451	42	6.9	20	0.13
秋作	8.02	9.8	12	18	1230	60	95	48	4.0	6	0.13

註：有效性磷以白雷氏第一法 (Bray 1) 萃取；交換性鉀、鈣、鎂以 1 N 中性醋酸銨萃取；重金屬以 0.1 N 鹽酸萃取。



表 8 春作試驗田土壤肥力佳，不須額外進行土壤肥力補充。秋作試驗田土壤為弱鹼性土壤，土壤有機質不足，建議每公頃施用 10 公噸有機肥，宜選用木質素，纖維素與半纖維素較多者（堆肥），避免選用易分解之豆粕類肥料。土壤磷及鉀肥力亦不足，可額外加以補充，以利作物後續生長。

表 9、氮肥不同施用量對春作毛豆接種根瘤菌農藝性狀之影響

處理/氮肥量	株高(cm)	節數	分枝	合格莢數率%	合格莢重 (g/m ²)	
根	20	30.0	7.0	3.3	58	660
瘤	40	29.7	7.3	3.0	61	680
菌	60	31.0	6.7	3.0	76	843
組	80	34.5	6.7	3.0	52	687
對 照 組	20	34.5	7.5	3.0	56	730
	40	32.0	6.5	2.5	52	698
	60	30.8	6.0	3.0	55	735
	80	27.8	6.0	3.5	56	730

表 10、氮肥不同施用量對秋作毛豆接種根瘤菌農藝性狀之影響

處理	株高(cm)	節數	分枝	合格莢數率%	合格莢重 (g/m ²)	
根	R20	49.0	8.3	1.0	39	538
瘤	R40	53.2	8.7	1.3	42	541
菌	R60	51.5	9.0	1.5	59	748
組	R80	51.2	8.7	2.7	54	553
對 照 組	CK20	51.8	8.5	2.3	29	441
	CK40	46.5	8.2	2.3	43	553
	CK60	51.0	8.7	2.8	49	605
	CK80	51.3	8.8	2.3	58	706

(二) 次量與微量元素營養管理推薦 (缺乏時才需要補充)

次量元素及微量元素之推薦可依照前述示範方式 (毛豆施用根瘤菌合理化施肥示範)，進行葉面補充施用。亦可參考土壤肥力分析報告，若低於標準範圍內，即於始花期及結莢期需進行次量或微量元素補充，最簡便方式為購買綜合微量元素依推薦使用方式進行葉面噴施。

(三) 新興施肥方法推薦 (土壤肥灌，與葉面施肥)

由於毛豆生長期短，且土壤施肥於結莢期階段即已結束，因此並無使用土壤肥灌方式進行施肥，而葉面施肥方式可依據上述參考實例或範例 (毛豆施用根瘤菌合理化施肥示範)方式進行葉面補充。

第十章 水 芋

水芋土壤管理與施肥推薦參考資訊

苗栗區農業改良場 蔡正賢

一、適宜栽植風土條件

(一) 主要栽培作物介紹-品種及產地分佈

芋 (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) 屬於天南星科，原生印度，為熱帶地區重要糧食之一，亦為臺灣重要經濟蔬菜作物，具有耐旱、耐濕、耐熱及土壤適應性強等特性。栽培品種以檳榔心芋（佔全臺 90%）及高雄 1 號為主。芋的植株高大，宿根性強，地上部產生較大的葉片與葉柄，總面積大，屬於需肥量較大的作物。芋適應性很廣，一般耕地、水田、旱田、及山地均可種植。

芋種植方式常見的有旱芋栽培及水芋栽培兩種，臺灣早期係以旱芋生產為主，近二、三十年來，已由栽培管理較易、產量較高、品質較佳的水芋栽培方式取代旱芋栽培。浸水栽培可抑制雜草，降低分蘖數，簡化田間操作。

芋忌連作，輪作可減少線蟲及土壤病害的發生，尤其是和水稻輪作的效果最為顯著。年栽培面積約 2,715 公頃，其中屏東縣佔 25%，台中市佔 22%，苗栗縣佔 17%，高雄市佔 10%，花蓮縣佔 7%，栽培密度各地區不同，產量差異很大，低產每公頃僅 4 公噸，高產可達 35 公噸，平均每公頃產量約 14 公噸。

(二) 產業介紹

苗栗縣種植芋的區域多集中於公館鄉、銅鑼鄉等區域，種植時間多集中於每年十月底至翌年二月，多以水芋方式種植。然而，亦有以旱作方式栽培芋者，其主要位於後龍鎮，唯其面積較少、分布零星。

(三) 氣候條件

芋性喜高溫多濕的氣候，生長期中溫度需維持於 20°C 以上，生長適溫為 25-35°C，低於 15°C 時生育緩慢甚至停止，球莖在 27-30°C 時發育最佳。生長過程中遇低溫或乾旱則發育不良，植株矮小、葉片細小、葉肉薄、葉色黃綠，嚴重影響產量。

芋耐濕性強，尤其生長旺盛時期，水分不可缺少。葉及葉柄組織內有氣腔，故適宜潮濕地栽培。芋葉柄長、葉片寬大，在生育期間如遇到颱風，容易損傷。芋耐蔭性強，不需太強的陽光，在多雲霧的山區也可栽培，如遇過強的陽光，部份新生葉片即易枯乾或枯死。如土壤水分充足，則忍受空氣乾燥的能力較強。球莖形成以較短的日照為宜。

(四) 土壤條件

芋對土壤的適應範圍較一般作物廣，pH 4.0-9.0 均能生長，而以 pH 5.5-7.0 最為適宜，在有機質含量高、保水力強之壤土或黏質壤土之根群發育良好，產量較高，品質亦較佳；砂質壤土或砂質土如地下水位高且有灌溉設備之土地亦可種植；表土淺薄、



保水力弱、容易乾燥或過於黏重而通氣不良的土壤則不宜栽培。

二、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 養分需求

對養分需求程度若區分為 1-10 等級，等級越高，代表養分需求越高，則氮 (N)、磷 (P)、鉀 (K) 約為 7 等，鈣 (Ca)、鎂 (Mg) 為 5 等；微量元素之需求程度約 3 等。

芋生育期可分為四個階段：生長初期、地上部生長旺盛期、球莖快速膨大期、及球莖成熟期。依據農業試驗所研究，第一階段生長期，水芋每株乾物生產量，兩個月內僅增加 6.3 克，並以新葉片生成為主，球莖處於消耗狀態；第二階段生長期，葉面積顯著增加，地上部生長旺盛，每株乾物生產量，三個月內增加 142.6 公克，其中地上部佔 55%，地下球莖佔 45%，以地上部生長為主；第三階段生長期，球莖比例以每個月 10% 的速度成長，每株乾物生產量，二個月內增加 202.3 公克，其中 67.6% 分配至球莖，球莖快速膨大，而地上部分配比例，大幅減少；第四階段生長期，葉片開始黃化脫落，地上部乾重不增反減，而球莖仍繼續增大。影響產量最主要的時期是第三階段的球莖快速膨大期，此時期的乾物生產量，能否分配至地下球莖，將是導致高產與否的關鍵因素。

初期生長量少，相對的氮肥吸收量少，高濃度反而會產生障礙，能夠滿足其需要量之濃度範圍內即可，沒有必要多施氮肥。第六個月後，球莖開始成熟，生長後期土壤中氮殘留量不宜過剩而影響品質，因此，最後一次追肥施用不可太遲。於生長後期施用過量氮肥，會延遲澱粉累積及球莖發展，促使根群和葉部持續發育，反而造成產量及品質降低。農地磷肥之肥效有限（無明顯肥效或肥效小）者，不須多施磷肥；多數地區施用鉀肥極有效，鉀肥對球莖肥大及品質極有幫助，由於水芋栽培氮肥用量偏高，應同時加強施用鉀肥。

(二) 營養障礙—過多或缺乏症狀



圖 1、氮缺乏—水耕液中缺氮，黃化徵狀從老葉開始，隨徵狀持續，所有葉片亦黃化。新芽生長受阻，植株變小



圖 2、磷缺乏—水耕液中磷的濃度由左而右漸增，與充足的磷葉片（右）相比，缺磷的葉片呈暗紫色

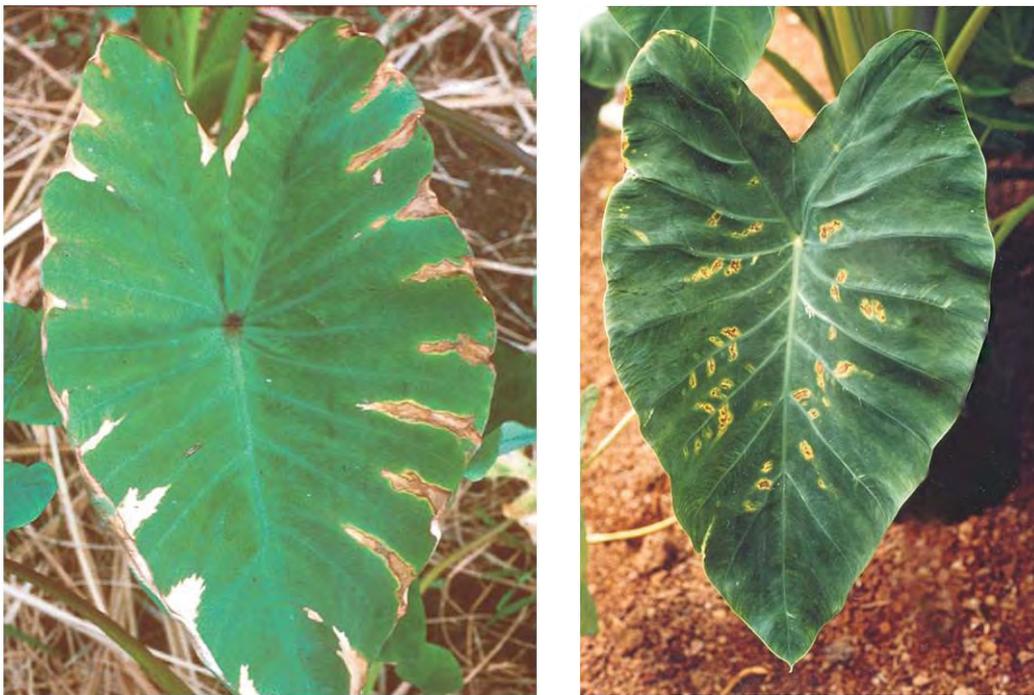


圖 3、鉀缺乏—典型徵狀葉緣焦枯（左）；或老葉葉脈間出現不規則褐色斑點，隨徵狀持續，斑點接合，全葉褐化（右）



圖 4、鈣缺乏—水耕液中鈣的濃度由左而右漸增，缺鈣根部（左）生長明顯受阻



圖 5、水耕液中輕微缺鈣，新葉葉脈間黃化



圖 6、水耕液中嚴重缺鈣，新葉捲曲成杯狀，葉脈間及葉緣焦枯



圖 7、鐵缺乏—新葉葉脈間均勻黃白化



圖 8、錳缺乏—開始於新葉，葉脈間黃化



圖 9、錳毒害—葉緣有焦斑，並誘導缺鐵



圖 10、錳毒害—葉緣變形成杯狀，類似缺鈣



圖 11、鎂缺乏—左側 3 個葉片生長在缺鎂水耕液，右側 1 個葉片生長在低鎂水耕液，缺鎂先發生於老葉，葉緣部分開始黃化，而後展延至葉脈間，持續缺鎂時，發生褐變及壞死。



(三) 土壤與葉片採樣方法

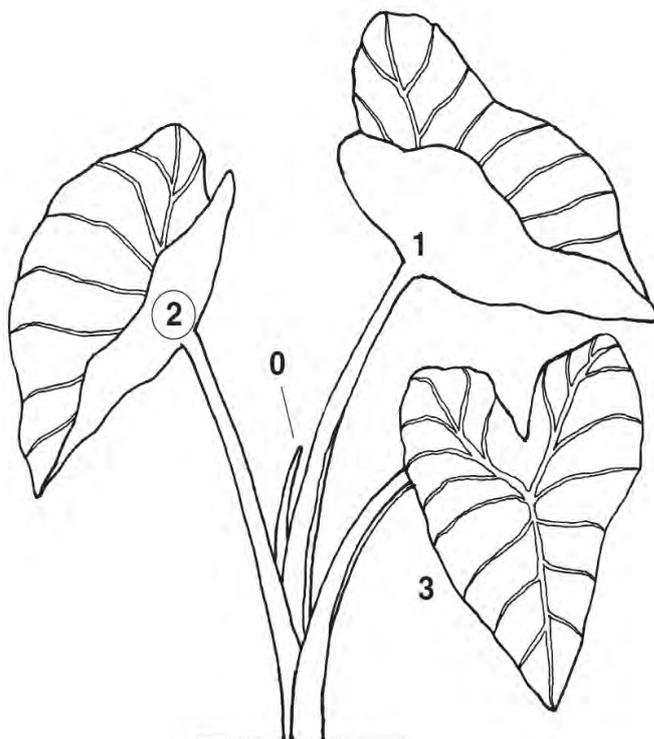


圖 12、芋葉片取樣部位為第 2 號之新成熟葉，取葉片，每樣品三片。

(四) 土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值

表 1、芋葉片元素營養標準 (Miyasaka et al., 2002)

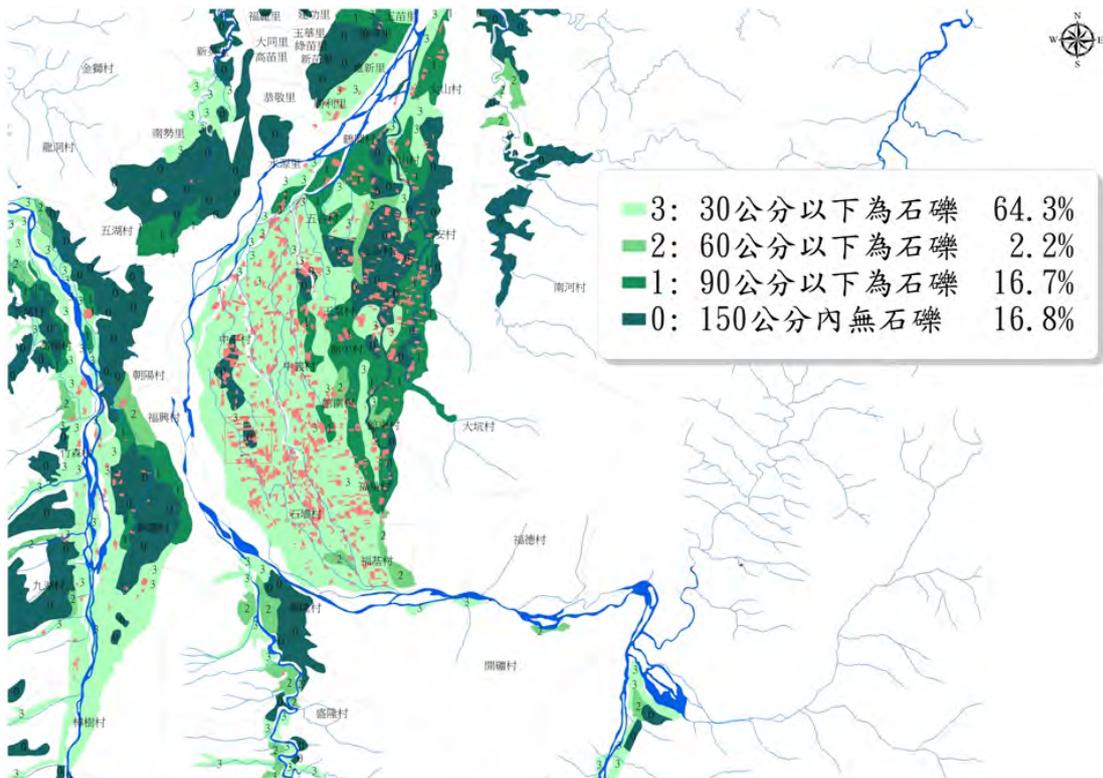
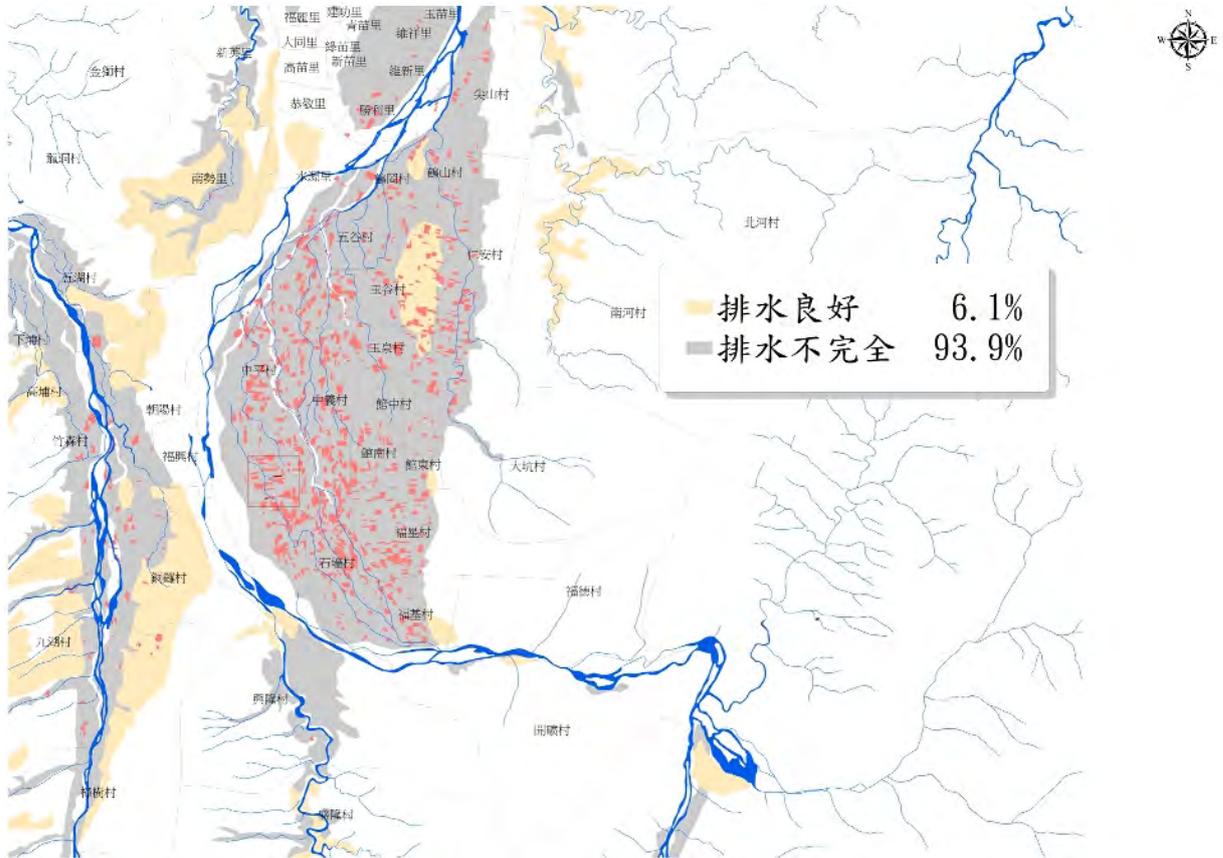
	氮	磷	鉀	鈣	鎂
	----- g/kg -----				
缺乏	< 40			< 7	< 2
適宜	40-45	3-5	32-5.5	7-15	2-5
毒害					
	鐵	錳	銅	鋅	硼
	----- mg/kg -----				
缺乏	<100				
適宜	100-200	50-300	10-20	20-40	20-50
毒害		>2000		>400	

三、土壤管理與施肥推薦

(一) 依據土壤管理組圖提出土壤管理推薦 (包括不同區域土壤性質)

苗栗地區以水芋栽培為主，民國 100 年栽培面積約 483 公頃，主要分布於公館及銅鑼。苗栗地區水芋栽培區絕大多數位於非石灰性淺層排水不完全沖積土，各土壤性質分布比例如下：排水不完全佔 93.9%，地下水位在 60-120 公分上下變動，根活性低，鉀肥吸收容易受到抑制，施肥量要控制、避免葉片太旺。淺層土佔 65.5%，屬於舊河床，土層淺，水分及養分易滲漏流失、緩衝力差，肥料承載量低，應少量施用基肥，

並增加追肥次數。表土中至粗質地佔 97.7%，肥效好、氮釋放較易，氮用量不可過高；其餘中細質地沖積土，保肥力中等以上，肥料承載量較高，追肥次數應可減少。



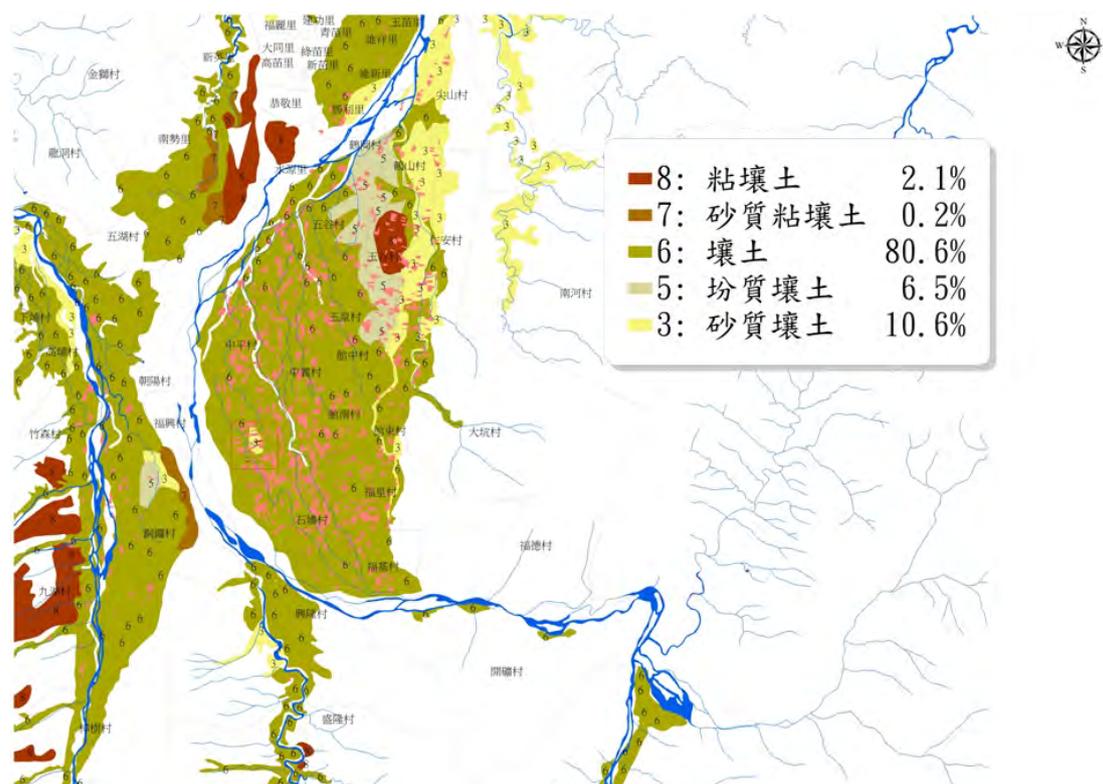


圖 13、苗栗地區芋產地土壤性質，粉紅色區塊為水芋栽培田
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

(二) 土壤 pH 需求及改良

土壤酸鹼度中酸性至強酸性 (pH 5.5-6.5) 為宜，土壤越酸，根部生長越不良，應以石灰資材改善土壤酸鹼度。

(三) 質地需求

以壤土或黏質壤土者，較有助於產量及品質；砂質壤土或砂質土者，應有充足水源且表土不可過於淺薄；過於黏重而通氣不良的土壤，不適合水芋栽培。採收母芋為目的者，宜選壤土或黏質壤土；採收子芋為目的者，以沖積土或砂質壤土較適宜。

(四) 土壤有機質含量

以肥沃土壤富含有機質，且土層深厚及保水性佳之壤土為宜。若有機質含量低，宜施用補充有機資材（有機質肥料），以提高土壤有機質含量。

(五) 水分灌溉管理、灌溉頻率及方式

芋生育期應避免乾旱，芋苗定植後生育初期，水面保持 3-5 公分淺水，以利幼苗成活及根群發育，後隨植株生長之高度逐漸加深水位至 8-10 公分，以防雜草及減少母芋分蘖發生。生育期間保持田水之流通以增加芋田通氣量，可促進水芋正常發育；通常於淺水時施肥，可方便作業及增加肥效。如果天氣預報近日有大雨，則應延後施肥作業。施肥後三至五天停止灌水，以利發揮肥效及防肥分流失。植後六個月起適度減少田間水量，保持濕潤狀態可促進澱粉轉化累積及提高芋頭之品質，採收前 10-15 天完全斷水以利採收作業及減少球莖品質劣變。

(六) 栽植密度、栽培層及管理作業

芋苗取自採收後芋田留存之分蘖或購自其他芋農。芋苗之選擇以生長健壯且無病蟲害，高度約 40 公分、鮮重約 150 公克，帶三片本葉者為佳。整地方法與水稻類似，惟芋係根莖類作物其根系較深，耕犁深度需較水田再深約 20 公分以上，於種植前一至二天完成整地作業，並維持 3-5 公分之水位，種植前再將田間表面之水排除，以防芋苗倒伏或傾斜。水芋於臺灣可週年種植，依氣候及栽培管理差異致主要產區之種植時期各異，南部地區一般以秋作為主，八至九月種植，隔年四至六月採收；中部地區以春作為主，一至三月種植，八月後採收；苗栗地區則以十月至翌年二月為主，八月後採收。依研究文獻建議各地適宜之栽培密度分別為，南部以 70 x 30 公分之行株距（47,600 株/公頃）、中部以 60 x 60 公分之行株距（27,600 株/公頃），苗栗地區則以 48 x 48 公分或 46 x 60 公分之行株距（36,000 - 40,000 株/公頃）。

四、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦 (通用原則性的)

(一) 目標或預期產量：

水芋每 0.1 公頃產量約 400-3,500 公斤，平均值約 1,400 公斤；每 1,000 公斤產量約移去氮 4.3 公斤，磷酐 2.7 公斤，氧化鉀 14.7 公斤，若以 1400-2000 公斤/0.1 公頃為目標產量，且肥料利用率氮、磷酐、氧化鉀分別為 20、20、50 % 估算，三要素總施用量應為氮：30-43 公斤/0.1 公頃，磷酐：19-27 公斤/0.1 公頃，氧化鉀 41-59 公斤/0.1 公頃。此數值應考慮土壤性質，例如排水性、土層深淺及有效養分含量等。

1. 氮

氮肥用量於各生長期，皆有顯著效應，氮肥用量越高，球莖重量亦高，但由於病害嚴重，應考慮以較合理之氮肥施用量較佳，推薦用量 35-50 公斤/0.1 公頃。第一階段，生長量低，每三至四週施一次，每次每 0.1 公頃施氮量約 2-3 公斤。第二階段，營養生長快速增加，根系大幅展開，每二週施肥一次，每次每 0.1 公頃施氮量，約為 4-6 公斤。第三階段，植株大小已固定，大量的光合物質分配至球莖，施氮量宜降低，每個月每 0.1 公頃不超過 3 公斤。第四階段，球莖成熟期，不再施用氮肥，以利乾物轉移至地下球莖，並兼顧球莖品質。

2. 磷酐

磷酐用量於地上部生長旺盛期即有影響，因此，磷肥應於基肥或生長旺盛期之前施用，推薦用量 20-30 公斤/0.1 公頃，可分二次施用。

3. 氧化鉀

水芋栽培氮肥用量偏高，且淹水導致根活性低，鉀吸收可能受到抑制，應同時加強施用鉀肥。氧化鉀用量於球莖成熟期後影響較明顯，推薦用量 40-60 公斤/0.1 公頃。

表 2、水芋三要素推薦量 (公斤/0.1 公頃)

要素別	推薦用量
氮	35~50
磷酐	20~30
氧化鉀	40~60



表 3、水芋施肥時期及分配率 (%)

要素別	基肥	生長初期	地上部生長旺盛期	球莖快速膨大期	球莖成熟期	合計
氮	10	10	40	30	10	100
磷酐	70	—	30	—	—	100
氧化鉀	10	10	30	30	20	100

表 4、水芋生長階段施肥次數

	生長初期	地上部生長旺盛期	球莖快速膨大期	球莖成熟期
天數	0-60	60-150	150-210	210-
特徵	生長量低，以新葉片生成為主	葉面積顯著增加，地上部生長旺盛	植株大小已固定，球莖快速膨大	葉片開始黃化脫落，地上部乾重不增反減
施肥次數	1-2	3-4	2-3	1

芋各生育期長短與種植地區、定植季節及當年氣溫有關。推薦追肥次數約 7-10 次，係以淺層沖積土為標準，中質地至中細質地沖積土可酌減 1-2 次。

表 5、水芋施肥時期之三要素推薦用量 (公斤/0.1 公頃)

要素別	基肥	生長初期	地上部生長旺盛期	球莖快速膨大期	球莖成熟期	總量
氮	3.5-5	3.5-5	14-20	10.5-15	3.5-5	35-50
磷酐	14-21	—	6-9	—	—	20-30
氧化鉀	4-6	4-6	12-18	12-18	8-12	40-60

表 6、水芋施肥時期施用單質肥料用量(公斤/0.1 公頃)

肥料別	基肥	生長初期	地上部生長旺盛期	球莖快速膨大期	球莖成熟期	總量
尿素	7.5-11	7.5-11	—	—	—	15-22
硫酸銨	—	—	67-95	50-71	17-24	134-190
過磷酸鈣	78-116	—	34-50	—	—	112-166
氯化鉀	7-10	—	—	—	—	7-10
硫酸鉀	—	8-12	24-36	24-36	16-24	72-108

(二) 參考實例或範例 (包括各改良場所歷年肥培試驗成果之重點展示)

氮對芋生長初期即有影響，每公頃用量 400-600 公斤產量較高，但是氮肥用量越高，田間罹病率也較高。磷酐用量對水芋莖基寬度於地上部生長旺盛期 (約定植後 60 天) 即有影響，以 200 及 300 公斤/公頃用量者，莖基寬度較大 (表 7)，是否分施則沒有影響。球莖重量以磷酐 300 公斤/公頃用量者為最高 (表 8)。

表 7、磷酐用量對水芋莖徑之影響 (蔡正賢, 2015)

P ₂ O ₅ Rate 磷酐 (公斤/公頃)	Days after planting 種植後日數						
	34	59	79	95	116	145	180
kg ha ⁻¹	----- Stem width, cm 莖基寬度(公分) -----						
0	3.42 a	3.93 b	5.04 b	5.75 b	5.37 b	4.79 a	4.98 c
100	3.30 a	4.10 b	5.15 b	5.63 b	6.16 b	4.84 a	5.59 b
200	3.35 a	4.65 a	6.05 a	6.66 a	7.43 a	5.08 a	7.34 a
300	3.54 a	4.84 a	6.18 a	6.58 a	7.49 a	4.73 a	7.50 a

註：同一行的英文字母相同者，表示差異未達 5% 顯著水準 (LSD 法)。

表 8、磷酐用量對水芋球莖重之影響 (蔡正賢, 2015)

P ₂ O ₅ Rate, kg /ha 磷酐(公斤/公頃)	Weight, g 球莖重(公克)
0	314 d
100	384 c
200	514 b
300	613 a

註：同一行的英文字母相同者，表示差異未達 5% 顯著水準 (LSD 法)

氧化鉀用量於球莖成熟期後 (約定植後 180 天) 影響較明顯，每公頃用量 450-600 公斤產量較高 (表九)。雖然鉀肥用量 600 公斤/公頃有最高球莖重量，但是由於罹病率高，施肥推薦量仍以 450 公斤/公頃為宜(表九)。

表 9、氧化鉀用量對水芋莖徑之影響 (蔡正賢, 2014)

K ₂ O Rate 氧化鉀 (公斤/公頃)	Days after planting 種植後日數						
	59	93	117	151	179	257	312
150	20.4 ab	26.9 b	56.4 c	56.8 b	59.3 c	45.4 c	46.9 c
300	20.9 a	27.1 a	57.1 bc	60.8 a	58.9 c	44.7 c	48.6 bc
450	20.6 ab	26.7 c	60.9 a	60.9 a	73.2 a	54.0 a	49.4 ab
600	20.0 b	27.0 ab	58.1 b	61.6 a	66.5 b	51.1 b	50.9 a

註：同一行的英文字母相同者，表示差異未達 5% 顯著水準 (LSD 法)

表 10、水芋不同鉀肥用量下第 81 天疫病發生率及收穫期球莖鮮重(蔡正賢, 2014)

氧化鉀用量 公斤/公頃	疫病發生率 %	球莖鮮重 克	產量* 公噸/公頃
150	29 a	363c	9.32
300	19b	381 bc	9.80
450	19 b	472 ab	12.1
600	34 a	516 a	13.3

*芋全國平均公頃產量 14 公噸

同一行的英文字母相同者，表示差異未達 5% 顯著水準 (LSD 法)。



第十一章 胡蘿蔔第一部分

胡蘿蔔土壤管理與施肥推薦參考資訊

臺南區農業改良場 黃瑞彰

一、適宜栽植風土條件

(一) 主要栽培作物介紹-品種及產地分佈

胡蘿蔔俗稱紅蘿蔔，但不是紅色的蘿蔔，它是繖形花科一、二年生草本植物，原產歐洲溫帶地區及北非、西亞等地。1895年自日本引進台灣栽培。依據行政院農業委員會農業統計年報民國105年胡蘿蔔栽培面積為2,465公頃，平均之公頃產量為40,233公斤。主要產地在雲林、彰化及台南等縣市，佔全國栽培面積約97.5%。

除了產地集中外，產期亦相當集中，每年十二月至翌年二月，彰化、雲林地區先採收，主要供鮮銷用；三至四月台南市將軍區、佳里區、學甲區、西港區與安南區等地區大量採收，供鮮銷及冷藏，五月起則須由冷藏品陸續供應市場所需。

主要品種有四種：

1. 新黑田五寸：日本黑田系統與歐美 Nantes 系統品種特性類似。早生種，葉形中大。食用根長圓錐形，尾端較圓，長18公分左右，徑粗4公分，外皮與肉質顏色鮮紅，心部不明顯。品質佳，肉質細緻，富甜味，產量高，耐熱性強。播種期七月下旬至九月下旬。因貯藏性較差，大多以鮮銷供應市場。
2. 五寸 (Chantenay)：中生種，在台灣氣候下無抽苔現象，葉較細小，葉色濃綠。食用根長圓錐形，尾端較尖，長約15-20公分，直徑3-4公分，橙紅色、表皮光滑，心部較大，根較整齊。五寸品種產量高、貯藏性佳，是內外銷的優良品種。種子主要由美國及歐洲進口，播種期十月至翌年一月，供外銷及冷藏用為主。
3. 向陽2號：由種苗公司及契作商引進日本雜交種子，種植量不斷增加。主要特色為整齊度高，大小適中，甜度高，耐貯藏。長約20公分，重量約250公克，鮮紅色，是目前外銷日本的重要品種。
4. 理想：國內種苗公司品種，尾端稍圓，葉數少，根形光滑整齊，色澤鮮紅，品種甜脆，產量高且穩定，貯藏性佳。根長19公分，栽培適期長。

(二) 產業介紹

胡蘿蔔營養豐富，尤其含高量的「胡蘿蔔素」，為人體維生素A的主要來源。可涼拌生食、炒食、煮湯、配色、雕花、榨汁等，為食用方式廣泛的蔬菜。以近五年平均而言，國內市場消費量約9.4萬公噸，約98%國產供應，僅2%進口。國內產銷也由合作社及農會等農民團體，將胡蘿蔔運送至大賣場、超市等大消費戶，或透過台北市、西螺鎮、高雄市等果菜批發市場通路運銷。

胡蘿蔔專區面積約350公頃，分布在雲林縣及彰化縣，由雲林縣下湳果菜生產合作社、東勢果菜生產合作社、彰化縣北斗合作農場經營管理；其中以東勢果菜生產合作社規模最大，面積150公頃，契作農戶約120戶，除了胡蘿蔔，還開發全果蔬果汁，

以活力東勢 (VIGOR DONG SHIH) 「VDS」品牌行銷，主要外銷日本及供應國內果菜市場、生鮮超市、食品加工及網購宅配通路。過去台灣胡蘿蔔外銷因受中國低價競爭而萎縮，近年則因中國食安問題而重獲訂單，尤其二至三月為日本胡蘿蔔供應空窗期，台灣因產期差異而具有利基，憑藉品質控管推動外銷。2007- 2013 年台灣胡蘿蔔出口金額之年複合成長率為 23%，2013 年達 308.3 萬美元（新台幣 9,137 萬元），8,439 公噸中 67 % 外銷至香港，32 % 至日本，出口至日本的平均單價為香港的三倍多。

(三) 氣候條件

1. 溫度：胡蘿蔔喜冷涼氣候，種子發芽適溫 15-25°C，超過 35°C 發芽困難。生長適溫 16-23°C，28°C 以上根部生長緩慢，著色不良，表面粗糙；12°C 以下低溫亦影響根部著色，且促使抽苔開花現象發生。
2. 光線：對光線條件要求較高，光線不足則葉片狹小、葉柄細長，尤其在肉質根肥大期若過度密植或雜草遮蔽等都會造成低產或品質不良。此外，胡蘿蔔為長日型植物，超過 14 小時以上的長日照會促使開花。

(四) 土壤條件

以表土深厚、排水良好的沖積砂土或砂質壤土最為理想，土壤 pH 值在 6.0 - 6.6 之間最適。土壤中不可有盤塊或粗厚堆肥，否則會導致鬚根及瘤目增加，影響根形美觀。

二、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 養分需求

胡蘿蔔的目標產量每 0.1 公頃 (1 分地) 應在 3- 5 噸之間。日本學者估算 0.1 公頃的胡蘿蔔約吸收 15-20 公斤氮素，5-8 公斤磷酐，20-24 公斤氧化鉀，8-10 公斤氧化鈣及 2-4 公斤氧化鎂，聯合國農糧組織 (FAO) 的資料顯示類似吸收量。胡蘿蔔對鉀與鈣等養分吸收量比其它蔬菜類高。

(二) 營養障礙—過多或缺乏症狀



圖 1、合理施肥植株生育正常產



圖 2、氮施用量過多，葉部過於茂盛，根部細小



1. 胡蘿蔔養分缺乏症狀

表1、胡蘿蔔養分缺乏症狀 (Cornforth and Sinclair, 1984)

要素	缺乏症狀
氮	小葉均勻淡黃。
磷	不黃化，老葉呈紫色。有別於受飛蟲及病毒為害時所發生之幼葉黃化、老葉紅或紫色。
硫	缺乏症狀與缺氮類似，需植體分析鑑別。
鉀	老葉枯焦、萎凋，嚴重者葉柄在乾枯及萎凋前呈水浸狀。
鈣	葉柄症狀與缺鉀相似，但水浸狀更嚴重，葉片仍保持綠色，根會出現褐心現象。
鎂	與缺氮症狀相似，葉緣呈淡紅色，葉片變小現象較不明顯。常和病毒病徵混淆，須進行檢測方可區別。
錳	均勻淡黃綠色，田間常見局部區域產生。
銅	葉片呈深暗綠色且無法張展。
硼	葉柄木栓化裂開。根剖中央部分裂開、中空，根部表皮褐化、色淡。

2. 生理障礙發生原因與防止

(1) 肉質根分叉或彎曲的原因

- A. 老舊種子生育勢較弱，發芽不良，影響到幼根先端的生長，有的胚根多已受到破壞，易產生分叉，因此，播種這類種子，肉質根易產生分叉。
- B. 黏重土壤中生長的胡蘿蔔，由於透氣性較差，生長容易受阻，肉質根易分叉；矮畦或土層淺而堅硬的土塊易致使主根生長受阻，促使側根發育，肉質根易產生分叉。土壤中若有碎石、磚、瓦塊、樹根等堅硬物阻礙肉質根生長，也會產生分叉或彎曲。
- C. 施肥胡蘿蔔對土壤中肥料濃度很敏感，濃度過高肉質根易產生分叉，所以施肥過量或追肥不均皆會引起胡蘿蔔分叉。
- D. 種子播種在肥料團塊上或與肥料直接接觸，或使用未腐熟之有機質肥料作為基肥，致使幼根發育受阻，均可引起肉質根分叉或彎曲。
- E. 中耕及鋤草管理不當，損傷了肉質根或生長點，可引起肉質根產生分叉。
- F. 地下害蟲危害根瘤線蟲嚴重的地區，分叉嚴重。另外螻蛄等地下害蟲的咬食，也會產生分叉。

(2) 防止肉質根分叉的方法

- A. 選擇肉質根筆直耐分叉的優質品種，如新黑田五寸。
- B. 購買種子時要選擇新鮮飽滿發育完全的種子。
- C. 種植胡蘿蔔的土地要以砂壤土或壤土為宜，儘量不要在土質黏重的土壤種植。
- D. 栽培地要深耕細耙，同時要注意檢出土壤裡的碎磚、瓦、石塊和樹根等雜物。
- E. 有機質肥料要選擇充分腐熟細碎者，且撒施均勻。
- F. 注意及時防治地下害蟲。

(3) 肉質根裂根的主要原因

- A. 生長期中土壤水分供應不均勻，尤其在生長初期乾旱，肉質根生長不良，內

部細胞分裂緩慢，表皮逐漸硬化。生長中後期由於雨水或灌水充足，內部細胞吸水加速分裂和膨大，而已硬化的表皮不能相應的生長，就會出現肉質根開裂現象。

B. 追肥過量，營養過剩，或間苗時過疏，地上部營養面積過大，肉質根過度生長，造成肉質根開裂。

(4) 防止肉質根開裂的方法

A. 灌溉澆水應均勻，切忌乾濕不均，特別是胡蘿蔔生長初期，為確保主根的正常生長，要維持土壤濕潤。

B. 追肥要適量且均勻。

C. 合理密植 (10-12 × 20-25 公分)，間苗時株距勿留過大。



圖 4、達採收標準之胡蘿蔔肉質



圖 5、裂根與歧根

(三) 土壤與葉片採樣方法

土壤健康診斷如同人體健診一樣，應有一定的先後次序，而該先後次序乃由各土壤因子對作物生產的相對影響程度的大小來排定；影響程度愈大者應列為最優先檢測之項目，而影響程度低者，必要時可免於檢測，或排在後面檢測項目中。若未能按照健康診斷的先後次序檢測，常會因未能掌握徵結而事倍功半，甚至徒勞無功。一定要確記，除了氣候條件外，根系環境的適宜與否，為主宰作物產量和品質的最重要因素，因此，土壤的健康診斷其實就是在檢測作物根系環境的狀況是否正常。根系環境之適宜性實際上是受根系周遭土壤的物理、化學和生物性所左右，其中又以土壤物理因子的影響層面最廣，因此，土壤的健康診斷首要步驟即應從土壤物理性著手，若土壤物理性無礙時，再檢測土壤化學性及土壤生物性。

1. 土壤採樣方法

(1) 採樣工具：移植鏟，塑膠盆或桶，塑膠袋，油性奇異筆。

(2) 採樣時間：前作物採收後或後作物種植施肥前一個月（每二至三年進行一次）。

(3) 採樣深度：採取表土層 0-15 公分。

(4) 採樣方法：

A. 採樣位置：

勿在田埂邊緣，堆廐肥或草堆放置所，或菇舍、農舍、畜舍附近等特殊位置採取。採樣點之選取如圖 6。



B. 採取方法：

採樣點選好後，除去土表作物殘株或雜草，用土鏟或移植鏟將表土掘成V形空穴，深約15公分，取出約1.5公分厚，上下齊寬的土片（如圖7）

C. 混合樣本：

由前述每點所採土樣，稱為小樣本，每單位面積至少十點以上，將此等小樣本，置于塑膠盆或桶中，充分混合均勻成為混合樣本，取約500克，裝於塑膠袋中。

D. 土壤標示：

每一混合樣本，裝入塑膠袋後，袋上或紙上必須註明（奇異筆書寫）姓名、住址或地號、電話號碼、作物種類及採樣日期等。樣本儘速送改良場分析，無法當天送者請將土樣置於室內通風處陰乾，不可在太陽底下曝曬。

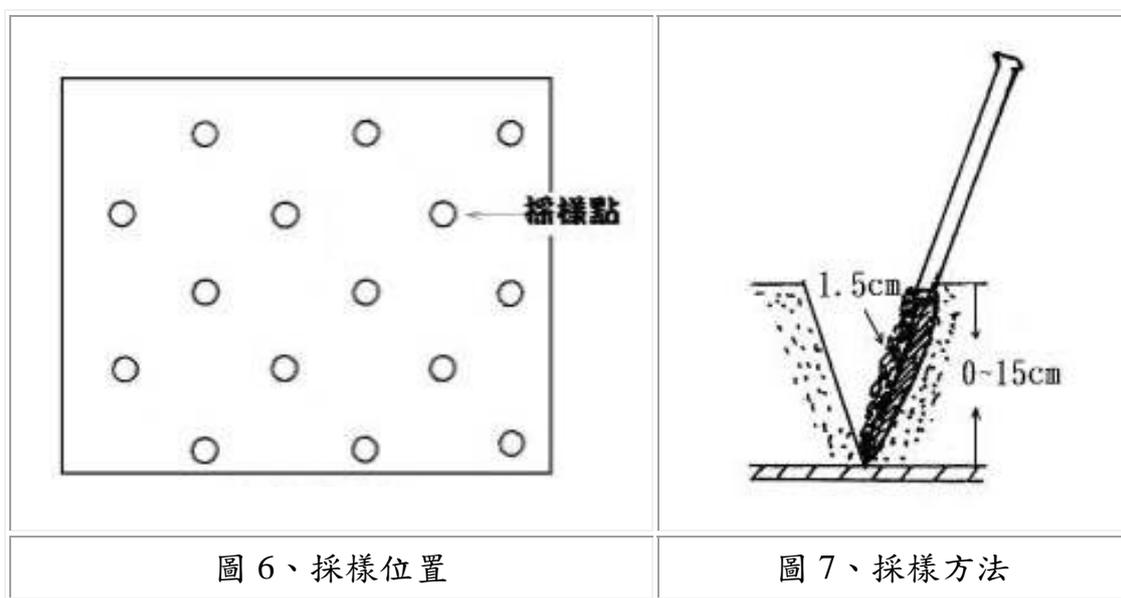


圖 6、採樣位置

圖 7、採樣方法

可於施肥作業前一個月採取土壤送各區農業改良場所做土壤性質分析，或至少瞭解土壤酸鹼度、土壤質地、土壤有機質含量及土壤排水等性質。

2. 農友自行檢測

- (1) 土壤 pH 的檢測方法可利用 (1) 酸鹼度試紙及 (2) 酸鹼度計 (pH meter)，其中又以後者較為準確。坊間亦有簡易手提式 pH 計出售，唯使用前必需先利用 pH 4 及 pH 7 的標準液進行校正，否則所得測值將不準確，且會誤導。
- (2) 土壤 EC 值利用電導度計測定，市面上亦有攜帶型電導度計出售，唯需要注意的是測定時，應使用蒸餾水或礦泉水，避免使用溝水或灌溉水。
- (3) 土壤有機質的多寡可由 a. 土壤顏色推估：一般而言，黑色和暗棕色土壤有機質含量較高，而灰色，紅色和黃色的土壤均為有機質低的土壤及 b. 以實驗室分析測得。

3. 葉片採樣方法

(1) 植體樣本的採集原則

植體內養分含量與其吸收量，不僅能顯示植物的營養狀態，且在正常狀態下能

反映土壤中養分有效性的高低。

(2) 日中之採樣

葉片中養分濃度在一天中不同時間的變化甚小，因此，在不同時間所採集的樣本的養分濃度差異並不顯著。在清晨採樣除可將時間的影響降至最低之外，且有充裕的時間作後續的處理工作。Bowen (1978) 建議採樣最適宜的時間為日出後三小時內。由於植物組織的水分含量在白天中乃隨時間而遞減的，此將影響養分的濃度，是故採樣時間訂在清晨相同時間為最被推薦的。



圖 8、葉片採樣分析瞭解養分含量與其吸收量

(四) 土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值

1. 土壤酸鹼度 (pH) 值

土壤 pH 值攸關養分在土壤中的有效性，作物根系環境的適宜性，微生物的活性，故為土壤化學性質中首要檢測的項目。一般而言，pH 低於 5.5 者屬強酸性土壤，除耐酸作物（如茶，鳳梨，杜鵑等）外，其他作物均將生長不良，同時 pH 高於 8.0 者，亦不利於一般作物的生長。

土壤中養分含量最常被測定的項目包括氮、磷、鉀、鈣及鎂等，而微量元素之測定亦有逐漸被重視的趨勢。藉由土壤中各種養分含量的測值，可知土壤供應各種養分的能力以及那些養分可能會出現營養障礙（包括過多、缺乏或不平衡），而需增施或減施肥料。

2. 土壤電導度 (EC)

EC 值的大小代表土壤溶液中可溶性養分或鹽類的多寡。EC 值愈高，表示土壤溶液中可溶性養分愈多，但是 EC 值太高則不利於植物的生長及水分和養分的吸收。一般而言，若土壤飽和抽出液之 $EC > 4\text{dS/m}$ ，則可能造成鹽害問題。

3. 土壤有機質含量

土壤有機質含量會影響土壤中養分的供應能力和土壤的保肥力。若土壤有機質含量低於 20 g/kg 時，則需藉由施用有機質肥料以增高土壤有機質含量。

4. 葉片營養診斷適宜範圍



表 2、胡蘿蔔的植體採樣時期、採集部位及營養要素臨界值

種類	時期	採集部位	營養要素臨界值*		
			缺乏	適合	
胡蘿蔔	生長中期	剛成熟葉的葉柄	氮	5,000	10,000
			磷	2,000	4,000
			鉀	40	60

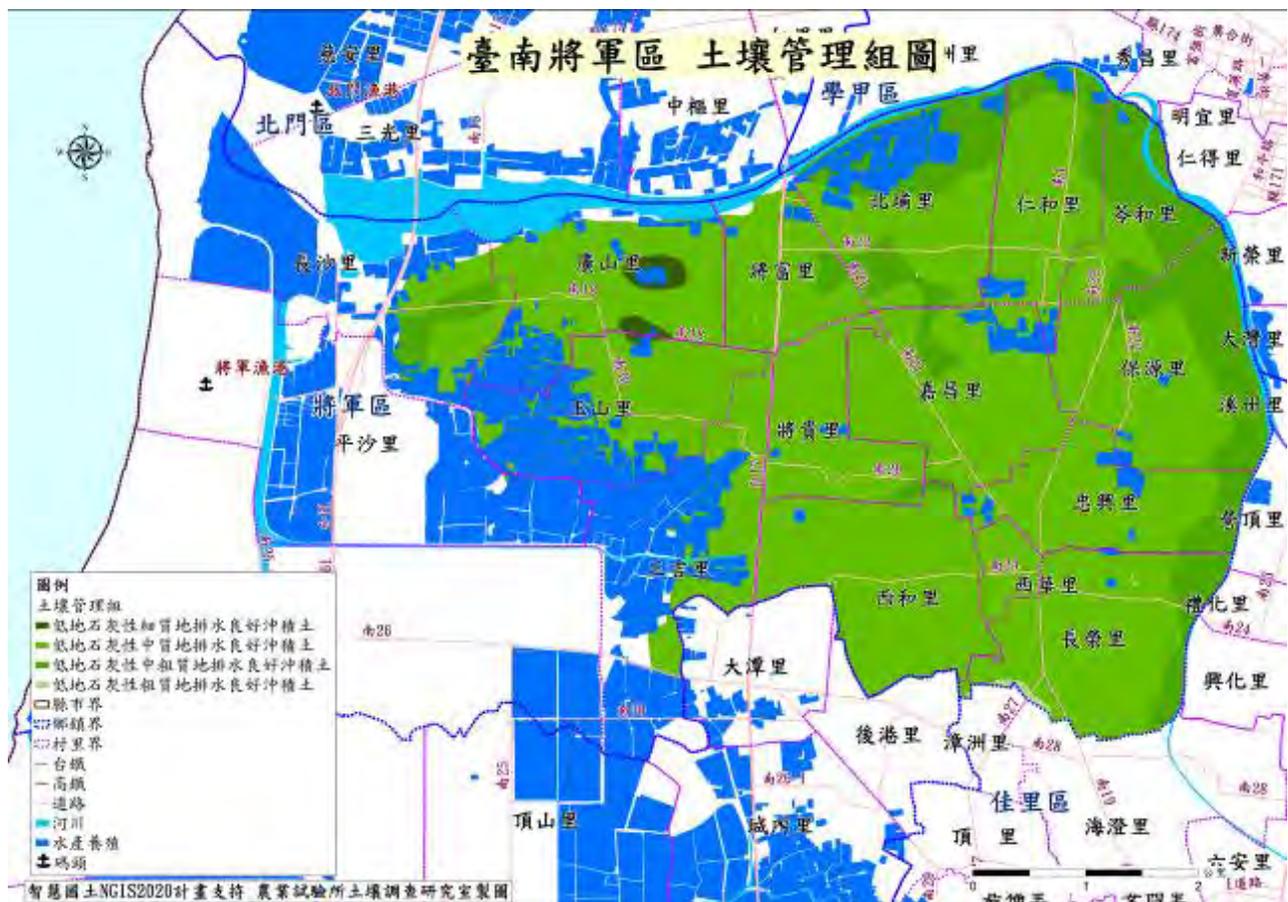
註：表中數值與單位，氮為硝酸態氮 (NO₃-N) mg/kg ；磷為醋酸可溶性磷 (acetic acie-soluble PO₄-P) mg/kg ；鉀為全鉀(total K) g/kg 。

無論是「土壤檢測」和「植體分析」，採集的樣本是否具有代表性，決定分析數值及肥料推薦量的準確性和正確性。其他如採樣工具，採樣地點，採樣時間，採樣數目的選擇，以及樣本的貯存及運送要領均為確保分析數值是否能反映土壤實際肥力狀況的關鍵。採樣有關的技術及要領，可向各區農改場專業人士請教。

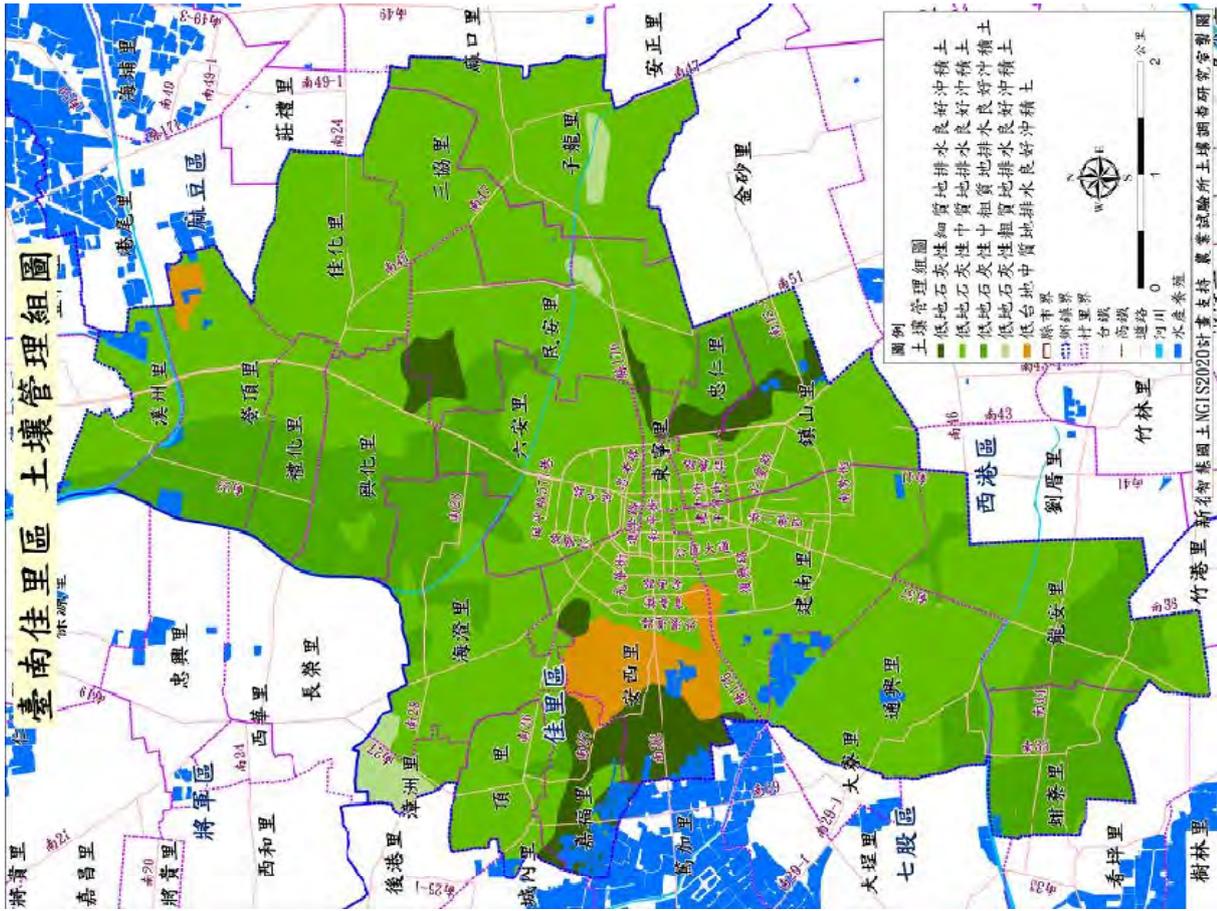
三、土壤管理與施肥推薦

(一) 依據土壤管理組圖提出土壤管理推薦 (包括不同區域土壤性質)

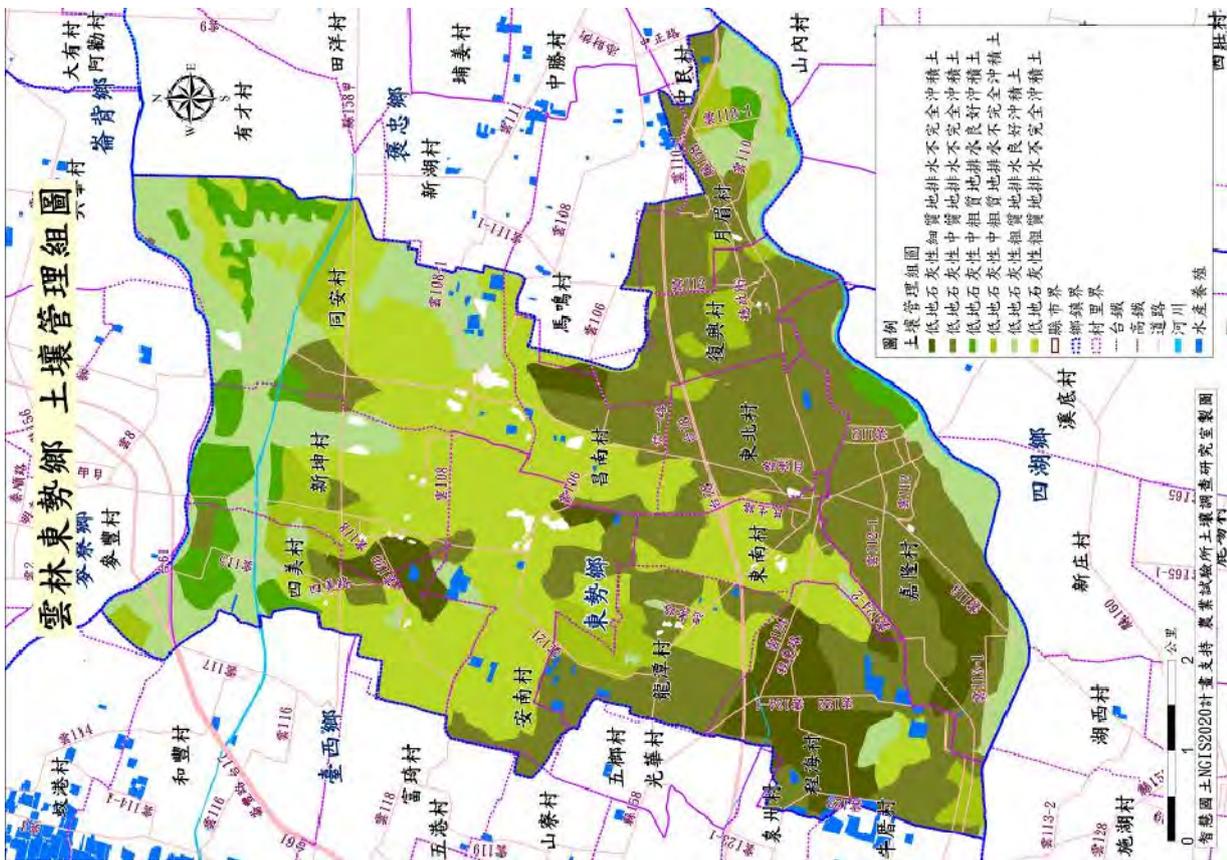
若有地區性問題土壤則可進行土壤改良，如強酸性土壤施用石灰資材矯正酸度、壓實土壤之犁底硬盤打破，均可提高肥料效率及生產力。



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



(二) 土壤 pH 需求及改良

胡蘿蔔對土壤酸鹼度要求較高，對於土壤鋁及錳較為敏感。一般適合於微酸性土壤至中性土壤，(pH 6.0 - 6.6 之間)，土壤酸鹼值小於 5.3，已顯現生長不良現象，土壤酸鹼值小於 5.0 以下明顯生長不良。酸性土壤應施用 (含鎂) 石灰資材改良。沿海地區土壤偏鹼性可施用硫磺粉改善。



圖9、鹼性土壤施用硫磺粉改善

(三) 需求

胡蘿蔔適合於中粗質地、深層疏鬆、排水良好之土壤，耕犁鬆土厚度應在 20 - 35 公分 (依品種而異)，硬度應在山中式穿刺計 18 mm 以下，最好為 14 mm 以下，避免根型又開彎曲。在透氣不良的黏重土壤中，肉質根則顏色淡，鬚根多，易生瘤，品質低；在低窪排水不良的地方，肉質根易破裂，常引起腐爛，叉根多。

(四) 土壤有機質含量

臺灣因高溫多濕，若長期施用化學肥料，而未能適當補充有機質，將造成土壤有機質含量偏低、土壤團粒減少、通氣性及保水性變差、有益微生物的繁殖受限，故使作物對病蟲害的抵抗力減弱。高經濟價值作物常需使用有機質肥料以提高產品品質，但應謹慎選擇有機質肥料。雞糞雖然含有較高含量的氮，但是未經發酵或發酵不良者，含高量易分解的有機物，致蠅蟲滋生，地下害蟲大量繁殖而為害作物。蒼蠅多亦可能傳播病蟲害。豆粕類肥料也易造成地下害蟲為害，因此，應施用腐熟完全而且較難分解有機成份 (木質素及纖維質) 含量較高者，不但有改良土壤的效果，更可提高肥料的肥效，使作物健康成長，產量提高，品質更好。長期施用養分含量不均的有機質肥料，可能使土壤養分含量之比率不適合胡蘿蔔生長。

(五) 水分灌溉管理、灌溉頻率及方式

胡蘿蔔雖然具有較強的耐旱能力，但仍必須合理給水。從播種到出苗，應連續供水二至三次，以保證順利出苗。幼苗期需水量不大，應保持水分適中，在本葉 2-3 片時，根部開始迅速發育，此時若缺水，則肉質根瘦小而粗糙，品質差。進入葉部生長

盛期，要適當控制水分，加強中耕，保持地上部與地下部平衡生長。肉質根肥大期，也是對水分需求最多的時期，應及時供水，經常保持土壤濕潤。若供水不足，則肉質根瘦小而粗糙，品質差。供水不勻，則易引起肉質根裂開，故應避免土壤水分過分乾溼。採收前應避免灌水，否則將影響貯藏品質。

胡蘿蔔在不良的環境與栽培條件下，常有畸形根、裂根和叉根，使產量和品質降低。最要注意的是缺硼症狀，表現是根系不發達，生長點死亡，外部變黑。缺鈣症狀，表現為營養生長受阻，形成木質根。



圖 10、水分控制不好易引起肉質根開裂

(六) 栽植密度、栽培層及管理作業

1. 整地、作畦

種植基地在種植前一至二個月前最好行浸水處理，不但可減少病蟲害發生，同時可減少雜草滋生。播種前整地需精細，且需避免使用成塊未熟的有機質肥料。一般水田裡作，畦寬 1.2 公尺，使用耕耘機開畦溝後，整平畦面，整地後應立即種植，若隔天種植可能因土壤水分不足，會影響發芽率，或延後發芽，使雜草更難控制。由於胡蘿蔔直根入土深、直根上著生四縱列側根，比蘿蔔根多二行，易發生歧根。為提高胡蘿蔔的良品率，在整地階段應注意：(1) 耕犁土層要深，碎土要細，一般要求耕深 20-30 公分。耕犁碎土作畦後，耙平畦面，使土壤疏鬆細碎，以提升發芽率。(2) 選擇高畦栽培，畦高至少應達 15-20 公分。

2. 播種

胡蘿蔔種子壽命短，為確保發芽整齊，減少缺株率，應注意使用新鮮種子及確認其發芽率，必要時應先進行發芽試驗以確定適宜的播種量。播種採雙行種植，用工具畫成 20-25 公分的條播溝，深約 3 公分，以人工方式將種子播下，播種覆土後需輕壓，使種子與土壤緊密接觸，以利發芽。種子用量每 10 公畝約 250-300 公克。

3. 間拔、除草

間拔及除草最費工，為節省人工，目前大都只採一次間拔。在本葉 4-5 葉，即發芽後 40 天時進行間拔，株距 20 公分，在條播溝上盡可能採三角形方式留株，以增加株數。間拔時同時進行畦面人工除草，如果此時徹底除草，且園區四週衛生管



理良好，沒有過多雜草，可只進行一次除草。如果田區雜草管理不良，有時須進行第二次或第三次除草，費時又費工。因此，田區內及其四週務必將雜草清除乾淨，可利用中耕機或人工除草處理。



圖 11、胡蘿蔔人工除草

4. 培土

培土可減少根部外露影響品質，且有除草效果，於生育中可進行一至二次輕度培土，一般使用中耕機培土。發芽 50 天內不可實施較厚的培土，惟發芽後的 65 - 70 天，當食用根進入肥大期時，由於根部頂端露出地面，為避免陽光照射變色，影響外觀，應予培土掩蓋。



圖 12、胡蘿蔔中耕培土

表 3、栽培管理作業曆

月別	旬別	栽培時期	主要栽培管理	重要的病蟲害發生期 (虛線：發生輕微，實線：發生嚴重)									
				根瘤線蟲	黑葉枯病	白粉病	白絹病	切根蟲	斜紋夜蛾	甜菜夜蛾	番茄夜蛾	擬尺蠖	
七月	上		紅色：播種期										
	中		黃色：生育期										
	下		綠色：收穫期										
八月	上		*基肥全面撒施後，用曳引機整地後，再作畦，再以人工或機械播種										
	中												
	下												
九月	上		*播種後同時施用雜草抑制劑(參照植物保護手冊相關作物規範)均勻噴施於畦面，以防除雜草，植株在本葉四至五片時，每穴間拔留一株										
	中												
	下												
十月	上		*播種後，植株在本葉二至三片時，土壤需保持適當水分，採收前忌灌水，尤其下雨時需注意排水										
	中												
	下												
十一月	上		*生育期間作好病蟲害防治										
	中												
	下												
十二月	上		*生育期間配合中耕除草										
	中												
	下												
一月	上		*在種子發芽後40-50天內輕度中耕培土，65-70天時，則需培土至根肩處，中耕培土前可同時配合施追肥										
	中												
	下												
二月	上		*採收方式以手握葉梗直接自土中拔起，同時去葉梗後，裝紙箱										
	中												
	下												
三月	上		*收穫之成品、長期儲藏需於1°C冷藏庫冷藏										
	中												
	下												
四月	上												
	中												
	下												
五月	上												
	中												
	下												
六月	上												
	中												
	下												



四、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦 (通用原則性的)

(一) 參考實例或範例 (包括各改良場歷年肥培試驗成果之重點展示)

1. 三要素推薦量 (公斤/公頃)

胡蘿蔔於每公頃施用堆肥 10 公噸情況下，根據合理產量及土壤性質推估施肥量。氮：180-250，磷酐：120-180，氧化鉀：120-180

2. 施肥時期及分配率 (%)

肥料別	基肥	第一次追肥	第二次追肥
氮肥	50	25	25
磷肥	100	-	-
鉀肥	50	25	25

註：基肥於整地前施用

基肥於整地時全面撒施後，犁入土中與土壤充分混合，追肥條施於植株旁約 15 公分處。

(二) 大量元素營養管理推薦

1. 若種植前，土壤檢測結果某要素肥力過高，應酌減該項肥料用量，減肥量如下：土壤分析結果如磷、鉀在低的範圍依農民慣用量增施四分之一至三分之一，在高的範圍依慣用量減施三分之一至四分之一。(註：Bray-1 磷濃度 15-100 mg/kg，交換鉀濃度 30-100 mg/kg，偏下限為低濃度，偏上限為高濃度。)

2. 土壤 EC 值可快速粗略估算氮肥施用量：

- (1) 土壤 EC 值 (1:5) 大於 0.4 dS/m 時，不必施氮肥。
- (2) 土壤 EC 值 (1:5) 介於 0.4 至 0.3 dS/m 時，氮肥依慣用量減施四分之三。
- (3) 土壤 EC 值 (1:5) 介於 0.3 至 0.2 dS/m 時，氮肥依慣用量減施四分之一。
- (4) 土壤 EC 值 (1:5) 介於 0.2 至 0.1 dS/m 時，氮肥依農民慣用量施用。
- (5) 土壤 EC 值 (1:5) 小於 0.1dS/m 時，則依氮肥合理推薦施用量施用。

胡蘿蔔是喜鉀作物，氮肥施用過多，地上部分易徒長，影響肉質根發育。肥料對於胡蘿蔔的生育、收量與品質影響甚大，氮施用量過多，葉過於茂盛，根部的芯太大，根色淡，裂根發生比例高，過度肥大根量也多。生育後期氮肥量過多，則葉過度茂盛，不利於產量與品質。胡蘿蔔生長旺期葉高不宜超過 70 公分 (表示氮肥過量)，葉高以 50 公分左右為佳。全部肥料應在播種後 50 日內，六至七片葉時期追肥完畢。不同品種胡蘿蔔的吸肥量差異大，需要加強品種間之肥培差異管理。

(三) 次量與微量元素營養管理推薦

胡蘿蔔對鉀與鈣等養分吸收量比其它蔬菜類高。栽培期間需注意次量及微量元素缺乏，尤其是鎂、鋅、鐵與硼等的缺乏。若診斷有營養缺乏現象則葉面施肥，將營養要素稀釋 500-1,000 倍使用，每週一至二次直至症狀消失。



圖 13、合理化施肥是胡蘿蔔產量及品質的保證

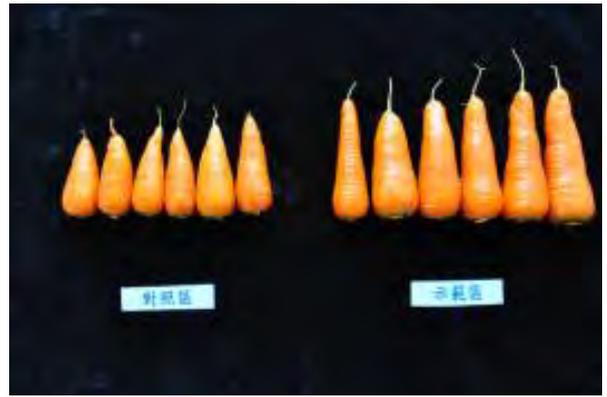


圖 14、胡蘿蔔合理化施肥有較佳品質(右)

(四) 嚴選土質，規律施肥—胡蘿蔔合理施肥

胡蘿蔔施肥主要應遵循基肥為主，追肥為輔的原則；若在栽培過程中施肥不當，常會造成裂根及空心等，降低收成。

在台灣 0.1 公頃面積，目標產量為 4.5 噸胡蘿蔔的施肥推薦量及施肥方法如下表。

表 4、胡蘿蔔的施肥推薦量及施肥方法

施肥期	氮素施用量 (公斤/0.1 公頃)	磷干施用量 (公斤/0.1 公頃)	氧化鉀施用量 (公斤/0.1 公頃)
基肥 (與表土全層混合)	10	12	10
追肥 (播種後 30 天)	6	0	6
二追 (播種後 50 天)	2	0	6
總量	18	12	22

備註：追肥不宜將肥料直接撒入畦內，應灑於畦溝邊側後再培土混合，置於畦頂邊旁。胡蘿蔔曾有皮目黑變現象為缺硼的原因，每 0.1 公頃施用 1.5 公斤硼砂防治。

(五) 新興施肥方法 (土壤肥灌，與葉面施肥) 推薦

胡蘿蔔栽培期間需注意微量元素缺乏，尤其是鎂、鋅、鐵與硼等的缺乏，若診斷有營養缺乏現象則可行葉面施肥補救，可將營養要素稀釋 500-1,000 倍使用，每週一至二次直至症狀消失。



第十一章 胡蘿蔔第二部分

胡蘿蔔施肥技術

農業試驗所 郭鴻裕、朱戩良

胡蘿蔔之作物特性

胡蘿蔔生長期限短，是勞力與資材密集之作物。一般胡蘿蔔種子發芽溫度在 8-30℃ 範圍，但適溫為 15-25℃ 之間，在 35℃ 以上不發芽。生長溫度在 3-28℃ 範圍，生長適溫為 8-21℃ 之間。高溫影響根部肥大，根型亂且表皮粗糙。

栽培密度與收穫物根的個體重量有很大關係，需視品種與收穫目標調整栽培密度；幼苗間拔時間快慢也決定收穫重總量與根之個體重（品質），應在 4 片至 6 片葉子期間進行，間距 9 公分為佳。胡蘿蔔的目標產量每 0.1 公頃（1 分地）應在 3 噸至 5 噸之間。

胡蘿蔔栽培之合適土壤性質

胡蘿蔔適合於中粗質地、深層疏鬆、排水良好之土壤，耕犁鬆土厚度應在 20-35 公分（依品種而異），硬度應在山中式穿刺計 18mm 以下，最好為 14mm 以下，避免根型又開彎曲。胡蘿蔔對土壤酸鹼度要求較高，對於土壤鋁及錳較為敏感。一般適合於微酸性土壤至中性土壤，（pH 6.0 至 6.6 之間），土壤酸鹼值小於 5.3 環境已可感覺生長不良，土壤酸鹼值小於 5.0 以下環境明顯生長不良，酸性土壤建議施用（含鎂）石灰資材給與改良。

胡蘿蔔的施肥技術重點

胡蘿蔔的目標產量每 0.1 公頃（1 分地）應在 3 噸至 5 噸之間。日本學者估算 0.1 公頃的胡蘿蔔約吸收 15-20 公斤氮，5-8 公斤磷酐，20-24 公斤氧化鉀，8-10 公斤氧化鈣及 2-4 公斤氧化鎂，聯合國農糧組織(FAO)的資料顯示類似吸收量。胡蘿蔔對鉀與鈣等養分吸收量比其它蔬菜類高。

肥料對於胡蘿蔔的生育、收量與品質影響相當的大，氮施用量過多，葉過於茂盛，根部的芯太大，根色淡，裂根發生比例高，過度肥大根量也多。生育後期氮肥量過多，則葉過度茂盛，不利於產量與品質。胡蘿蔔生長旺期葉高不宜超過 70 公分（表示氮肥過量），葉高以 50 公分左右為佳。全部肥料應在播種後 50 日內，6-7 片葉時期追肥完畢。不同品種胡蘿蔔的吸肥量差異大，需要加強品種間之肥培差異管理。

聯合國農糧組織以 0.1 公頃面積，目標產量為 3 噸時的施肥推薦量為氮素 12 公斤，磷酐為 10 公斤，氧化鉀為 20-25 公斤，施肥方法為 1 / 4 氮素及全量磷、鉀肥於基肥施用，剩餘氮肥分 2 次追肥使用。

台灣 0.1 公頃面積，目標產量為 4.5 噸的施肥推薦量及施肥方法如下表：

0.1 公頃面積，目標產量為 4.5 噸胡蘿蔔的施肥推薦量

施肥期	氮素施用量 (公斤/0.1 公頃)	磷干施用量 (公斤/0.1 公頃)	氧化鉀施用量 (公斤/0.1 公頃)
基肥 (與表土全層混合)	10	12	10
追肥 (播種後 30 天)	6	0	6
二追 (播種後 50 天)	2	0	6
總量	18	12	22

追肥不宜將肥料直接撒入畦內，應灑於畦溝邊側後再培土混合，置於畦頂邊旁。胡蘿蔔曾有皮目黑變現象為缺硼的原因，每 0.1 公頃施用 1.5 公斤硼砂防治。



第十二章 馬鈴薯第一部分

馬鈴薯土壤管理與施肥推薦參考資訊

臺南區農業改良場 江汶錦

一、適宜栽植風土條件

(一) 作物介紹-品種及產地分佈

馬鈴薯 (*Solanum tuberosum* L.)，別名洋芋，為茄科茄屬的一年生草本植物，原產於南美洲秘魯及玻利維亞的安地斯山區。球莖內含豐富的蛋白質、澱粉、胺基酸、礦物質、維生素 C、B1、B6 及葉酸等，單位面積產量高，為歐美地區許多國家主食，也為世界第三大作物。十七世紀由荷蘭人傳入臺灣，但專業栽培約始於民國三年，早期以台中地區為最大產區，民國 45 年栽培面積曾佔全臺 90 % 以上；後來產區逐漸南移，擴展至雲嘉南地區，至民國 86 年雲林縣栽培面積超過台中縣成為最大產地。由於馬鈴薯生長期短，具貯藏性，加上有保證價格收購，近年栽種面積逐年穩定成長。現在每年栽培面積大約為 2,000 到 3,000 公頃，栽培期以秋、冬季裡作最普遍。依民國 103 年農業統計年報，栽種面積 2,297 公頃主要產區為雲林縣 (1,172 公頃，產量 25,715 公斤/公頃)、台中市 (522 公頃，產量 22,790 公斤/公頃)、嘉義縣 (495 公頃，產量 24,013 公斤/公頃) 及台南市 (75 公頃，產量 22,726 公斤/公頃)。

栽培品種主要有：克尼伯、種苗二號、五峰等，其中以克尼伯 (俗稱大葉種) 栽培面積最廣，除供鮮食外亦做加工之用。馬鈴薯依生長期長短，有早生、中晚生品種，薯肉有白色及黃色。臺灣目前有健康種薯繁殖制度的品種只有克尼伯及種苗二號。現在栽培品種為：

- (1)克尼伯：在臺灣為早生，莖直立、莖數少而粗、葉片大。花白色而少，薯大而少、薯皮光滑灰白色、薯肉白色、薯形橢圓，芽眼淺、初芽綠色為主。可加工，耐貯藏。抗馬鈴薯病毒 A (PVA)，易罹瘡痂病。不耐高溫乾燥，水分不均勻易裂薯、生育後期容易倒伏。
- (2)五峰：中生，薯球生長快速。葉深綠色、莖綠色、花白色、能自然著果。薯球扁圓形、芽眼少、薯皮光滑、淺黃色、薯肉白色、澱粉含量低。休眠期短、易罹晚疫病，抗馬鈴薯病毒 X (PVX)。
- (3)種苗二號：又名大吉，中晚生，生育期 120-130 天。植株大而開張、植冠高度約 50-60 公分。莖粗、綠色，側枝明顯直立。葉色濃綠，心葉帶黃綠色，在秋冬栽培偶開白花。抗馬鈴薯病毒 Y 及晚疫病。薯球圓形，皮色土黃，可鮮食及加工，製成洋芋片。
- (4)台農一號：又名黃玉，是第一個通過審查命名的品種。抗 PVY 及晚疫病，中晚生、生育期 110-120 天，花色淺紫、葉色濃綠偏藍，薯球扁橢圓形，休眠期中等。薯皮淺黃色、芽眼淺，初芽為紫色，薯球整齊、薯肉黃色。鮮食品質佳不適宜加工。
- (5)台農三號：又名萬豐，中晚生，生育期 100-120 天，耐病毒病及晚疫病。株型直立，株高約 50 公分，葉色濃綠。薯皮淺黃，薯肉白色，薯球扁圓形，芽眼數少。生育

至 120 天仍可保持葉色綠，最早 100 天可以採收，延至 120 天則產量可以更高，但定植日期必須較種植克尼伯提早，才不會影響一期水稻種植。

(6)百樂 (FL-1867)：中生，芽體基部花青素呈色中等，基部絨毛稀。株型開張，莖部花青素呈色程度無或極微。開花多，花冠內側花青素呈色無或極微。薯球呈球形，薯皮淡米黃色，薯肉白色。

(7)樂事 (FL-1879)：晚生，芽體基部花青素呈色微。株型半直立，莖部花青素呈色無或極微。開花少，花冠內側花青素呈色無或極微。薯球卵圓形，薯皮淡米黃色，薯肉淡黃色。

(二) 氣候條件

馬鈴薯喜好冷涼氣候，植株生長最適溫為 21°C 左右，低於 0°C 有凍害，27°C 以上會限制生長，高過 30°C 發生高溫障礙。種植適期為九月下旬至翌年一月，每分地種植 5,000 株，種薯用量視薯塊大小而定，在 90 - 120 公斤。薯球存放環境的溫度與溼度非常重要，一般以 15 - 20°C，85 % 以上的相對溼度，使薯皮充分療傷一至二週。冷藏標準溫度 2 - 5°C，相對濕度 85 - 90 %，加工業冷藏溫度宜升高為 7 - 10°C。

(三) 土壤條件

馬鈴薯喜土層深厚，質地鬆軟，富有機質，排水及通風良好的砂質壤土，過於黏重的土壤，不利薯球膨大，易造成薯形不整及表皮不光滑。馬鈴薯耐酸能力強，一般以 pH 5.5 - 6.5 適於塊莖成長。馬鈴薯是喜光作物，生長期間日照長，光強度大，有利光合作用，若長期光度不足，莖葉易徒長，延遲塊莖形成及降低產量。馬鈴薯為淺根性作物，需常灌溉，生育後期及結薯初期保持土壤含水量在 60-80% 為宜，太濕或積水薯球容易腐爛，採收前 7- 10 天需停止灌水。基肥於整地前撒布，追肥則於種植後四週，施肥於株間或行間，再行培土。馬鈴薯地上部枯乾時為收穫適期。

(四) 田間管理概述

栽培馬鈴薯前，需選擇品種純正、大小中等、已結束休眠且開始萌芽及不帶病毒的健康種薯。種植前二至三週自冷藏庫取出種薯，置於陰涼處，利用間接光線照光育苗。整地種植時，一般採用 120 公分的雙行畦（畦面約 90 公分），畦上行距 45 公分，株距 30 - 32 公分，作畦採南北走向，以利通風。種薯切塊，每一薯片大小約 12 - 15 公克。每小塊留 1-3 芽眼。切塊後經一至二天行田間種植，種後覆土約 7 - 10 公分。栽種後三至四天行畦溝灌溉。灌水後二天內可全面噴施殺草劑，以控制雜草發生。待幼芽伸出土面約 10 公分後，每株留莖 2-3 莖，摘枝可配合培土進行。植株高約 15-25 公分時，可進行第一次培土，之後每隔 15-20 天再行培土一次，培土厚度以 6 公分為準。

二、目標或預期產量之肥料三要素施肥量推薦

馬鈴薯一般分為兩個施肥時期：1. 種植前基肥，於整地時將基肥撒施於土壤，使於翻耕整地時均勻混入土中，再直接以曳引機同時完成作畦作業。2. 追肥。一般於種植後四週，施肥於株間或行間，配合中耕培土作業。

薯球產量為 35 公噸/公頃之肥料推薦用量（公斤/公頃）為氮 150 - 225、磷酐 150 -



200、氧化鉀 240- 360。依照推薦用量、施肥分配率（表一）及要素含量比可換算所使用的肥料量（表 2、表 3）。肥料用量計算公式如下：肥料用量(公斤/公頃) = 要素推薦用量(公斤/公頃) × 施肥分配率 ÷ 所使用的要素含量。

表 1、每 0.1 公頃三要素、堆肥推薦量及分配率

肥料別	總用量	基肥	追肥
堆肥	0-15 公噸	100 %	0 %
氮	15-22.5 公斤	60 % (9-13.5) 公斤	40 % (6-9) 公斤
磷酐	15-20 公斤	100 %	0 %
氧化鉀	24- 36 公斤	55 % (13.2- 19.8) 公斤	45 % (10.8- 16.2) 公斤

註：堆肥為一般禽畜糞堆肥，氮以不超過 40 或 50 g/kg 的粗纖維堆肥為佳，目的為增加土壤有機質，改善土壤性質。

表 2、換算單質肥料用量

肥料別	基肥 (公斤/0.1 公頃)	追肥 (公斤/0.1 公頃)
尿素	19.6-29.3	13-19.6
過磷酸鈣	83.3-111.1	0
氯化鉀	22-53	18-27

表 3、換算複合肥料用量

肥料別	基肥 (公斤/0.1 公頃)	追肥 (公斤/0.1 公頃)
39 號 (12-18-12)	2- 2.5 包 (9.6-14.4-9.6)	0
4 號 (11-5.5-22)	0	1.5- 2 包 (8.8-4.4-17.6)

其他注意事項：

- (1) 若種植前，土壤檢測結果肥力過高，應酌減該項肥料用量，減肥量須參考土壤檢驗報告，並由專家判斷推薦。
- (2) 若有鹽害 (EC (1:5) > 0.6 dS/m) 之問題土壤，可施用低鹽分有機質肥料以代替化肥，鹽害問題嚴重的土壤可利用洗鹽、客土等方式擇一或綜合改良，使 EC < 0.6 dS/m。
- (3) 土壤酸鹼度 (pH) 分析數值低於 5.5 者 (強酸性土壤)，參考土壤中有機質含量、氧化鈣及氧化鎂含量，比對酸性土壤石灰需要量以推薦施用一般石灰資材或酸土改良劑，改良酸性土壤，因馬鈴薯在鹼性土壤易得瘡痂病，需注意勿調整過量。

馬鈴薯的植體分析會因施肥量與品種不同而有差異。表四為溪口地區克尼伯馬鈴薯的植體分析資料，地上部因植株翠綠程度不同而有較大差異，因採樣時葉色偏枯黃，故氮含量較低，但地下部營養含量較為相似。

薯球部分：假設氮含量 (N g/kg) = 13.6g/kg ；磷含量 (P g/kg) = 1.9g/kg ；鉀含量 (K g/kg) = 26.1g/kg ，預估本年薯球產量為 35 公噸/公頃，乾物重 235 g/kg 。換算薯球含氮 112 公斤、磷 15.7 公斤、鉀 215 公斤。

地上部植體：假設氮含量 (N g/kg) = 40 g/kg；磷含量 (P g/kg) = 2.2 g/kg；鉀含量 (K g/kg) = 39.7 g/kg，預估本年植體重約為薯球 7 成量約為 24.5 公噸 /公頃，乾物重 126 g/kg，則換算植體含氮 123 公斤、磷 6.8 公斤、鉀 123 公斤。

全生長期總需肥量為：氮 (N) 235 公斤、磷 (P) 22.5 公斤、鉀 (K) 338 公斤。若土壤肥力分析為無機態氮 100 mg/kg、有效性磷 19 mg/kg、有效性鉀 100 mg/kg，則換算 1 公頃面積 20 公分土深 (土壤密度以 1 g/cm³ 估算)，含有無機態氮 200 公斤、有效性磷 38 公斤、有效性鉀 200 公斤。假設無機態氮的校正係數= 0.7，有效磷校正係數= 0.4，速效鉀的校正係數= 0.8，當季化肥利用率，氮 50 %、磷 10 %、鉀 60 %，磷酐= 2.295 × 磷，氧化鉀= 1.205 × 鉀，則尚缺氮 190 公斤、磷酐 165 公斤、氧化鉀 356 公斤。故一般土壤肥料推薦用量 (公斤/公頃)為氮 150 - 225、磷酐 150- 200、氧化鉀 240- 360。即每 0.1 公頃氮 15 - 22.5 公斤、磷酐 15 - 20 公斤、氧化鉀 24 - 36 公斤。

表 4、植體分析

名稱	碳(C) (g/kg)	氮(N) (g/kg)	磷(P) (g/kg)	鉀(K) (g/kg)	鈣(Ca) (g/kg)	鎂(Mg) (g/kg)	乾物含量(g/kg)
1 地上部	338	32.2	2.2	79.6	29.6	10.3	132
1 地下部	394	14.9	1.9	26.2	1.2	1.5	226
2 地上部	340	28.1	2.2	75.1	32.4	8.7	119
2 地下部	391	12.2	1.9	25.9	0.9	1.5	243

三、土壤診斷與馬鈴薯合理化施肥實例

馬鈴薯合理化施肥示範區田間管理措施，馬鈴薯栽培過程中土壤及施肥管理對產量及品質穩定影響極大。進行田間合理化施肥管理前，須先分析土壤，以瞭解土壤中各養分是否足夠，有無需要調整？

土壤診斷以實際案例來說明：嘉義縣六腳鄉陳農友送檢之土壤資料(表 5) 顯示：

- (一) 土壤中之電導度 EC (1:5) 為 0.06 dS/m，氮肥力甚低，故示範區參考推薦量增施肥料量。
- (二) 酸鹼值 pH (1:1) 為 5.66-6.19，偏酸性但因馬鈴薯耐酸能力強，且酸性土壤也較不易發生瘡痂病，故不調整土壤酸鹼度。
- (三) 土壤有機質 O.M. 為 17.5-15.1 (g/kg)，稍嫌不足，最好能 30 g/kg，但因土質為砂質壤土，非常疏鬆，故亦不強制補充有機質。
- (四) 磷肥因長期施用複合肥料有累積過量之慮，鉀肥含量足夠，但因馬鈴薯栽培需要



大量鉀肥有助薯球肥大，故仍須補充鉀肥。

- (五) 鈣鎂含量較低是與土壤呈現酸性有關，但就作物養分平衡觀點，鈣鎂比與鎂鉀比須有一定比率，故若能補充鎂肥將有更佳效果，故示範區增施部份鎂肥。
- (六) 需注意前作殘體的影響：若前作水稻並未預先整地腐熟，會因未腐熟的水稻殘體在馬鈴薯種植初期有搶氮現象，造成馬鈴薯植株生長初期被抑制，進而影響後期產量，可於基肥多添加尿素 5-10 公斤/0.1 公頃，以避免初期缺氮的現象。
- (七) 土壤質地對馬鈴薯產量影響很大，由坪割調查可以發現產量由粗質地 toward 黏重質地遞減。

馬鈴薯合理化施肥試驗：茲將本次田間試驗施肥量處理 (如表 6)，區分為 1. (農) 農民慣用量、2. 依土壤調查資料作較佳的 (示) 合理化示範區、3. 普遍土壤的 (一) 一般推薦區共三區。

表 5、示範區馬鈴薯種植前土壤肥力理化性變化分析資料

	EC(1:5) (dS/m)	pH (1:1)	O.M. (g/kg)	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
				-----mg/kg-----			
表土	0.06	5.66	17.5	230	124	822	75
底土	0.06	6.19	15.1	215	141	804	72

表 6、慣行區、示範區、一般區處理之馬鈴薯每 0.1 公頃施肥量

試驗區	基肥	追肥
1. 農民慣行區 (農) (33.6-50.4-33.6) 換算金額\$2772 元	39 號 (12-18-12) 每 0.1 公頃 160 公斤	39 號 (12-18-12) 每 0.1 公頃 120 公斤
2. 合理化示範區 (示) (22-15.2-39.2-Mg) 換算金額\$1714 元 (不含鎂肥的 2304 元，因是土壤改良，不用 每期施用)	2 號 (11-9-18) (可用 39 號+4 號(1:3) 等同 2 號 4 包) 每 0.1 公頃 120 公斤 硫酸鎂，80 公斤	4 號 (11-5.5-22) 每 0.1 公頃 80 公斤 硫酸鎂，40 公斤
3. 一般推薦區 (一) (18.75-17.5-30) 換算金額\$1506 元	39 號 (12-18-12) 每 0.1 公頃 80 公斤	4 號 (11-5.5-22) 每 0.1 公頃 80 公斤

四、馬鈴薯合理化施肥示範成果

馬鈴薯栽培採用試驗改良場所推薦之合理化施肥，可以保證 (一)產量品質穩定；(二) 節省肥料用量；(三) 提高收益；(四) 降低病蟲害發生，節省農藥使用及次數。以台南區農業改良場民國 98 年於嘉義縣六腳鄉陳淑惠農友田區馬鈴薯合理化施肥示範為例，農民慣用施肥區施肥量為 N : P₂O₅ : K₂O = 336 : 504 : 336 公斤/公頃，一般推薦施肥區施肥為 N : P₂O₅ : K₂O = 187.5 : 175 : 300 公斤/公頃，合理化施肥推薦區施肥為 N : P₂O₅ : K₂O = 220 : 152 : 392 公斤/公頃。試驗結果如表 7 所示。

(一) 產量

六腳合理化施肥產量為 40,940 公斤/公頃，較農民慣行施肥法 33,040 公斤/公頃，產量增加 7,900 公斤 (23.9 %)，較一般推薦施肥法 34,590 公斤/公頃，產量增加 6,350 公斤 (18.4 %)。(表 7)

(二) 售價

馬鈴薯合理化施肥示範區，薯球較其餘二處理區大，但未明確分級包裝，取其平均售價 8.3 元/公斤。合理化施肥區 339,802 元/公頃，較農民慣行施肥 274,232 元/公頃增加 65,570 元/公頃 (23.9 %)，較一般推薦施肥 287,097 元/公頃，增加 52,705 元/公頃 (18.4 %) (表 7)。

表 7、民國 98 年六腳鄉合理化施肥示範點

肥料施用	產量 (公斤/公頃)	售價 (元/公頃)	肥料施用成本 (元/公頃)	病蟲害防治成本 (元/公頃)
合理化 N : P ₂ O ₅ : K ₂ O =220 : 152 : 392 公 斤/公頃	40,940	40,940 公斤 x 8.3 元 =339,802 元	肥料：17,140 人工：250 合計：17,390	農藥：10,000 人工：9,000 合計：19,000
一般推薦 N : P ₂ O ₅ : K ₂ O =187.5 : 175 : 300 公斤/公頃	34,590	34,590 公斤 x 8.3 元 =287,097 元	肥料：15,060 人工：200 合計：15,260	農藥：10,000 人工：9,000 合計：19,000
慣行法 N : P ₂ O ₅ : K ₂ O =336 : 504 : 336 公 斤/公頃	33,040	33,040 公斤 x 8.3 元 =274,232 元	肥料：27,720 人工：350 合計：28,070	農藥：10,000 人工：9,000 合計：19,000
合理化-慣行法	7,900	65,570	-10,680	0
合理化-一般推薦	6,350	52,705	2,130	0
合理化施肥較慣行法每公頃增加收益 76,250 元				
合理化施肥較一般推薦法每公頃增加收益 50,575 元				

1. 合理化施肥及慣行法施肥馬鈴薯價格以每公斤 8.3 元計算。
2. 合理化施肥每公頃用量：2 號 1,200 公斤 (基肥)，4 號 800 公斤 (追肥)(不含鎂肥)。
3. 一般推薦施肥每公頃用量：39 號 800 公斤 (基肥)，4 號 800 公斤 (追肥)。
4. 慣行法施肥每公頃用量：39 號 1,600 公斤 (基肥)，39 號 1200 公斤(追肥)。
5. 施肥工錢：50 元/包/次；噴藥工錢 150 元/0.1 公頃/次。
6. 肥料價格：氮素 25 元/公斤、磷酐 25 元/公斤、氧化鉀 20 元/公斤。

(三) 肥料施用成本

肥料價格以氮 25 元/公斤、磷酐 25 元/公斤、氧化鉀 20 元/公斤計算，合理化施肥區 17,140 元/公頃，較農民慣行施肥 27,720 元/公頃，節省 10580 元/公頃 (38 %)。較一般推薦施肥 15,060 元/公頃，增加 2,080 元/公頃 (13.8 %)。



(四) 增加收益

經由表 7 計算，合理化施肥較慣行法每公頃增加收益 76,250 元。較一般推薦法每公頃增加收益 50,575 元。

(五) 病蟲害防治成本

因為一起噴藥，所以三者之間沒有差異，由田間實際觀察，農民慣行區植株生育後期罹患晚疫病嚴重，推測合理化施肥區應可減少病蟲害防治成本。



圖 1、馬鈴薯合理化施肥示範田



圖 2、馬鈴薯合理化施肥田間成果觀摩會



圖 3、農民慣行區 (圖左) 較一般推薦區 (圖中) 及合理化施肥區 (圖右) 植株矮小且生育後期罹患晚疫病嚴重



圖 4、合理化施肥區 (圖右) 較一般推薦區 (圖中) 及農民慣行區 (圖左) 塊莖產量高



圖 5、馬鈴薯合理化施肥區生育後期 (種植後 77 天) 田間植株生育情形

第十二章 馬鈴薯第二部分

馬鈴薯之土壤與施肥管理

農業試驗所 郭鴻裕

一、適宜栽植風土條件

(一) 氣候條件

生長於冷涼季節，種薯在土壤溫度 43°F (6°C) 很難發芽，48°F (9°C) 伸長緩慢，64°F (18°C) 生長最快。初期薯球在土溫 61-66°F (16-19°C) 最適生長，土溫在 68°F (20°C) 薯球開始減緩生長，在土溫 86°F (30°C) 薯球停止生長。低溫的薯球數高於高溫薯球數，但在高溫可以生長較大的薯球。在日間氣溫 69°F (21°C) 可得最高產量，夜溫低可以增加碳水化合物與乾物儲存於薯球。

建立不同地區及品種的積溫，有助於推算生長期，產量之估算與品質（炸薯條之顏色），收穫期之決定等。

(二) 土壤條件

考量收穫作業的方便性，適合種植於中粗質地土壤，土壤 pH (酸鹼度) 至少 5.5，因土壤 pH 低於 4.8 生長會有損害，土壤 pH 如果是鹼性，表皮會粗糙，損害商品價值，也會影響微量元素吸收。

選地應考慮輪作之前作作物，避免病虫害發生，避免豆科作物為前作作物，可降低 40% 以上的病害發生率。三至四年輪作馬鈴薯最為恰當（台灣水旱輪作當可縮短輪作期限）。前作之殘留殺草劑亦為重要的考慮因素，因使植株葉片捲縮畸形，薯心局部褐化。（圖 1 及圖 2）

壤質砂土或砂質壤土，排水良好田區為適合馬鈴薯生長之土壤。土壤密實會影響馬鈴薯生育，土塊太硬及土壤排水慢，會使根與薯球生長變形，形成淺根而提早枯萎。



圖 1、前作之殘留殺草劑使植株葉片捲縮畸形



圖 2、前作之殘留殺草劑使馬鈴薯薯心局部褐化

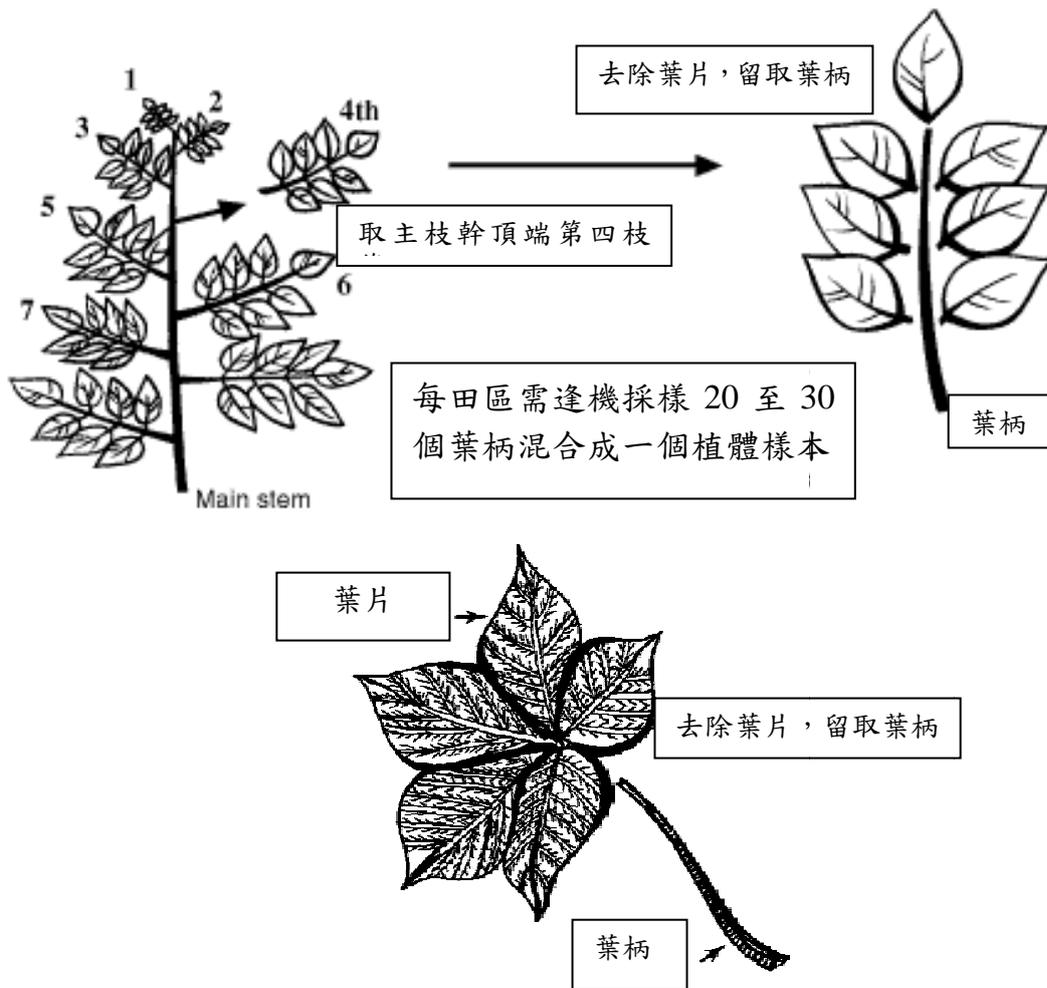
馬鈴薯之土壤水分管理有畦溝灌溉與噴水灌溉，宜注意土壤水分太多與太少都不利於馬鈴薯生長，過多的水分產生之問題大於過少的水分，會造成通氣不良，浸水而減少產量及薯球腐爛。因此，排水是很重要的管理。低土壤水分或忽高忽低的土壤水分造成薯球之粗糙表皮、空心、凸腫、低乾物重、低薯球數及低產。

以下表 1 為日本馬鈴薯之土壤適栽條件供栽植地選擇的參考。

日本馬鈴薯之土壤適栽條件			
適合度	適合	尚可	差
表土厚度 (公分)	>26	16-25	<15
有效土層 (公分)	>101	51-100	<50
表土質地	中、細	極細	粗
透水性 cm/sec	10-3~10-4	10-5	
濕潤度	半濕	濕，半乾	乾，多濕
排水性	良、尚可	不完全	
保水性 (上端 50 公分)	51mm 以上	26-50mm	25mm 以下
pH	5.1-6.0	5.0-4.6	4.5 以下
鈣飽和度 %	40-60	6.1-7.0	7.1 以上
鎂飽和度 %	10.1 以上	40-31	30 以下
鉀飽和度 %	5.1 以上	80-60	>80
硼 mg/kg		5.1-10.0	5.0 以下

二、土壤與葉片分析營養診斷

葉片(葉柄)採樣方法



馬鈴薯的葉片營養分析診斷

葉柄硝酸態含量在薯球肥大期時，若小於 10,000 ppm 為低，在 10,000-15,000 ppm 之間為中等，大於 15,000 ppm 為足夠。

土壤採樣方法

採樣時間：前作物採收後或後作物種植施肥前一個月（每二至三年進行一次）。

採樣深度：採取表土層 0-15 公分。

每單位面積至逢機少採 5-8 點以上，置于塑膠盆或桶中，充分混合均勻成為混合樣本，取約 600 克至 1 公，裝於塑膠袋中。袋上必須註明（奇異筆書寫）姓名、住址或地號、電話號碼、作物種類及採樣日期等。樣本儘速送農試所分析，無法當天送者請將土樣置於室內通風處陰乾，不可在太陽底下曝曬。

三、土壤施肥管理與肥料三要素施肥量推薦

(一) 馬鈴薯氮肥之營養管理

馬鈴薯太少氮肥，會延遲生長，也會早熟而使植株提早枯萎，以致低產，甚至增加罹患枯萎病的機會。過多氮肥則地上部過旺，延遲薯球生成，而影響產量，且薯球形狀不佳及空心化，造成薯球生理不成熟，薯球不密實（低比重），儲存不易，品質不佳。



馬鈴薯的氮肥施用注意事項：

1. 種薯施用氮肥量每公頃應少於 45 公斤尿素態氮。
2. 側條施肥每次每公頃應不超過 70 公斤尿素態氮。
3. 基肥與薯球生成後追施氮肥是最有效。
4. 再依葉片氮含量決定是否再追肥。
5. 作物的吸肥量每公頃每天粗估約在 2.2 至 3.0 公斤氮。

(二) 馬鈴薯國內施肥量推薦

三要素推薦量 (公斤/公頃)：

堆肥每公頃施用 15 公噸情況下：

氮素：	150 - 225
磷 酐：	150 - 200
氧化鉀：	240 - 360

施肥時期及分配率 (%)：

肥料別	基肥	第 1 次追肥 發芽後 15 天	第 2 次追肥 發芽後 30 天
氮肥	34	33	33
磷肥	100	—	—
鉀肥	100	—	—

(三) 世界各國馬鈴薯施肥量參考

世界各國馬鈴薯施肥量參考表(IFDC) (郭鴻裕, 2005) 單位：公斤/公頃

國家/地區	氮 (N)	磷酐 (P ₂ O ₅)	氧化鉀 (K ₂ O)	備註	
荷蘭	施肥量	240	120-180	250-400	
		(隨土壤殘留量而降低)			
法國	施肥量	150-200 (約 175)	80-110	300-400	
	(儲存用薯)	比值	1	0.46-0.63	1.71-2.29
東德 30 噸/公 頃產量	施肥量	砂土 130-170 壤土 130-170 壤/黏土 120-160	25	200	
		灌溉田再增加 20 公斤			
	比值	1	0.18	1.43	
西德 30-40 噸/ 公頃產量	施肥量	120-160 (約 140)	80-100	275-330	氧化鎂 50-60 公斤/ 公頃 (比值 0.36)
	比值	1	0.57-0.71	1.96-2.35	

義大利	施肥量	150-180 (約 165)	150-180	150-200	火山國家 (土壤缺磷、富鉀)
	比值	1	0.91-1.1	0.91-1.21	
英國	施肥量	160-220 土質而異(約 190)	200	300	氧化鎂 80 公斤/公頃 (比值 0.42)
英格蘭 威爾斯	比值	1	1.05	1.58	
蘇格蘭	施肥量	100	150	160	
	比值	1	1.5	1.6	
瑞典	施肥量	100-140(約 120)	40-80	120-180	
	比值	1	0.33-0.66	1-1.5	
美國	施肥量	135-170(約 152.5)	135-170	270-335	氧化鎂 55 公斤/公頃 (比值 0.36)
紐約州	比值	1	0.89-1.11	1.77-2.20	
美國	施肥量	22-337	180	180	
愛達荷洲		(作物所需量-土壤殘存量)/0.65%			
300	比值		若石灰質土則再增加		
加拿大	施肥量	110-150(約 130)	120-180	120-180	
	比值	1	0.92-1.38	0.92-1.38	
印度	施肥量	120-200	100-150	100-150	
	比值	1			
南非	施肥量	230	70-160	EXK/CEC	
灌溉以	比值	1	0.3-0.7		
50t/ha 算					
日本	施肥量	120	152	136	火山國家 (土壤缺磷、富鉀)
	比值	1	1.27	1.13	
愛爾蘭	施肥量	88	181	233	
	比值	1	2.06	2.65	
奧地利	施肥量	120	60	100	
	比值	1	0.5	0.83	
匈牙利	施肥量	138	125	236	
	比值	1	0.91	1.71	
波蘭	施肥量	95	70	140	
	比值	1	0.74	1.47	
整體建議	施肥量	190-210	140—160	323--357	夏季氮磷肥以低量為主
(台灣)	比值	1	0.75	1.7	
50 噸/公頃					



第十三章 甘 藷

甘藷土壤管理與施肥推薦參考資訊

農業試驗所農業化學組 黃維廷 陳柱中 林毓雯 劉滄琴
農業試驗所嘉義分所 賴永昌

一、適宜栽植風土條件

(一) 氣候條件

甘藷原產熱帶，生育期需高溫、充分日照和適當降雨量。高溫地區，莖葉同化作用旺盛，塊根肥大充實飽滿，收量高。低溫地區，莖葉同化作用低，塊根細長且充實度差，收量低。生育初期及中期，高溫、長日、多濕等氣候條件，可促進莖葉發育繁茂。生育後期，短日、低溫、乾燥等氣候條件，則能抑制新莖葉發育。日夜溫差大時，有利塊根發育生長和有機養分的累積，因而促進塊根肥大。日照在七小時以下時，塊根肥大會受影響。

台灣位於亞熱帶，氣候溫暖，全年均可種植，其生長適溫在 20-30°C 之間。溫度在 15°C 以上時才能發芽及發根，10-15°C 時生長呈休眠狀態，10°C 以下，則發生凍害，反之，如溫度長時間高於 35°C 時，生育也會減退。塊根形成的最適氣溫為 22-24°C，最適降雨量為 400 mm，最適日照長度在 12 小時至 13 小時。台灣冬季各地最冷月均溫在 15°C 以上，沒有長時間的低溫存在，氣候環境適合甘藷栽培，周年均適合種植甘藷。一般而言，栽培季節可分為四個時期，即春作（即一期作，二至四月間種植），夏作（即二期作，五至七月間種植），秋作（八至九月種植）及裡作或晚秋作（十至十一月間種植）。

(二) 土壤條件

甘藷對土壤 pH 值適應性很廣，土壤 pH 在 4.2 - 7.0 之範圍內，對甘藷生長及收量影響不大，最適合甘藷生育的 pH 值範圍為 5.2 - 6.7。

甘藷對土壤選擇不嚴，各種土壤皆能生長，在貧瘠及酸鹼度低的土壤仍有相當的產量，但塊根收量與品質則有明顯不同。一般而言，以砂質壤土有利於塊根的形成和肥大；肥沃黏重土壤，可使莖葉生長旺盛，對塊根肥大不利，所以收量不高，藷形也不整齊，塊根品質低劣；瘠薄砂土，雖塊根品質良好，但收量低。適合甘藷栽培最有利之土壤，以土壤有良好的團粒構造，土層較深，排水性和通氣性均良好，含適量的有機質，且較為肥沃的砂質壤土或壤土等為佳。

(三) 栽植密度與主要栽培品種的目標產量

甘藷插植最適密度，宜考慮品種特性、土壤性質、環境條件及利用目的等。一般最適種植密度為行距 100 公分，株距 25-30 公分，每公頃約種植 33,000-40,000 株，例如台農 66 號因莖葉較茂密，行株距宜採 100 × 30 公分。若為配合機械作業採收，行距應略寬為 120 公分，株距 25-30 公分，每公頃約種植 28,000-33,000 株。甘藷對日光能源固定（光合作用）效率最高，有長期間乾物生產的潛能，在 4-5 個月的生育期每公頃即有 20 公噸的鮮藷產量，約相當於 6 公噸的乾物產量，尚且不包括地上部的莖葉生產量，故食物短缺時，短期間內，即可發揮高的生產潛能及供應能力。

目前推廣的優良品種有台農 57 號、台農 62 號、台農 64 號、台農 66 號、台農 69 號及桃園 1 號等。

1. 食味特佳台農 57 號產量，秋作 43 噸/公頃，春作 49 噸/公頃。
2. 紅心豐產台農 62 號產量，秋作 36 噸/公頃，裡作 44 噸/公頃。
3. 用途廣泛台農 64 號產量，秋作 34 噸/公頃，裡作 43 噸/公頃。
4. 適應不同期作栽培之台農 66 號產量，秋作生育期 140-150 天 41-43 噸/公頃，裡作生育期 180-190 天 48.5-62.2 噸/公頃。春作生育期 150 天 31.8 噸/公頃。夏作生育期 150 天 37.5 噸/公頃。
5. 豐產食用紅肉甘藷台農 69 號，秋作 34 噸/公頃，晚秋作 45 噸/公頃。
6. 優良食用加工用夏作品種桃園 1 號產量，夏作 27-44 噸/公頃。

(四) 主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

甘藷生長的範圍很廣，在南北緯 40°C 及海拔 2,000 公尺的地區均可生長，估計全世界的生產面積約有 1,500 萬公頃，年產量達一億三千萬公噸。台灣以往最高生產面積為民國 43 年，曾達到 247 萬公頃，年產量 250 萬公噸，其後逐漸減少，至民國 79 年達最低，約 11,729 公噸，民國 85 年隨著甘藷食用、加工用甘藷受消費者喜愛，甘藷種植面積約增至 12,010 公頃。民國 90 年農業年報統計，全台灣栽培面積為 9,270 公頃，年生產量為 188,000 餘公噸。民國 93 年以後栽培面積約維持在 9,500-10,600 公頃之間。台灣甘藷之栽培遍及各縣市，以中南部的雲林、台南、屏東、高雄及嘉義縣等地區最多，東部之花蓮及台東縣等地區為最少。台灣甘藷的生產時期集中在秋裡作，約佔 41%，主要產區在嘉南平原，其次為夏作佔 29%、春作佔 17%、冬作 13%，所生產甘藷現今主要作食用及食品加工用。

二、土壤分析檢測與營養診斷

(一) 土壤採樣方法：

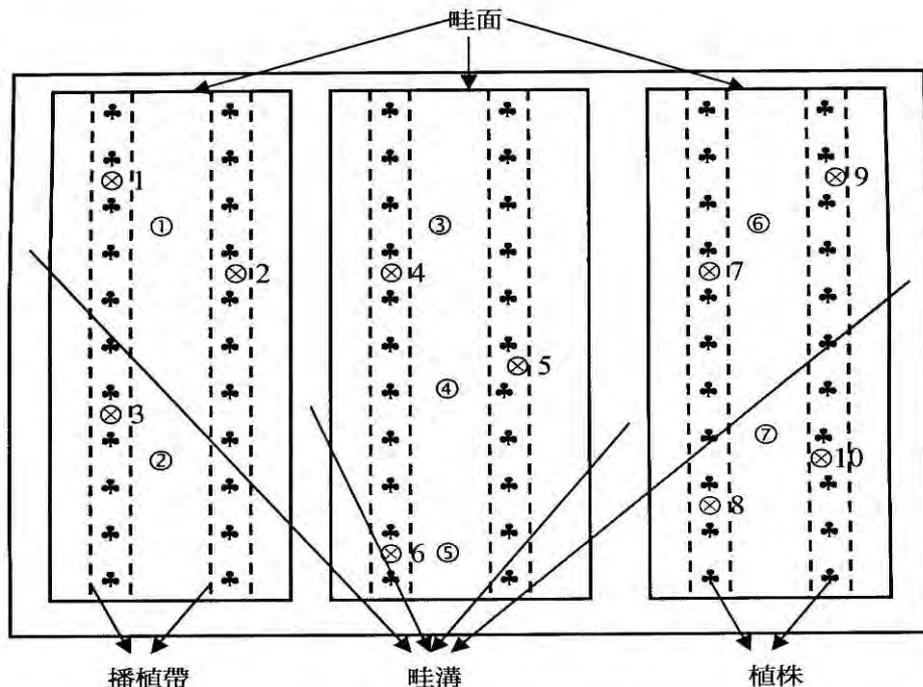


圖 1、生育期間土壤採樣部位為作畦面上行間或株間處數孔



圖 2、生育期間土壤採樣部位為作畦面上行間或株間



圖 3、種植前採土可測知前作土壤肥力殘效

1. 生育期間土壤採樣部位為作畦面上行間或株間處數孔，分層 0 - 15 公分，15 - 30 公分採土。種植前採土可測知前作土壤肥力殘效。
2. 先將土表雜草拔除，然後以土鑽、鋤頭或圓鍬等工具依 0 - 15 公分，15 - 30 公分兩個深度分別採土，分盛於兩個容器（水桶或臉盆）內。
3. 全園視面積大小分散採取 8 - 12 處，都按採樣深度分別裝入這兩個容器內，再分別混合而成兩個樣品。
4. 每一樣品混合均勻後約留取 600 公克，分別裝入標有深度、姓名、及品種的塑膠袋內。送交農試所農化系土壤與植體診斷分析中心。

(二) 土壤分析適宜參考範圍

目前使用之土壤分析適宜參考範圍

土壤肥力檢測	pH	電導度 dS/m	有機質 g/kg	有效氮 mg/kg	Bray-1 磷 mg/kg	交換性鉀 mg/kg	交換性鈣 mg/kg	交換性鎂 mg/kg	交換性鈉 mg/kg
參考值	5.5-7.0	0.25-0.35	10 以上		30-50	100 以上	1000 以上	100 以上	<100

重金屬檢查	鐵 Fe mg/kg	錳 Mn mg/kg	銅 Cu mg/kg	鋅 Zn mg/kg	鎘 Cd mg/kg	鉻 Cr mg/kg	鎳 Ni mg/kg	鉛 Pb mg/kg
參考值	未訂	未訂	<20	<25	<0.4	<10	<10	<15

註：有效性磷以白雷氏第一法 (Bray 1) 萃取；交換性鉀、鈣、鎂以 1 N 中性醋酸銨萃取；重金屬以 0.1 N 鹽酸萃取。

(三) 彰化縣福興鄉土壤性質與分析檢測及甘藷土壤管理推薦

1. 彰化縣福興鄉土壤性質



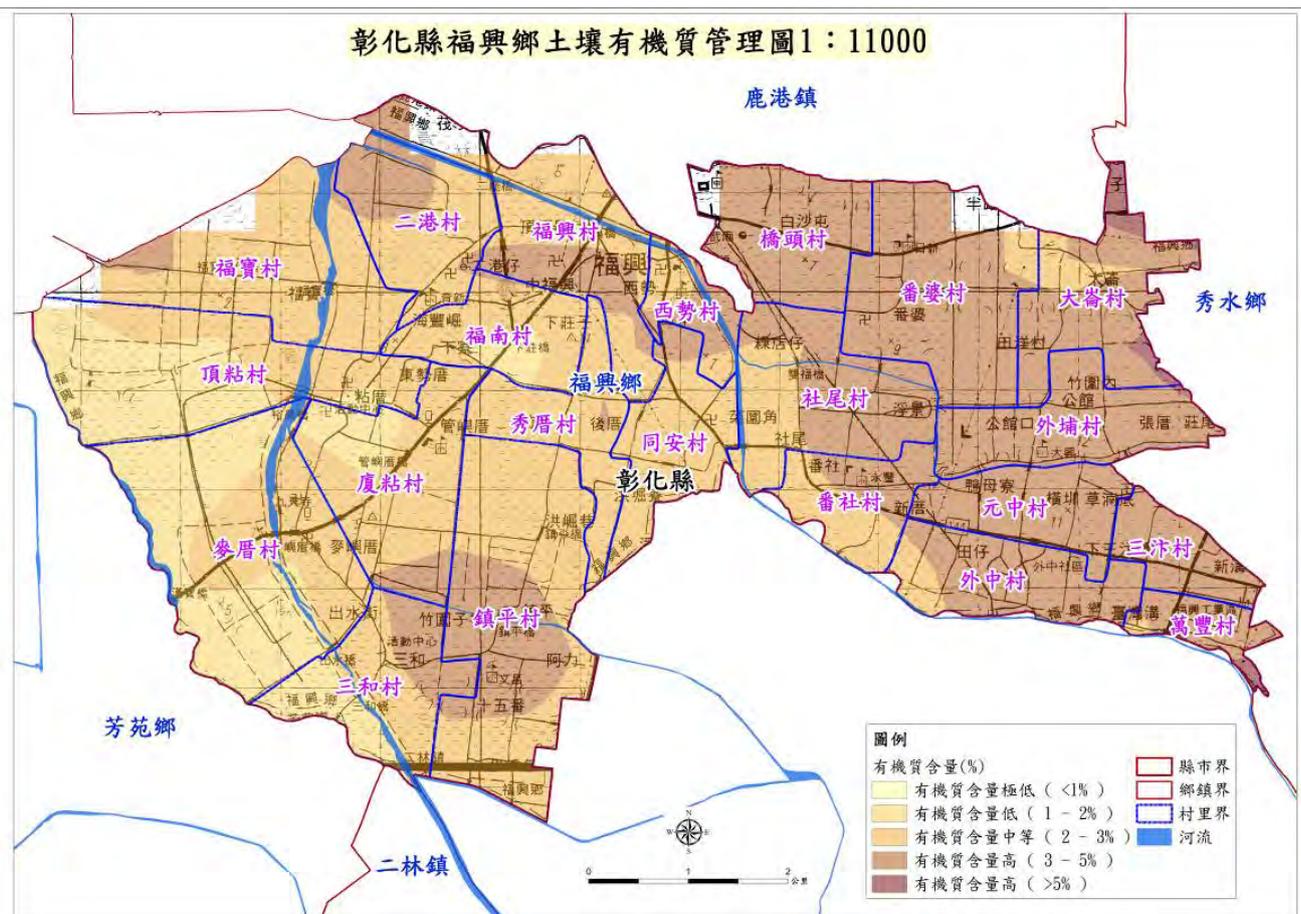
農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

福興鄉為彰濱西海岸彰濱小鄉鎮，多為低地粗質地砂土，查詢農業試驗所土壤資訊管理系統，上圖顯示福興鄉土壤主要為低地粗質地至中粗質地帶有石灰性之沖積土，其中以低地排水不良至排水不完全沖積土居多，但因粗質地砂土，亦有排水良好



之沖積土的錯落分布。

土壤有機質管理圖顯示本鄉西半部（頂粘村、福寶村、夏粘村、麥厝村與三和等村）土壤有機質含量略為偏低（<10 g/kg 或 10-20 g/kg），而本鄉東半部（外埔村、橋頭村、番婆村、元中村與社尾等村）土壤有機質含量中等或較高（02-30 g/kg 或 >30 g/kg），雖然土壤有機質含量略為偏低，但視作物種類需要而決定有機質肥料施用之必要，甘藷田除了為改進土壤物理性質外，並不強調有機質肥料施用之必要性，種植前基肥如果施用多量且含氮過高之有機質肥料，若在營養生長期未能礦化分解，甘藷肥大中後期若遇雨，可能使土壤氮大量釋出而有裂藷之虞。

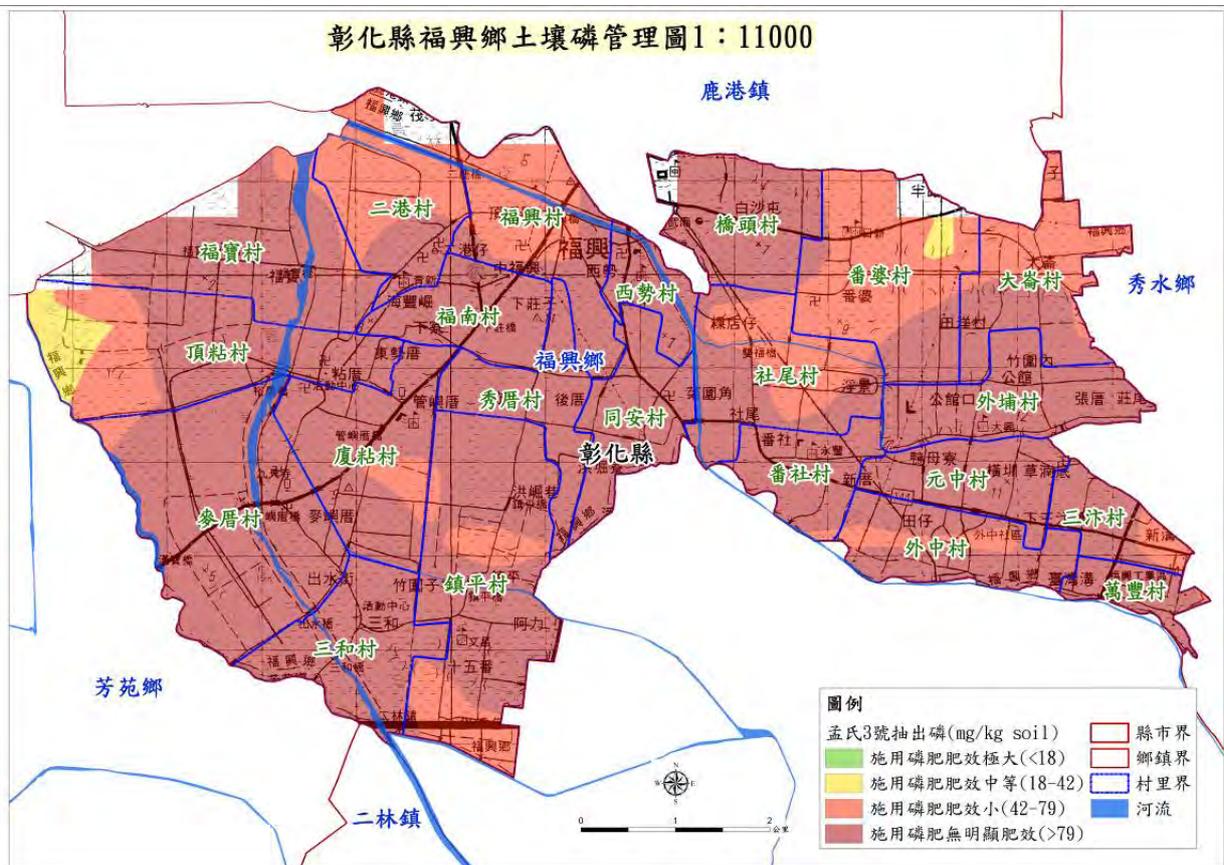
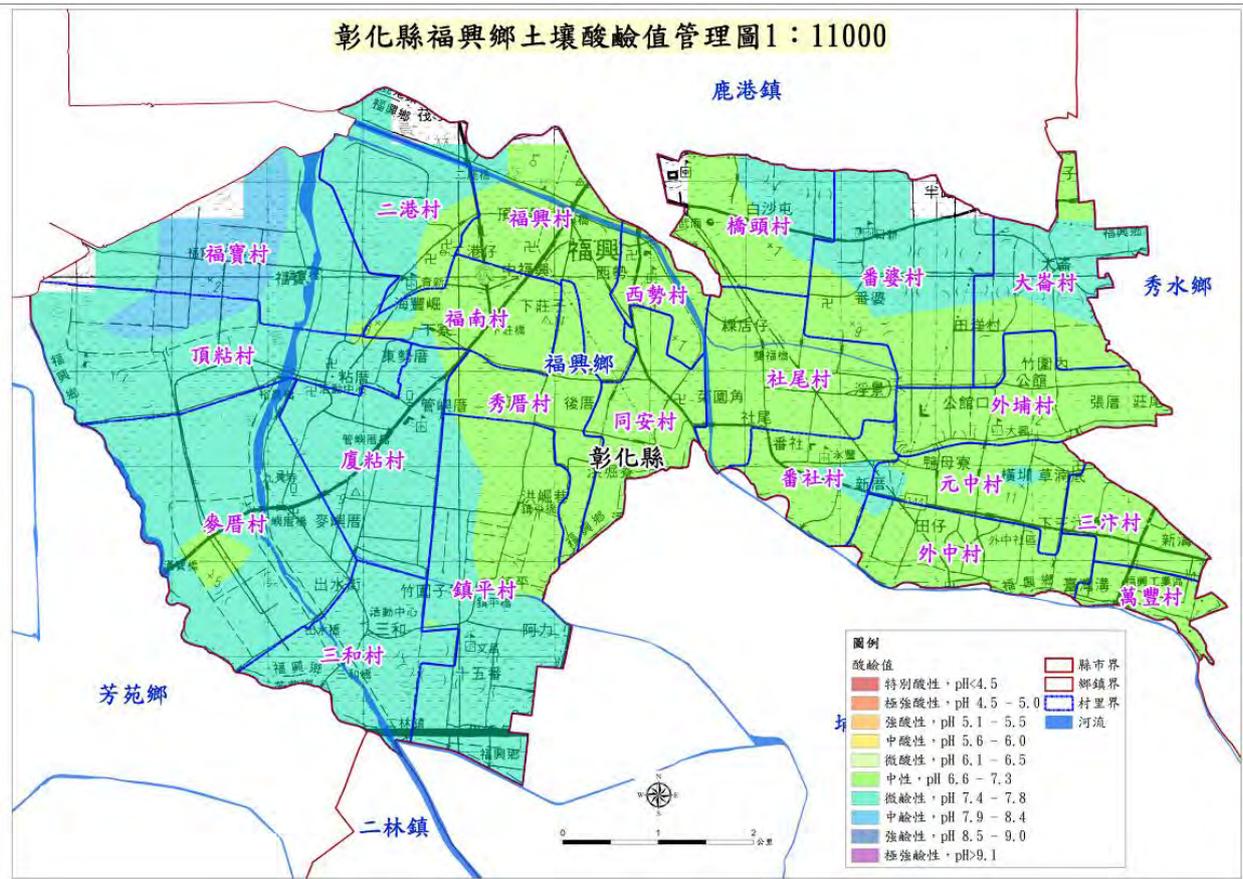


農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

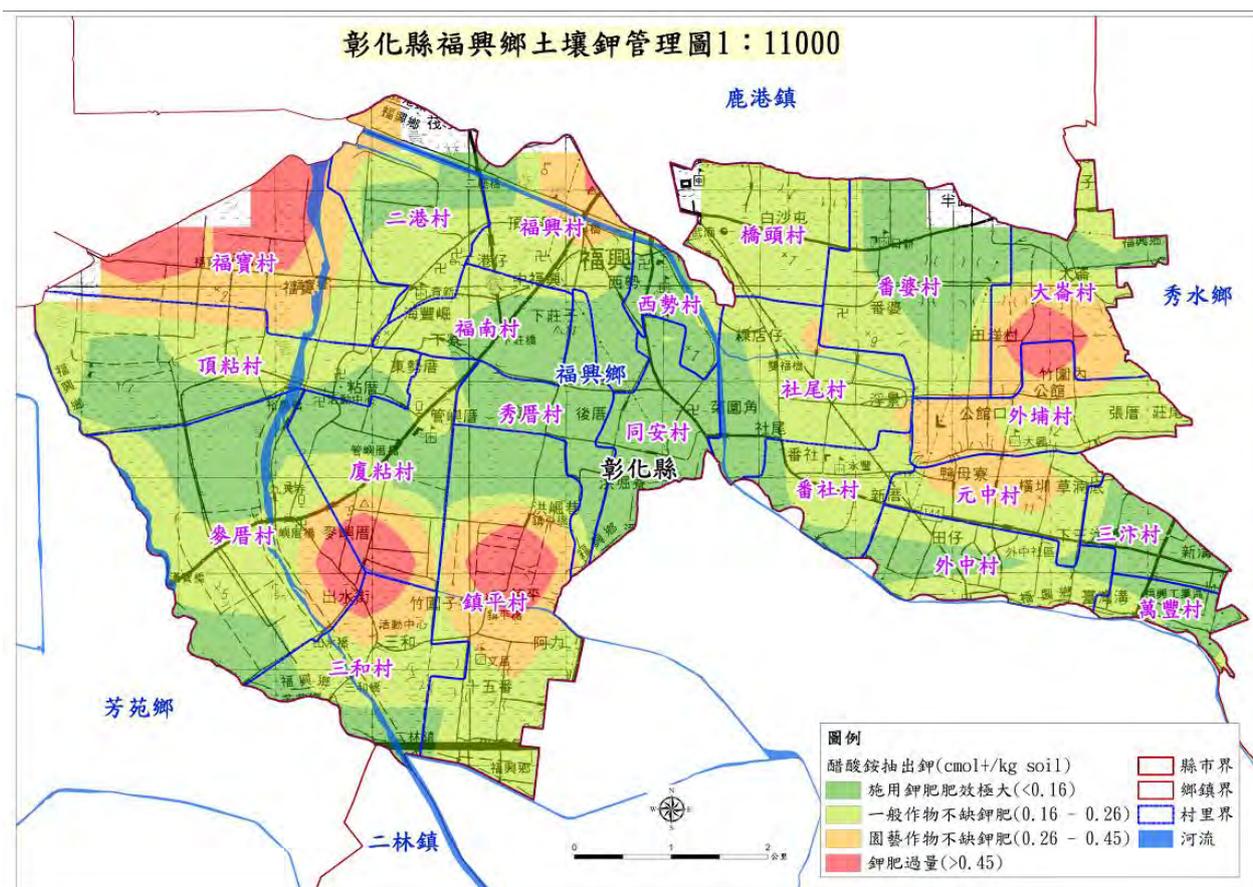
土壤酸鹼值管理圖與土壤分析資料顯示本鄉屬中鹼性土壤 pH 7.0 以上帶有石灰性之沖積土，與台中外埔、大度山酸性紅壤看天給水之栽種截然不同，甘藷之土壤管理與肥培需因應環境條件與栽培習慣而發展不同之管理方式。

土壤分析資料之鈣與鎂等鹽基或養分甚豐足。雖然磷肥管理圖所示施磷肥肥效有限（磷肥肥效小或無明顯肥效），但是土壤分析資料土壤 Bray-1 磷值 30 mg/kg 以下，甚至於個位數字，亟需加強磷肥，39 號複肥 (12-18-12) 或 36 號複肥 (7-21-21) 為很好之選擇。

福興鄉土壤鉀管理圖，綠色部分顯示施用鉀肥極有肥效，況且土壤分析資料土壤交換性鉀值極低（50 mg/kg 以下），亟需加強鉀肥。甘藷不需太多氮肥，以免地上部過度發展，而不利塊根肥大，但鉀肥之加強對塊根肥大及品質極有幫助。



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

2. 甘藷健康管理---土壤健康檢查與施肥

實施土壤檢測之實例 彰化福興土壤分析資料

2014/5/21	pH	電導度 dS/m	有機質 g/kg	有效 性氮	Bray-1 磷	交換 性鉀	交換 性鈣	交換 性鎂	交換 性鈉
						-----mg/kg-----			
慶全 1 號田表土	7.0	0.12	21	11	42	35	1,089	136	32
慶全 1 號田底土	7.0	0.35	21	30	46	32	1,280	183	104
慶全 2 號田表土	8.1	0.11	14	5	3	41	3,194	167	26
慶全 2 號田底土	8.1	0.22	14	3	1	46	3,194	187	69
慶全 3 號田表土	7.9	0.09	6	5	25	32	1,886	79	14
慶全 3 號田底土	8.2	0.07	7	1	30	25	1,869	82	9
慶全 4 號田表土	7.1	0.04	8	2	90	24	535	78	4
慶全 4 號田底土	7.3	0.04	9	3	82	23	553	83	11
慶全 5 號田表土	7.8	0.24	23	8	4	46	3,954	278	57
慶全 5 號田底土	7.8	0.26	25	9	11	35	3,831	263	47
參考值	5.5- 7.0	0.25- 0.35	10 以上		30-50	100 以上	1,000 以上	100 以上	< 100

彰化福興土壤重金屬含量

2014/5/15	鐵	錳	銅	鋅	鎘	鉻	鎳	鉛
-----mg/kg-----								
慶全 1 號田表土	688	53	6	9	0.1	0.2	3.6	7.5
慶全 1 號田底土	756	51	6	9	0.1	0.3	3.6	7.7
慶全 2 號田表土	279	154	6	11	0.1	0.2	2.3	6.1
慶全 2 號田底土	312	146	6	10	0.1	0.2	2.0	5.8
慶全 3 號田表土	188	108	4	5	0.0	0.1	1.3	2.8
慶全 3 號田底土	192	115	6	7	0.1	0.2	1.5	2.9
慶全 4 號田表土	392	23	3	5	0.0	0.1	0.4	4.0
慶全 4 號田底土	412	25	3	6	0.0	0.2	0.5	4.6
慶全 5 號田表土	352	166	10	10	0.1	0.2	2.1	7.3
慶全 5 號田底土	204	217	11	12	0.1	0.1	2.5	6.4
參考值	未訂	未訂	<20	<25	<0.4	<10	<10	<15

說明：

1. 土壤 pH 高為鹼性帶有石灰性之沖積土，鈣鎂鹽基充足，不需施用石灰或鈣鎂肥改良土壤。
2. 土壤有效性磷肥力極低。土壤 Bray-1 磷值 30 mg/kg 以下，甚至於個位數字，亟需加強磷肥，磷含量較高之 39 號複肥 (12-18-12) 或 36 號複肥 (7-21-21) 為很好之選擇。或種植前整地肥可混和施入過磷酸鈣 0.5 包
3. 土壤交換性鉀值極低 (50 mg/kg 以下)，亟需加強鉀肥。甘藷不需太多氮肥，以免地上部過度發展，而不利塊根肥大，但鉀肥之加強對塊根肥大及品質極有幫助。生育後期可搭配單質氯化鉀每 0.1 公頃 10-20 公斤。
4. 土壤有機質 O.M. 略為偏低 (<10 g/kg 或 10-20 g/kg)，如欲施用有機質肥料應施用氮不高於 20 g/kg 但含碳較高或 C/N 較高之有機質材，補充例如蔗渣類有機質肥料每分地不超過 100 公斤。種植前基肥如果施用多量且含氮過高之有機質肥料，若在營養生長期未能礦化分解，甘藷肥大後期若遭遇秋冬雨，可能使土壤氮大量釋出而有裂藷之虞。
5. 除了慶全 1 號田及 2 號田底土交換性鈉稍高之外，從交換性鈉與 EC 電導度值檢視，無鹽害問題。
6. 重金屬檢查安全，無重金屬累積污染問題。

(四) 彰化縣大城地區土壤性質與分析檢測及甘藷土壤管理推薦

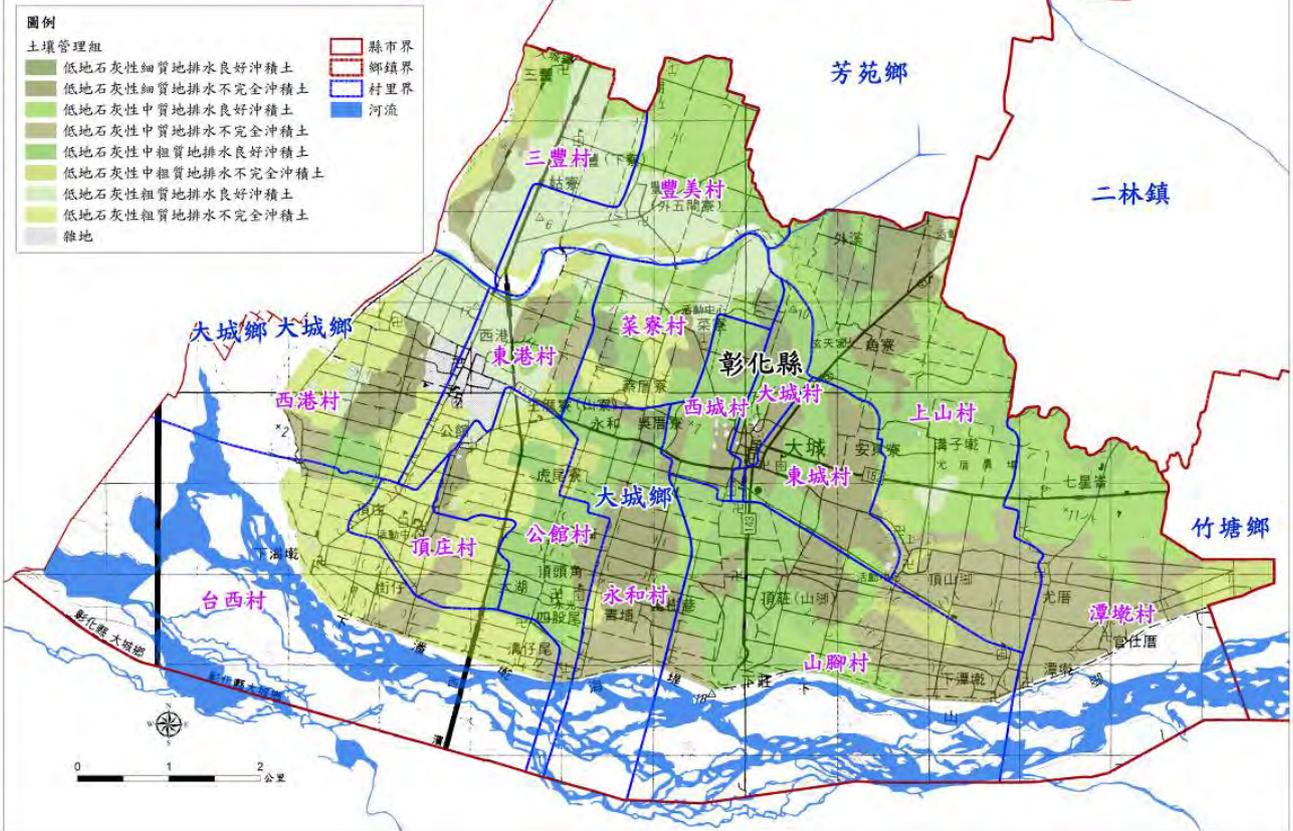
1. 彰化縣大城地區土壤性質

大城鄉為西海岸濱海小鄉鎮，本來多為粗質地砂土，因居處濁水溪出海口，帶來大量濁水溪上游黏板岩沖積土，另外，部分辛勤的農友具有從溪裏載土客土改良砂土耕作性之習慣，查詢農業試驗所土壤資訊管理系統，上圖顯示大城鄉土壤主要為粗質地至中粗質地帶有石灰性之沖積土，本鄉灌溉水源充足，與台中大度山酸性紅壤看天給水之栽種截然不同，宜注意不同之管理方式。

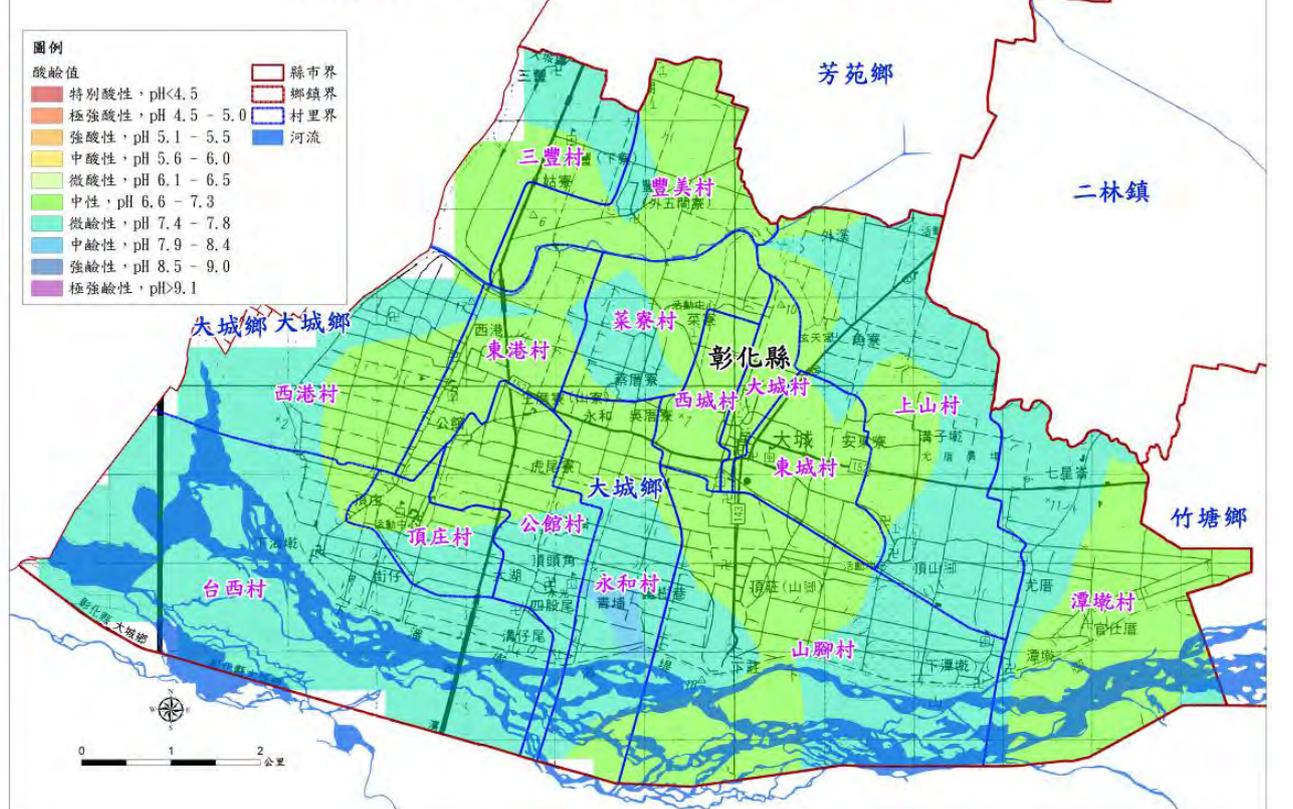
雖然土壤有機質含量略為偏低，但本鄉屬中鹼性土壤 pH 6.0 以上 (見下圖)，磷、鈣與鎂等鹽基或養分甚豐足。本鄉土壤磷之有效性遠高於台中大度山酸性紅壤，就甘藷肥培而言，一般複合肥已足，如磷肥管理圖所示施磷肥肥效有限，不須特別重施磷肥。大城鄉土壤鉀管理圖，紅色部分顯示施用鉀肥極有肥效，鉀肥之加強對塊根肥大及品質極有幫助。



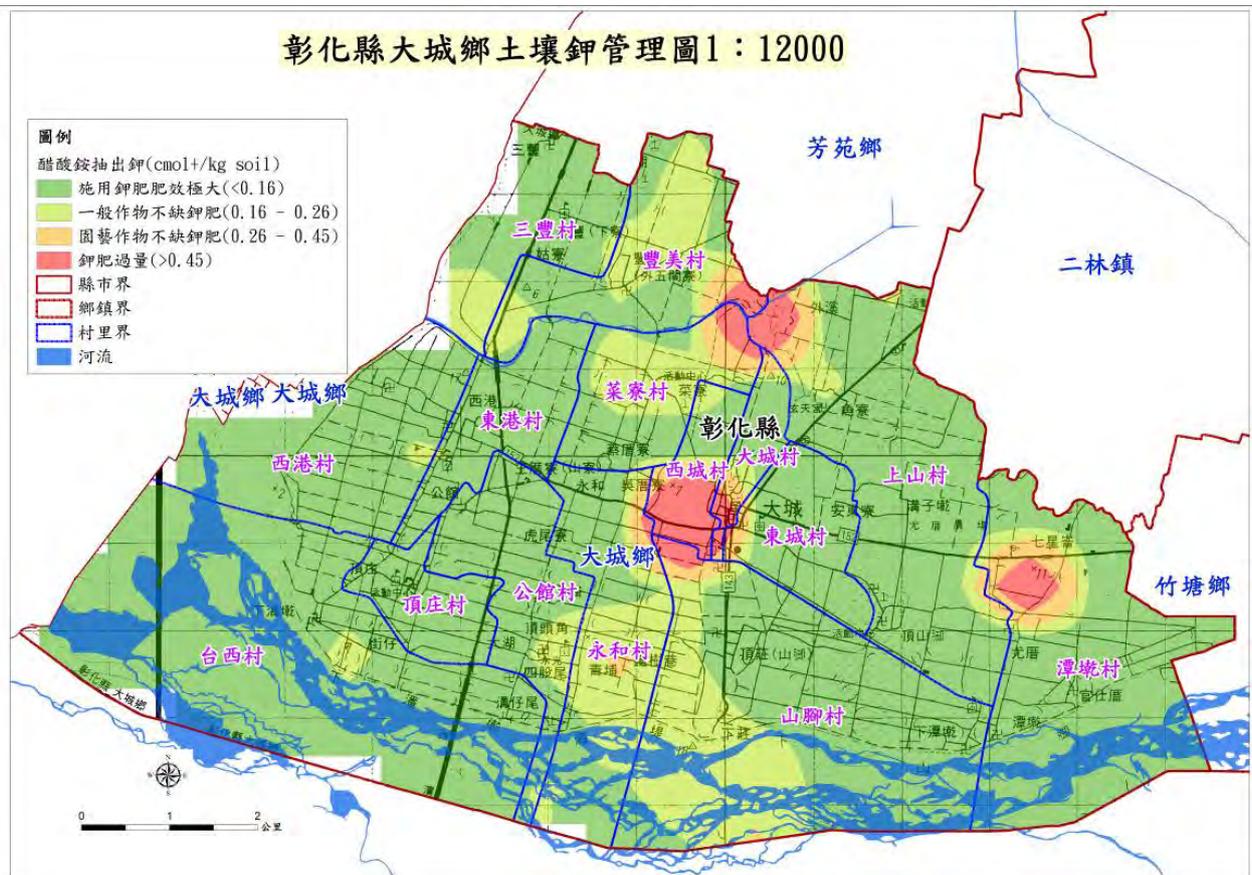
彰化縣大城鄉土壤管理組圖 1 : 12000



彰化縣大城鄉土壤酸鹼值管理圖 1 : 12000



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

2. 甘藷健康管理---土壤健康檢查與施肥

甘藷實施土壤檢測之實例

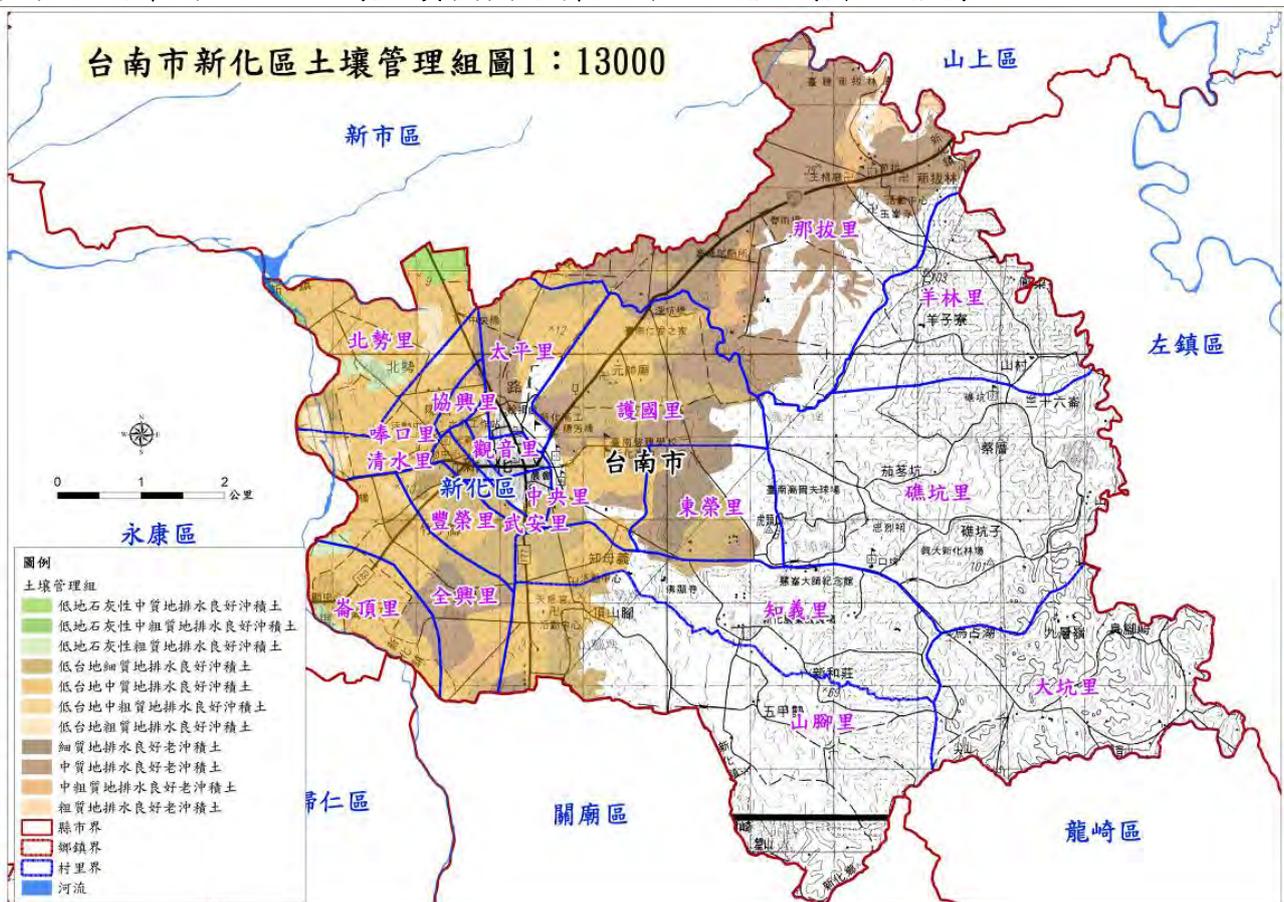
土壤肥力檢測	pH	電導度	有機質	有效氮	Bray-1 磷	交換 性鉀	交換 性鈣	交換 性鎂	交換 性鈉
2012/6/13 採樣		dS/m	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
蔡孟谷對照 表土	7.7	0.09	8	3	53	35	874	60	14
蔡孟谷對照 底土	7.7	0.07	9	2	19	29	939	65	16
蔡孟谷示範 表土	7.9	0.11	13	3	27	52	3,379	146	16
蔡孟谷示範 底土	8.0	0.12	14	6	29	53	2,973	128	10
參考值	5.5-7.0		10 以上		30-50 以上	100 以上	1,000 以上	100 以上	<100

重金屬檢查	鐵 Fe	錳 Mn	銅 Cu	鋅 Zn	鎘 Cd	鉻 Cr	鎳 Ni	鉛 Pb
2012/6/13 採樣	mg/kg							
蔡孟谷對照表土	347	89	4	5	0.1	0.1	1.5	4.0
蔡孟谷對照底土	362	99	5	6	0.1	0.1	1.7	4.4
蔡孟谷示範表土	346	141	5	6	0.1	0.2	1.6	5.5
蔡孟谷示範底土	340	144	5	6	0.1	0.2	1.5	5.2
參考值	未訂	未訂	<20	<25	<0.4	<10	<10	<15

說明：

1. 兩區土壤 pH 甚高為中鹼性，鈣鎂鹽基充足，不需施用石灰或鈣鎂肥改良土壤。
2. 兩區土壤有效性磷肥力極低。土壤有效性磷值 30 mg/kg 以下，亟需加強磷肥，建議種植前整地肥可混和施入過磷酸鈣 0.5 包。
3. 蔡孟谷對照區表底土土壤交換性鉀值極低（50 mg/kg 以下），亟需加強鉀肥，鉀肥之加強對塊根肥大及品質極有幫助。生育後期可搭配單質氯化鉀每分地 10-20 公斤。
4. 蔡孟谷對照區表底土土壤有機質含量略為偏低（<10 g/kg 或 10-20 g/kg），可施用有機質肥料應施用氮素不高於 20 g/kg 但含碳較高或 C/N 較高之有機資材補充，例如蔗渣類有機質肥料每分地不超過 100 公斤。
5. 從交換性鈉與 EC 電導度值檢視，無鹽害問題。
6. 重金屬檢查無重金屬累積污染問題。

(五) 台南市新化地區土壤性質與分析檢測及甘藷土壤管理推薦



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

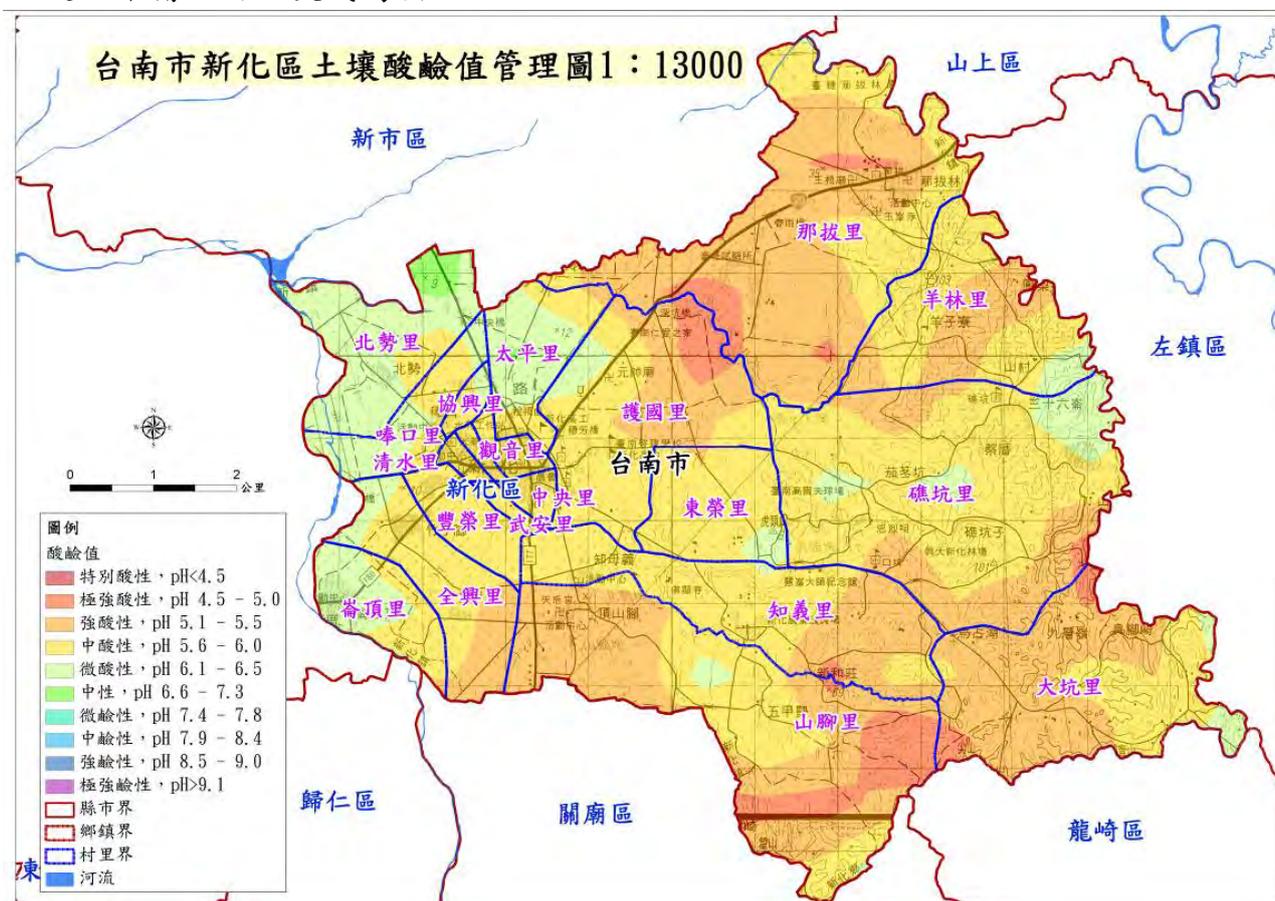


1. 台南市新化地區土壤性質

新化地區土壤大部分排水均良好，主要為沖積土，土壤管理組圖顯示新化區土壤為中質地至中細質地，保肥力中等以上，所以施肥量宜斟酌減用。新化區沖積土之歧異甚大，包括石灰性、非石灰性之沖積土及老沖積土均可見分佈。因此，土壤酸鹼度呈現酸性土壤至中鹼性土壤交錯而多元的分佈情形。

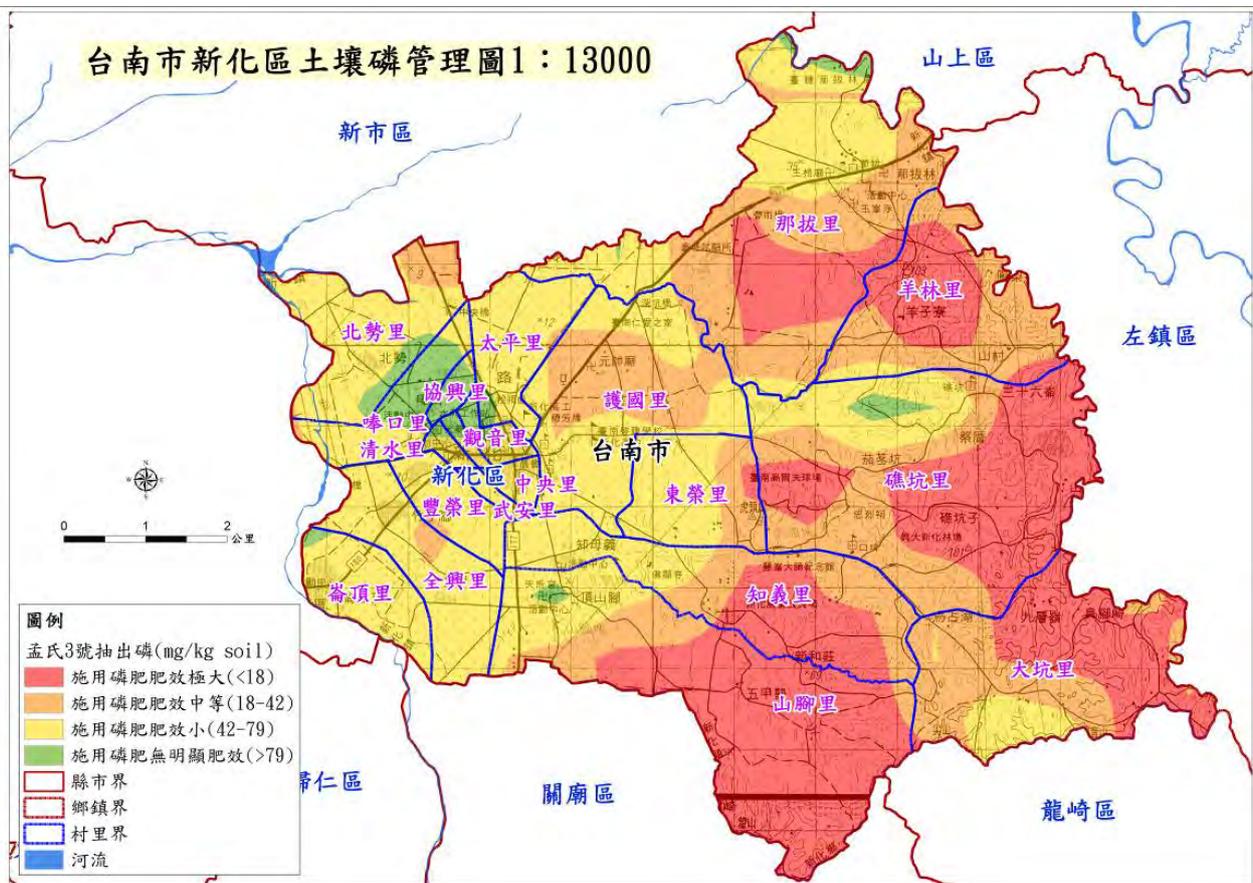
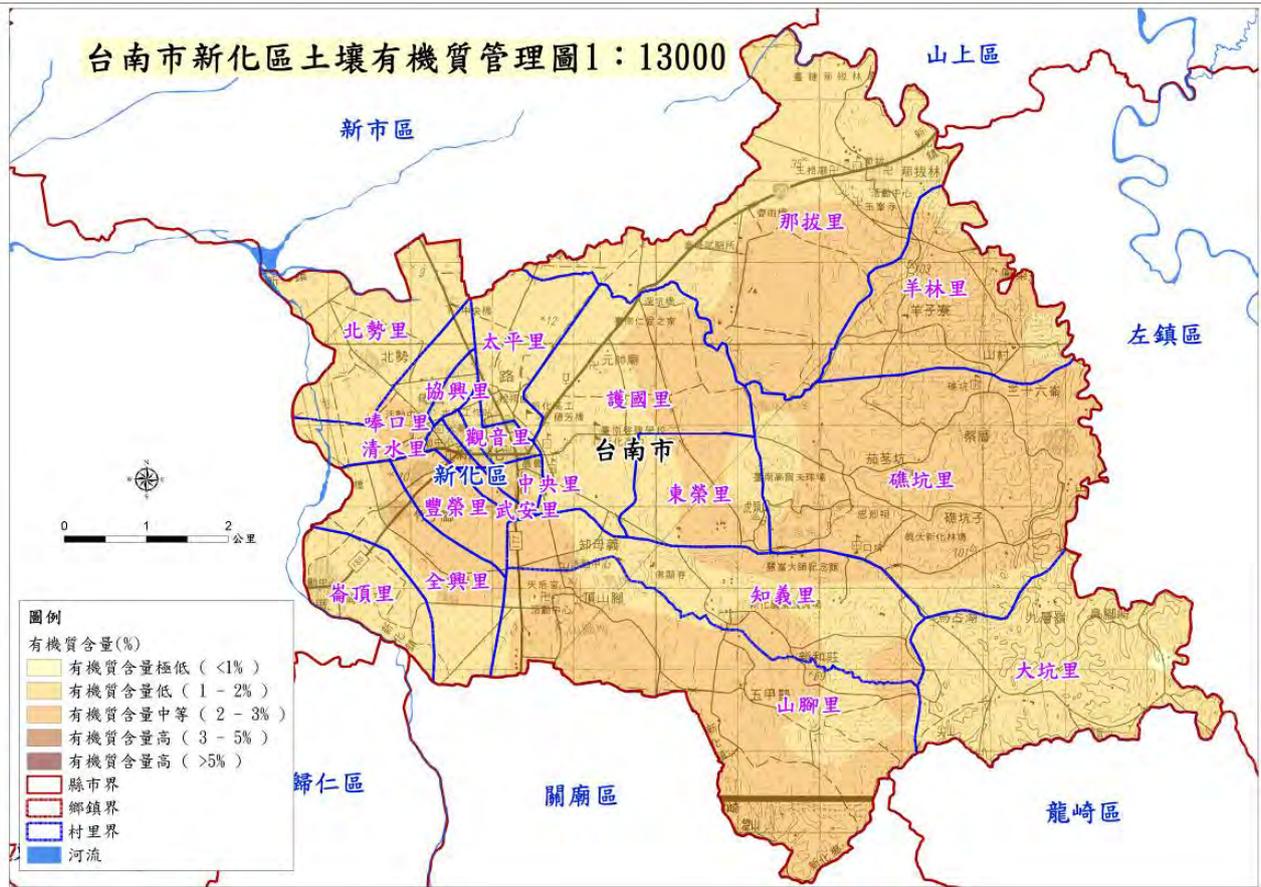
有機質含量中等或略偏低，但視作物種類需要而決定有機質肥料施用之必要，甘藷田除為了改進土壤物理性質外，並不強調有機質肥料施用之必要，種植前基肥如果施用多量且含氮過高之有機質肥料，若在營養生長期未能礦化分解，甘藷肥大後期若遭遇秋冬雨，可能使土壤氮大量釋出而有裂藷之虞。

除了查詢土壤資訊管理系統之土壤圖，現地土壤取樣調查與檢測結果，顯示新化區知義里附近甘藷種植區，概屬中性土壤 pH 6.0 以上，(雖然 2012 年可能前作水稻氮肥致使表土略為酸化土壤 pH 略為降至 5.9 以外)，鈣與鎂等鹽基或養分甚豐足，不需施用石灰或鈣鎂肥。

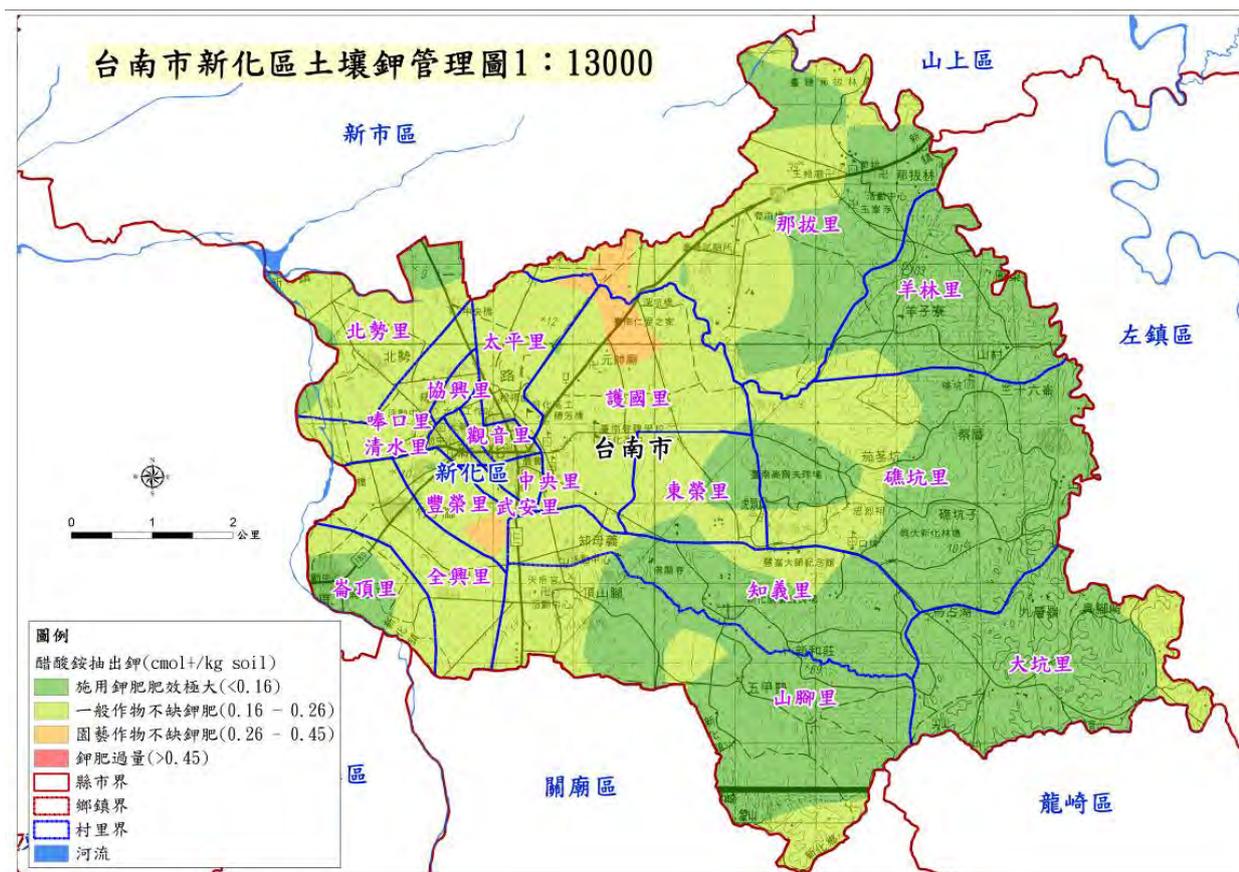


農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

甘藷不需太多氮肥，以免地上部過度發展，而不利塊根肥大，但磷肥與鉀肥之加強對塊根肥大及品質極有幫助。土壤檢測結果本鄉土壤 Bray-1 磷相當低，如土壤磷肥管理圖紅色部分所示施磷肥肥效極大，土壤鉀管理圖之紅色部分亦顯示施用鉀肥極有肥效，磷肥與鉀肥加強管理對於新化區甘藷栽培可能具有提升生產之改善空間與潛力。



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖



農業試驗所農業化學組土壤調查研究室製圖

2. 甘藷健康管理---土壤健康檢查與施肥

土壤肥力 檢測	pH	電導度 dS/m	有機質 g/kg	有效氮 mg/kg	Bray-1 磷 mg/kg	交換 性鉀 mg/kg	交換 性鈣 mg/kg	交換 性鎂 mg/kg	交換 性鈉 mg/kg
2011/08/22 吳明輝表土	6.6	0.83	10	6.3	67	95	844	162	100
吳明輝底土	6.9	0.82	7	2.9	25	46	864	159	92
2012/09/18 知義 吳明輝表土	5.9	0.16	18	6	23	131	1,161	203	44
吳明輝底土	7.0	0.16	7	4	9	74	1,193	221	52
參考值	5.5-7.0	25-35	10 以上		30-50 以上	100 以上	1,000 以上	100 以上	<100

重金屬檢查	鐵 Fe	錳 Mn	銅 Cu	鋅 Zn	鎘 Cd	鉻 Cr	鎳 Ni	鉛 Pb
2016/6/5	mg/kg							
外埔蔡明宗表土	19	23	1	2	0.01	0.01	0.2	3.6
外埔蔡明宗底土	17	17	1	2	0.01	0.02	0.1	4.1
2012/09/18 知義 新化吳明輝表土	686	70	3	3	0.1	0.1	0.4	4.1
新化吳明輝底土	191	75	2	2	0.0	0.1	0.2	1.7
參考值	未訂	未訂	<20	<25	<0.4	<10	<10	<15

說明：

1. 外埔屬酸性土壤，鈣與鎂等鹽基或養分較缺乏，其他作物可能需適度施用石灰或鈣鎂肥改良土壤。新化土壤 pH 高為中鹼性，鈣鎂鹽基充足，不需施用石灰或鈣鎂肥改良土壤。（雖然 2012 年可能前作水稻氮肥致使表土略為酸化土壤 pH 略為降至 5.9）
2. 外埔土壤有效性磷肥力極偏低，亟需加強磷肥，應於種植前整地之基肥混合施入過磷酸鈣 0.5 包。
3. 外埔土壤鉀測值尚標準以上，新化土壤鉀測值略低，兩區鉀肥均宜加強，宜選用鉀含量高之 4 號複肥（11-5.5-22），生育後期可搭配單質氯化鉀每 0.1 公頃 10-20 公斤。
4. 外埔蔡明宗土壤有機質含量稍低，如欲施用有機質肥料應施用氮不高於 20 g/kg 但纖維素、半纖維素、木質素及有機碳較高或 C/N 較高之有機資材補充，例如蔗渣類有機質肥料每 0.1 公頃不超過 100 公斤。
5. 檢視交換性鈉與 EC 電導度值，無鹽害問題。
6. 重金屬檢查：無重金屬累積污染問題。

有機質肥料應檢查重金屬與測定三要素成分，確保三要素成分與來源穩定，及健康安全之使用。

三、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

(一) 甘藷田施肥管理範例

1. 彰化縣福興鄉 慶全合作社健康肥培管理範例

地區管理特性---水源無問題

- (1) 甘藷春作少（二至四月，三月中種植）---二期稻作休耕宜實施綠肥太陽麻，以恢復地力。
- (2) 甘藷秋作多（八至九月中旬，八月種植）---春作水稻連作產量降低，春作與秋作收穫均每 0.1 公頃收穫 3,000-4,000 公斤。
- (3) 前作如果未種水稻，才施基肥。
 - A. 基肥--每 0.1 公頃整地翻土施用 4-5 包 品質佳之某牌有機質肥料 (3.0-2.6-1.2)，20kg / 150 元/包。
 - B. 追肥--甘藷藤轉黃色 39 號複肥 (12-18-12) 0.5 包 20kg 一至二次。



三要素氮-磷鉀-氧化鉀：

約每公頃 72~78 -- 93~98 -- 58~60 公斤

(4) 前作為水稻，則完全不施基肥。

重追肥每 0.1 公頃 39 號複肥 (12-18-12) 第一次 1 包 40 kg，第二次 0.5 包 20 kg，第三次 0.5 包 20 kg。約二至三次。

三要素氮-磷鉀-氧化鉀：

約每公頃 72~96 -- 108~144 -- 72~96 公斤。

2. 大城地區健康肥培管理範例

地區管理特性-----灌溉水源不成問題，肥料效果甚高，不施用基肥。

二月種植，七月採收，生長期約 6 個月，春作 (二至四月種植) 及夏作 (五至七月種植) 每 0.1 公頃收穫均約 2,500 公斤。

施肥方式：撒施後局部淹灌。

(1) 粗質地砂質土

A. 種植後 1 個月後

每 0.1 公頃 4 號複肥 (11-5.5-22) 0.5 包 20 公斤。

B. 約再 1 個月後--視葉色與生長勢，判斷肥是否耗盡。

每 0.1 公頃 4 號複肥 (11-5.5-22) 0.5 包 20 公斤。

C. 約再 1 個月後--視葉色與生長勢，判斷肥是否耗盡。

每 0.1 公頃 4 號複肥 (11-5.5-22) 0.5 包 20 公斤。

三要素氮-磷鉀-氧化鉀

約每公頃 66 -- 33 -- 132 公斤。

(2) 中質地砂質壤土

A. 種植後 1.5-2 個月後有籽薯出現

a. 39 號複肥 (12-18-12) 或 43 號複肥 (15-15-15)，

0.3 公頃施用 2 包 80 公斤，即每 0.1 公頃 27 公斤。

b. 氯化鉀 0.3 公頃施用 2 包 80 公斤，即每 0.1 公頃 27 公斤。

B. 約再 1 個月後--視葉色與生長勢

a. 39 號複肥 (12-18-12) 或 43 號複肥 (15-15-15)，

0.3 公頃施用 2 包 80 公斤，即每 0.1 公頃 27 公斤。

b. 氯化鉀 0.3 公頃施用 2 包 80 公斤，即每 0.1 公頃 27 公斤。

C. 約再 1 個月後--視葉色與生長勢

a. 39 號複肥 (12-18-12) 或 43 號複肥 (15-15-15)

0.3 公頃施用 2 包 80 公斤，即每 0.1 公頃 27 公斤。

b. 氯化鉀 0.3 公頃施用 2 包 80 公斤，即每 0.1 公頃 27 公斤。

三要素氮-磷鉀-氧化鉀

約每公頃 97~122 -- 122~146 -- 583~608 公斤

3. 健康肥培管理--新化水林前作水稻且可溝灌，具有灌溉水源，肥效甚高秋裡作 (秋作八至九月中旬種植，裡作九月中旬至十一月種植) 每 0.1 公頃收穫 4,000 公斤。

植前基肥：整地作畦條施，或曳引機整地作畦則全面撒施。

因前作水稻，土壤還有殘留氮，不需要施用有機質肥料，每 0.1 公頃 4 號複肥

(11-5.5-22) 0.5 包 20 公斤 (依照土壤檢測土壤磷不高,可額外條施或撒施混入過磷酸鈣 0.5 包或不施過磷酸鈣)。

(1) 追肥一追--中耕培土

每分地條施 4 號複肥 (11-5.5-22) 10 公斤。氯化鉀 10 公斤。

(2) 追肥二追--視葉色與藤蔓生育情形 (養分已耗盡,葉色變淺黃生育停滯。),翻蔓後或雨後或灌水實施前,撒施 4 號複肥 (11-5.5-22) 10 公斤,溝施 (置入畦溝中) 氯化鉀 1/4 包 10 公斤。

(3) 追肥三追--視葉色與藤蔓生育情形 (葉色變淺黃生育停滯,養分已耗盡),雨後或灌水實施前,施肥方法與施肥量與二追相同。

(4) 追肥四追--視生長狀況決定是否實施,或僅溝施 (置入畦溝中) 氯化鉀 10-20 公斤 (甘藷不需太多氮肥,以免地上部萌抽新葉過度發展,不利塊根肥大,後期鉀肥增量對塊根肥大及品質有幫助)。

三要素 氮-磷-鉀 :

約每公頃 28 ~ 55 -- 290 -- 350 公斤。

4. 一般肥培管理 (無灌溉之甘藷田),春作 (二至四月種植) 及夏作 (五至七月種植),外埔每分地收穫 2,000-2,500 公斤。

植前基肥:

整地作畦條施,或曳引機整地作畦則全面撒施。

春作每 0.1 公頃 4 號複肥 (11-5.5-22) 1 包 40 公斤 (秋作冷涼乾燥雨少,氮肥效率較差可以 1.5 包 60 公斤)。

兩作過磷酸鈣均 0.5-1 包。

追肥:

約種植 1.5-2 個月之翻蔓後,生育期遇雨後或灌溉後。

每 0.1 公頃 4 號複肥或 5 號複肥 (16-8-12) 10 公斤 (視生長狀況決定是否撒施補充 4 號複肥或 5 號複肥 10 公斤,甘藷不需太多氮肥,以免地上部過度發展而不利塊根肥大)。

兩作全面撒施氯化鉀 20-30 公斤。

三要素氮-磷-鉀 :

約每公頃 60 ~ 82 -- 66 ~ 77 -- 220 ~ 264 公斤。

5. 舊版施肥手冊

三要素氮-磷-鉀 :

約每公頃 30~80 -- 30~60 -- 120~180 公斤。

(1) 氮:一般用量為 30- 80 公斤,折算硫酸銨用量為 150- 400 公斤,春作溫度適中,雨水充足,土壤中氮利用效率高,故每公頃僅施用氮 30 - 40 公斤,而秋作及裡作溫度較低,土壤中氮利用效率低,每公頃則需約 60- 80 公斤。

(2) 磷肥:一般用量為 20- 60 公斤,折算過磷酸鈣用量為 120 - 300 公斤,土壤中有效磷過低或磷酸固定特強之酸性土,可酌施磷肥 60 - 90 公斤。

(3) 鉀肥:一般用量為 120 - 180 公斤,折算氯化鉀用量為 200 - 300 公斤。



施肥時期：於砂質土或砂質壤土種植，常因保肥力和保水力差，肥料流失及肥效不易持久，第一次施肥時，應在整地作畦同時，將半量的氮肥和鉀肥，及全量的磷肥和有機質肥料作為基肥，另半量的氮肥和鉀肥則於中耕培土時作為追肥用。

施肥方法：施用基肥時，若利用曳引機整地作畦，以採用全面撒佈施肥法即可；施用追肥時，則於中耕開溝同時施加追肥後培土。

第十四章 飼料玉米

飼料玉米土壤管理與施肥推薦參考資訊

農業試驗所農業化學組 譚增偉

一、生育特性與適宜栽植風土條件

(一) 玉米的生育

1. 生育階段

(1) 苗期階段

玉米苗期是指播種至拔節的一段時間，是以生根、分化莖葉為主的營養生長階段。管理的中心任務為促進根系發育、培育壯苗，達到苗早、苗足、苗齊、苗壯的“四苗”要求。

(2) 穗期階段

玉米從拔節至抽雄稱為穗期。生長特點是營養生長和生殖生長同時進行，葉片、莖節等營養器官旺盛生長和雌雄穗等生殖器官強烈分化與形成。田間管理的中心任務為促進中上部葉片增大，莖稈墩實的豐產長相，以達到穗多、穗大的目的。

(3) 花粒期階段

玉米從抽雄至成熟這一段時間，稱為花粒期。玉米抽雄、散粉時，所有葉片均已展開，植株已經定長。生育特點就是基本停止營養體的增長，而進入以生殖生長為中心的階段，田間管理的中心任務為保護葉片不損傷、不早衰，爭取粒多、粒重，達到豐產。

(二) 生育期和生育時期

1. 生育期

玉米從播種至成熟的天數，稱為生育期。生育期長短與品種、播種期和溫度等有關。一般早熟品種、播種晚的和溫度高的情況下，生育期短，反之，則長。

2. 生育時期

各生育時期及鑒別標準如下：

- (1) 出苗期：幼苗出土高約 2 cm 的日期。
- (2) 三葉期：植株第三片葉露出葉心 3 cm。
- (3) 拔節期：雄穗伸長，莖節總長度達 2- 3 cm，葉齡指數 30 左右。
- (4) 小喇叭口期：雌穗進入伸長期，雄穗進入小花分化期，葉齡指數 46 左右。
- (5) 大喇叭口期：雌穗進入小花分化期、雄穗進入四分體期，葉齡指數 60 左右，雄穗主軸中上部小穗長度達 0.8 cm 左右，棒三葉甩開呈喇叭口狀。
- (6) 抽雄期：植株雄穗尖端露出頂葉 3-5 cm。
- (7) 開花期：植株雄穗開始散粉。
- (8) 抽絲期：植株雌穗的花絲從苞葉中伸出 2 cm 左右。



- (9) 子粒形成期：植株果穗中部子粒體積基本建成，胚乳呈清漿狀，亦稱灌漿期。
- (10) 乳熟期：植株果穗中部子粒幹重迅速增加並基本建成，胚乳呈乳狀後至糊狀。
- (11) 蠟熟期：植株果穗中部子粒幹重接近最大值，胚乳呈蠟狀，用指甲可以劃破。
- (12) 完熟期：植株子粒幹硬，子粒基部出現黑色層，乳線消失，並呈現出品種固有的顏色和光澤。一般田間以 50 % 以上植株進入該生育時期為標誌。

(三) 主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

1. 國內主要栽培品種

表 1、國內玉米主要栽培品種及相關特性

品種	生產潛力(產量,kg/ha)	生育日數(天)	產地分佈
臺農 1 號	> 6,000	秋作為 106 - 130	全省
臺南 20 號	6,500 - 7500	秋作為 112 - 130	全省
臺南 24 號	7,000 - 8,000	春作為 116 - 120 秋作為 130 - 140	全省
明豐 3 號	7,000 - 9,000	秋作為 140- 160	全省

(1) 臺農 1 號

有高產潛力，籽粒為橘黃色半馬齒型。抗倒伏，苞葉易剝，且籽粒不易破碎，適合機械採收。臺農 1 號生育期適中，於九月種植，可於隔年一至二月中旬收穫，故適於水稻（一期作）— 綠肥田菁（七至八月）— 硬質玉米（九至一月）的輪作體系。此品種民國 76 年農業試驗所育成，抗普通型銹病、煤紋病，耐玉米矮化嵌紋病毒 B 型系統，但不抗露菌病及南方型銹病。

(2) 臺南 20 號

具高產潛力，苞葉枯黃時籽粒含水量約 30- 32 %，故須等待 7- 14 天，再以機械採收，籽粒才不易破損。惟須注意臺南 20 號植株在乾枯時，會發生倒折現象，不利機械收穫。生育期較臺農 1 號晚約 7- 15 天，須於九月種植，方可於一月底至二月中旬收穫。

此品種民國 87 年臺南區農業改良場育成，抗露菌病、莖腐病、病毒病、銹病（包括普通型及南方型銹病）及玉米螟。子粒屬半硬粒種，呈橘黃色，果穗碩長，頂端子粒飽滿充實，具有高產潛力。

(3) 臺南 24 號

每公頃乾籽實產量約 7,000- 8,000 公斤。苞葉枯黃時籽粒含水量約 30- 32 %，故須等待 7- 14 天，再以機械採收，籽粒才不易破損。植株乾枯時，一般不會發生倒折。生育期較臺農 1 號晚約 10-20 天，須於九月種植，方可於二月收穫。目前種苗改良繁殖場生產硬質玉米臺農 1 號、臺南 20 號、臺南 24 號雜交種子並販售給農民種植，農民可透過各地區農會購買上述硬質玉米品種的雜交種子。

此品種為民國 98 年臺南區農業改良場育成雜交新品種，全年可栽培。具有抗露菌病、銹病、葉斑病、莖腐病、抗倒伏倒折之特性。植株高大，莖稈粗壯，

葉片濃綠寬大，抗病性強。

(4) 豐 3 號

為晚熟品種，苞葉枯黃時籽粒含水量約 30 %，故須等待 7-14 天，再以機械採收，籽粒才不易破損。植株在乾枯時，一般不會發生倒折。生育期較台農 1 號晚約 20- 30 天，須於九月種植，方可於二月收穫。

此品種為私人種苗公司引進國外的玉米品種，屬雜交品種，植株高大強健，具抗倒伏性、抗銹病、抗葉斑病，莖稈及苞葉為紫紅色。

(四) 產業介紹

飼料玉米為家禽畜飼料主要來源，因籽實澱粉含量用途廣，也可供其他產業使用，為國際間重要農產品貿易項目。根據財政部關務署統計資料，民國 101 年自國外進口飼料用玉米數量達 360 萬噸，約新臺幣 350 億元。主要進口國為巴西 (45 %)、美國 (26 %)、阿根廷 (19 %)，而根據農委會農業統計資料顯示民國 100 年臺灣飼料玉米種植面積約 6,700 公頃，產量約 35,000 噸，顯示受限於生產成本過高，缺乏競爭力，國內飼料玉米來源以進口為主，飼料玉米自給率約 0.9 %。每當國際玉米主要產地減產時，常導致國際飼料玉米價格上揚，連帶影響國內肉品價格，進而影響民眾飲食消費情形。

臺灣飼料玉米種植面積最多曾達 6 萬公頃，產量約 29 萬公噸，民國 90 年飼料玉米種植面積尚有 13,500 公頃，產量 5.9 萬公噸，但民國 91 年起加入 WTO 後，各項農作物，包括水稻、蔬菜、雜糧等栽培面積減少，休耕面積增加。為有效引導休耕農地復耕，民國 97 年起將飼料玉米納入「水旱田利用調整後續計畫」契作獎勵項目，鼓勵休耕地契作飼料玉米，每公頃每期作發給契作農民獎勵上限 4.5 萬元，並輔導農會協助農民辦理契作及銷售玉米籽實供製飼料，以提高國內飼料玉米自給率。民國 102 年農委會全面推動「調整耕作制度活化農地計畫」，除提供每期作每公頃 4.5 萬元的補貼金，也按繳售乾玉米粒重量補助烘乾費。另輔導臺灣省農會整合鄉鎮市區農會辦理契作飼料玉米收購及銷售作業，契作收購玉米籽實，如銷售價格高於付給之契約價格，會將 90% 價差回饋農民，保障農民收益。目前嘉義、臺南為臺灣飼料玉米主要產地，配合政府減少休耕地面積，鼓勵休耕農地復耕，提高糧食自給率。

(五) 栽培管理要點

1. 整地

玉米根系分佈深廣，為利於根系的生長，耕犁宜深。一般在土壤含水量在 85 % 時，播種前先施堆肥或基肥，再利用耕耘機耕犁、碎土、整平。排水良好之砂質壤土，可採不整地栽培，而排水不良的粘質土壤則宜採作畦播種。

2. 播種期及栽培密度

(1) 播種期

台灣各地區的春作及秋作各地種植玉米之適當播種期如表 2 所示

(2) 播種方法及播種密度

一般硬質玉米之播種多採用真空雙層施肥播種機進行播種，亦可用機械真空播種器或中耕機附掛履帶式播種器進行播種。飼料玉米行株距為 75 × 18-24 公分，每穴 1 粒，每公頃株數 5,000 - 77,000 株。播種覆土後一至二天內，萌芽前，可



任選下列一種藥劑防除雜草，每公頃 3 公斤的 50 % 施圃草脫淨可濕性粉劑，稀釋至 600 公升，或 4 公斤的 50 % 撲多草乳劑稀釋 250 倍後，均勻噴施於土面。

3. 一般施肥量與施肥方法

目前台灣栽培玉米，氮、磷、鉀三要素之推薦施用量分別為每公頃氮 150- 300 公斤、磷酐 50- 150 公斤、氧化鉀 50- 100 公斤。相當每公頃施用硫酸銨 666- 1,000 公斤、過磷酸鈣 388- 666 公斤及氯化鉀 80- 130 公斤。

玉米施肥可分為基肥及追肥。為便於施肥，可以台肥 39 號複合肥料每公頃施用 400 公斤當作基肥，並於播種後 25- 30 天（植株長到約膝蓋的高度，約 8 片葉片）及 45- 50 天分別施用追肥，每公頃施用硫酸銨或硝酸銨鈣或台肥 1 號複合肥料 200 - 250 公斤。

或為省工只施一次追肥，可在播種後 25- 30 天（植株長到約膝蓋的高度，約 8 片葉片）時施肥，每公頃施用硫酸銨或硝酸銨鈣或 1 號複肥 (20-5-10) 400- 450 公斤。施肥位置宜在植株旁 5- 8 公分。玉米之精準施肥與營養管理宜以土壤及植體營養診斷分析為基礎，詳見如後敘述。

4. 間苗

玉米栽培密植易徒長，發育不良，疏植株數不足易影響產量。如採真空播種機播種，每穴一粒，無須間苗。如採人工播種，每穴二粒，待株高 15- 20 公分時間苗，每穴留一株，間苗不宜過早或過遲。

5. 中耕、除草、培土

一般玉米生育期約進行一至二次中耕，主要功用在防除雜草，並具培土的功能。另為提高追肥效果，可在追肥施用後，即進行中耕，惟中耕不可過深，以免切斷根系。

6. 灌溉、排水

玉米對水分需求量因生育期不同而異。生育初期，除土壤乾旱至植株缺水葉片捲曲外，通常不需灌溉。一般而言，播種後 25- 30 天和雄穗抽出始期及吐絲期為玉米植株需水的重要時期，土壤如乾旱，應進行灌溉。亦可配合施用追肥及中耕培土作業，即是先行灌後，待土壤稍乾燥後，再施追肥及進行中耕培土工作。

玉米幼苗期最忌淹水，故應特別注意排水，以免造成傷害。玉米生育期間如浸水，會使莖葉變黃，發育受阻，甚至枯萎，嚴重影響產量與品質。因此，玉米生育期間，如遇雨季，應做好排水工作，嚴防田間積水。

7. 病蟲害防治

目前在嘉南地區農民於秋作種植硬質玉米時，多不噴藥防治病蟲害。惟臺農 1 號植株在秋作九月種植或春作時期易發生銹病，需進行病蟲害防治。

8. 收穫

硬質玉米是以採收乾籽實。當果穗苞葉枯白，果穗末端的籽粒堅硬，捏壓而無汁液滲出時為採收適期。目前均以機械採收，宜俟籽粒水分降至 28 - 30 % 時實施，以免籽粒破損過多。機械收穫果穗，亦同時脫粒，再用烘乾機進行籽粒乾燥。烘乾後之籽實應乾燥至水分含量降至 13 % 以下，俾利貯藏或繳交農會收購。目前嘉南地區的硬質玉米多由代耕中心採用大型收穫機進行採穗、去苞葉、脫粒的一貫化作業，並代送乾燥中心烘乾。



圖 1、飼料玉米機械栽培處理作業 A. 機械整地工作 B. 機械施基肥及播種工作 C. 機械追肥及中耕培土工作 D. 機械採收硬質玉米 E. 收機輸送玉米粒 F. 玉米粒倒入烘乾機 G. 玉米粒進行烘乾作業 H. 乾燥後的硬質玉米粒



(六) 氣候環境與品種對產量的影響

玉蜀黍 (*Zea mays L.*) 原屬熱帶短日性植物，生態適應性大，栽培區極廣。台灣地處亞熱帶，年平均氣溫在 20°C 以上，年雨量超過 1,500 公厘以上，適於玉米的生長，且由於生育期短，所以幾乎一年四季均可栽培。因夏季氣溫及濕度均高，病蟲害多，更常有颱風豪雨，因此，栽培困難；冬季則因氣溫較低，玉米發育緩慢，成熟延緩，常影響下期作的種植。台灣玉米之栽培，北部、東部以春作為主，中南部則以秋作居多。

本省秋作玉米之播種時期，台南地區為九月下旬至十月上旬，高雄地區則為八至九月間中南部秋作玉米適播期為九月至十月中旬，遲至十月下旬播種，生育日數隨著氣溫下降而延長。相關結果顯示十月初旬及下旬播種之玉米產量僅達九月下旬播種者之 77% 和 40%，即秋作玉米的生長及產量與播種期有密切相關，產量隨播種期之延後而顯著降低。而春作玉米生育日數隨播種期延後而縮短，不同播種期間子粒實際充實日數的差異不明顯，本省春作玉米之播種期一般在三月中旬以前。

表 2、台灣各地區玉米播種適期

地區	春作	秋作
高屏地區	一月下旬至二月中旬	九月上、中旬
嘉南地區	二月中旬至三月上旬	九月上、中旬
中部地區	二月中旬至三月中旬	八月中、下旬
北部地區	二月下旬至三月上旬	八月中、下旬
台東地區	二月上旬至三月上旬	八月下旬
花蓮地區	二月中旬至三月中旬	八月下旬

簡言之，玉米起源美洲，屬熱帶作物，適合在溫暖、水分充足且日照多的地區栽培，在生育初期及抽穗時需要充足的水分。玉米在臺灣各地全年皆可栽培，但考量梅雨、東北季風等影響產量之因素，氣候以中南部地區較為合適降雨量影響產量的時期主要在營養生長階段，而以生長初期及在玉米臨界生長期 (critical period) 約在吐絲期前後二週。玉米吐絲期之前或後缺水可減產 20-25%，吐絲期減產可高達 50%，授粉期缺水二天減產 22%，缺水一週則減產 50%。

在玉米臨界生長期增加光照度及延長光週期，均可增加產量，減少光照度則產量顯著下降。玉米種植於不同期作下，由於氣候環境的變異，產量也不相同，冬作玉米產量高於夏作。不同玉米品系對溫度之感應不同、對光強度、光照時數之感應亦不相同。

(七) 土壤環境與產量的關係

1. 土壤特性

以土層深厚，排水良好，富含有機質之肥沃壤土為佳，而土壤酸鹼度以 pH 值 6.0 - 7.0 最佳。玉米除保水力極差的砂土及對根部有發育不良影響的黏重土及排水

不良的水田外，其餘任何土壤均可栽培；如係利用水田轉作玉米，因係前作種植水稻，應注意排水是否良好。如是強酸性土壤（pH 值 5.0 以下），每公頃應施用矽酸爐渣 3 噸或石灰石粉 2-3 噸，於播種前二星期全面混入土中，使土壤酸鹼度 pH 值維持在 6-7 的程度，以增進土壤中各元素的有效性。

本省稻田普遍有犁底層存在，底土硬度與玉米根系之發展有關。玉米根系無法穿透總體密度 1.5g/mL 的坩質黏壤土，根穿透土壤除了與總孔隙量有關，尚與土壤大小孔隙的比例亦有關係，細質地土壤大孔隙少，小孔隙多，土壤的機械阻力（土壤硬度 soil strength），亦為土壤密度的指標，通常根系穿透土壤百分率在土壤硬度 3-15 bar 範圍內呈直線下降之負相關，而在 25 bar 時根已無法穿透。土壤強度在超過 10 kg/cm² 時，稻根已無法穿透土壤。日本公認阻礙根系發展土壤硬度為 30 bar，而根群發達良好土壤之硬度在 10 bar 以下。

水田浸水耕犁之方式，使土壤粗孔隙被破壞，易使耕犁層土壤構造退化及耕犁層壓實，而密實通氣不良的土壤嚴重影響旱作物的根系與地上部之生育。又玉米、番茄、棉花等作物，當地下水位較高時作物對氮、磷、鉀、硼及鋅之吸收均降低。排水不良田，經埋設暗管改善，施氮肥的增產效果可由原 20 % 大幅提高到 50 %，而不同排水等級土系間，秋作玉米產量差異較少，春作則差異大，排水良好之陳厝寮系較排水不良的大肚系高出 60 %。

2. 氮營養對玉米生育及產量之影響

玉米一般隨氮肥用量的增加而產量增加，因高氮肥下多穗型品種營養器官內乾物質再移轉性較大；玉米子實充實速率隨氮肥用量增加而提高，玉米單位產量與子實氮含量密切相關。生育過程中雌穗抽絲期以前所吸收之氮僅佔全吸收量之 40%，可見雌穗抽絲期至收穫之子實成熟期間玉米仍需多量氮肥的供給。但過多的氮肥施用對子實之充實有負效果。

有關玉米氮肥施用量之試驗有：黃和謝（1983）針對玉米早熟品種（台南 85 號）之試驗結果顯示適合之氮肥用量為 120 公斤/公頃，而配合稻田轉作所推廣之高產玉米品種（台農 351）之氮肥施用之研究則有：林（1985）指出玉米（台農 351）施用氮 200 公斤/公頃者比 160 公斤/公頃者增產 3-15%，張（1985）則指出秋作玉米（台農 351）以施氮 150 公斤/公頃者產量最高，較 100 公斤/公頃者增產 5%，但施氮肥 200 公斤/公頃者反比施 150 公斤/公頃處理減少 8%，黃和徐（1987）探討玉米（台農 351）之肥料需要量時指出氮之理想用量為 150-200 公斤/公頃。連（1986）探討玉米（台農 351）在轉作田之肥料需用量與土壤肥力相關之試驗顯示秋作玉米之氮需要量平均為 150-250 公斤/公頃，經濟用量平均則約為 165 公斤/公頃。

氮肥施用時期會影響玉米乾物質生產及分配以及產量，如將全量氮肥於基肥時施用，則可促進玉米的營養生長，若於中耕期施用，可提高收穫指數而使子粒產量增加。於生育中期施用氮肥因根系較健全對氮肥之吸收及轉運較佳，使穀粒充實時期可轉運較多氮至子粒內，故認為於有灌溉設備地區氮肥宜晚施。於子粒充實期給予充足的氮肥及合宜的灌溉可增加玉米產量。

葉片分析營養診斷：玉米子實產量與吐絲期葉片氮含量有相關，子實產量隨著氮含量增加而增加，最高子實產量之葉片氮含量為 26.9 g/kg，葉片氮含量隨氮肥用量增加而增高，即玉米之子實產量隨葉片氮含量之增加而提高，尤以吐絲期者葉片



氮含量最為密切。玉米吐絲期著果穗葉的氮、磷、鉀含量與氮肥的施用量無關。通常吐絲期葉片氮含量之臨界值界於 28 - 29 g/kg。

(八) 水分灌溉管理

台灣中南部秋作為旱季，一般作物需賴灌溉以獲得正常之生育。有研究指出玉米雄穗抽出期及授粉期缺水一至二天即可導致 22 % 減產, 缺水六至八天減產 50 %，吐絲前之營養生長期缺水導致玉米減產 25 %，吐絲期缺水減產 50 %，吐絲後子粒充實期缺水減產 21 %。

玉米對水分需求量因生育期不同而異。生育初期，除土壤乾旱至植株缺水葉片捲曲外，通常不需灌溉。一般而言，播種後 25-30 天和雄穗抽出始期及吐絲期為玉米植株需水的重要時期，土壤如乾旱，應進行灌溉。

表 3、灌溉 (配合穗肥) 對玉米產量的影響

產量\處理	無灌溉(僅施肥)		施肥前一天灌溉		施肥後一天灌溉	
	春作	秋作	春作	秋作	春作	秋作
產量指數	100	100	114	117	117	127

(九) 夏作田菁有無及整地與否對秋作玉米生育及收量之效果

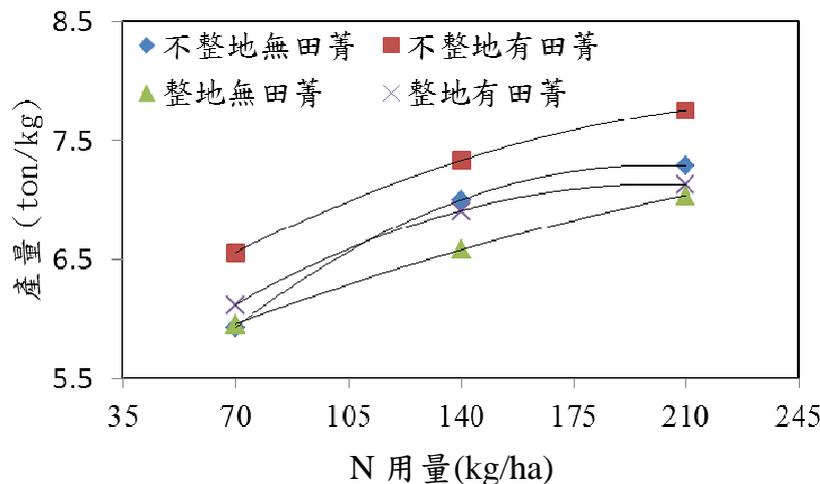


圖 2、夏作田菁有無及整地與否對秋作玉米產量之影響

1. 不整地下之夏作田菁敷蓋效果

本田間試驗資訊中不整地區之玉米施肥播種係應用農試所研製之「圓盤切割式不整地施肥播種機」進行；其中遇有田菁夏作，則使用該機壓倒的同時施肥播種同時噴施殺草劑 (巴拉刈) 而壓倒後之田菁則成為玉米田之敷蓋物。

雖然夏作田菁區及對照區均有前作稻葉敷蓋 (5t/ha 左右)，但夏作田菁區因尚有田菁敷蓋，其敷蓋情形較對照 (副) 區顯著良好，雜草較少，其玉米生育自始即較對照區良好，子實收量亦顯著增高；在 N1、N2、N3 各級氮用量平準之下，夏作田菁敷蓋區較對照區分別各增產 1.00、0.48、0.51 t/ha 及 0.63、0.33、0.47 t/ha，顯

示夏作田菁敷蓋的效果在少氮下最為明顯；即使在充足的氮用量下，夏作田菁敷蓋區之收量仍高於對照；顯示前者有氮供給以外的效果。夏作田菁覆蓋不整地栽培區，具有之較佳的土壤理化性質，例如：

- (1) 適當之粗孔隙率與較高有效水分。
- (2) 土壤水分之保持較為穩定。
- (3) 旺盛而深入土中之田菁根系形成之根孔，使土壤具較高之入滲速率。
- (4) 降低鹽分地表土置換性鈉含量及電導度測值。

以上均利於玉米根系的發展及活性之維持，水分及養分的吸收，使生育良好，產量提高。

2. 整地下之夏作田菁掩埋效果

玉米整地栽培區，前作之田菁（即水稻-玉米輪作田之田菁中間作）按一般習慣，於耕犁時將其掩埋於土中，然後才施肥播種。在本試驗中此項處理區亦較其對照區有子實收量上的顯著增產，但增產量較不整地下之夏作田菁敷蓋區為低。在N1、N2、N3各級氮用量平準下，夏作田菁掩埋區較對照區分別各僅增產0.20、0.19、0.13 t/ha及0.16、0.33、0.09 t/ha。（如圖2所示）

3. 整地與不整地效果之比較

整地區與不整地區收量之氮效應，在少氮用量下，整地區之玉米收量有顯著高於不整地區之趨勢，但在多氮下，反之。雖少氮區時差異不大，1989與1990兩年，不整地低氮區之收量低於整地低氮區，而1991年秋作整地區玉米初期因田面乾旱，生育顯著地較不整地區差，致使收穫時少氮區整地區玉米產量顯著低於不整地區達800 kg/ha（無田菁區）及1,100 kg/ha（田菁區）。導致三年平均不整地低氮區玉米產量不低於整地區（此突顯出整地區玉米生育初期易因土壤過度乾燥而影響產量）。因整地可以促進土壤氮的礦化，故在少氮下可以減少一些缺氮的可能性。反之，在充足氮肥施用下，則整地區上述氮素礦化之利處已不存在，而其土壤物理性面之短處（如整地區表土較不整地區鬆，易缺水，灌溉後卻易變密實）卻會顯現，故其收量較不整地區為低。

在整地下，夏作田之掩埋原可期待其有較多之氮素礦化，因此，可節省較多氮肥，但同是整地下之夏作田菁掩埋區和其對照區之氮效應（或氮需要量）接近，可見該項期待並不正確。此外，中間作田菁掩埋不但較不整地敷蓋耗工，遇雨時耽擱播種期（因土壤被水飽和）之困擾亦是較大。

二、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 土壤養分需求

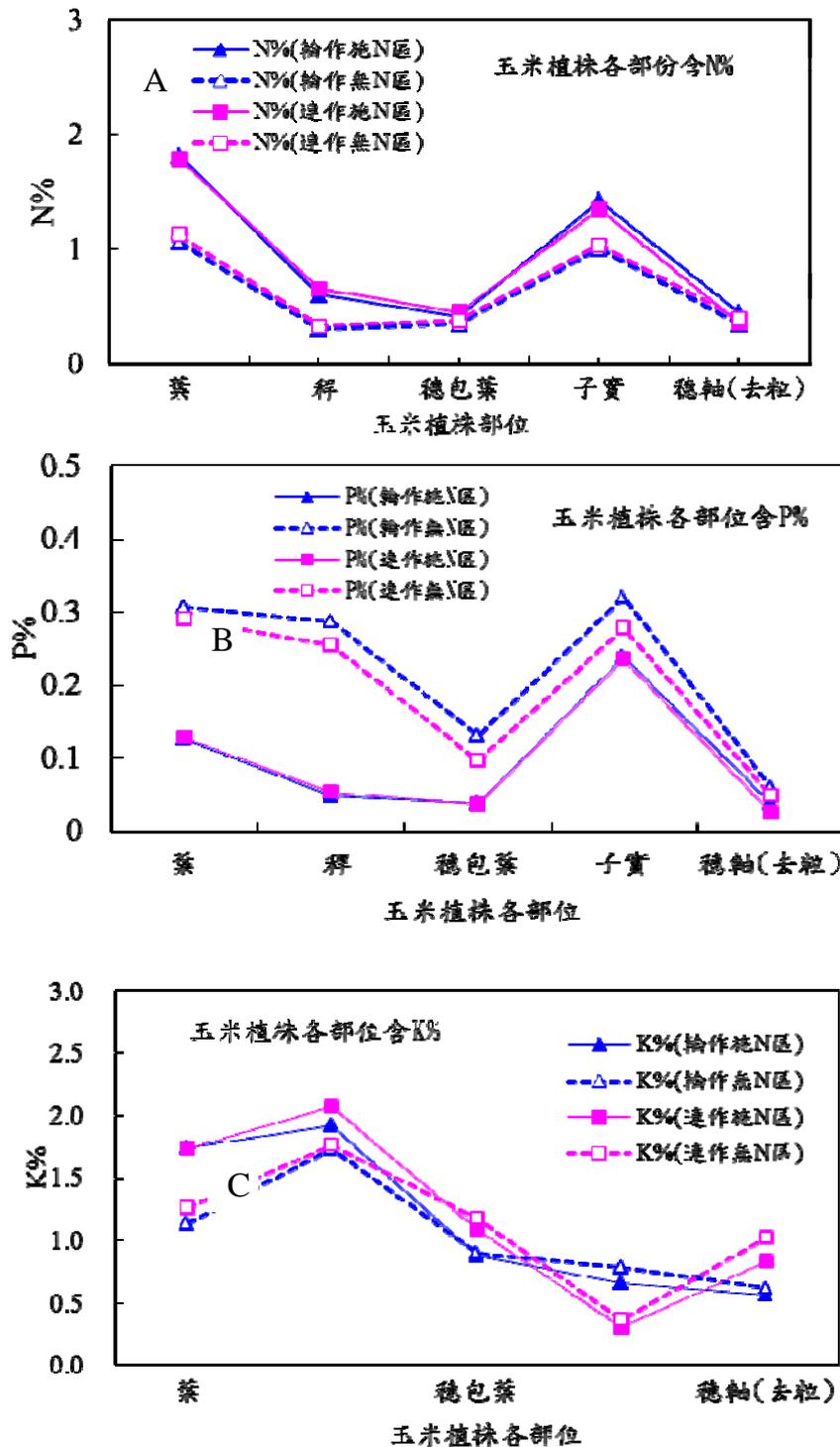


圖 3、玉米植株各部位 NPK 含量(A.-N%、B.-P%、C.-K%)。

收量 6.5 噸/公頃之玉米植株三要素吸收量為氮、磷酐、氧化鉀各為 120、45、100~120 公斤/公頃；其中子實之三要素攝取量各為 85、35、24 公斤/公頃。氮與磷酐之推薦量各為 185 與 100 公斤/公頃實際上已超過此等要素之植株全吸收量或子實之攝取量；吸收剩餘之磷肥可蓄積於土壤而提高其磷肥力，但剩餘之氮在土壤中之動向卻值得注意。

(二) 養分缺乏與過剩毒害之營養障礙

鉀及鎂在玉米植體內較易移動，缺乏時新葉會從老葉吸取此等要素，造成大量移往新葉，故缺乏症發生於下方之老葉；氮、磷的移動性屬中等，缺乏症狀發生於全株葉片，唯老葉的缺乏徵狀較新葉嚴重。所有徵狀，輕微時均不易顯現，不易觀察，唯對產量有影響。

1. 缺氮：初期缺氮時，生育受阻葉呈黃綠色細小狀，後期缺氮，氮從老葉移轉至新葉，致老葉顯不同程度之黃色，此係葉的黃色素如胡蘿蔔素、葉黃素，於失去葉綠素後呈現主色的關係。下葉尖端有黃化現象，如持續缺氮，黃化擴展至葉之中肋而呈V型，但葉脈仍呈綠色，在葉組織黃化數日後，葉枯死。嚴重缺氮，整植株黃化、矮化、葉細小、穗小且子實飽合率低、產量降低。
2. 缺磷：玉米一旦缺磷，會快速而嚴重限制根系發展，即使缺磷不嚴重，地上部生育亦受阻而植株矮小，但葉無明顯症狀，缺磷較嚴重時，通常造成葉呈紫色或褐色，從老葉開始而漸往植株上部，且從葉尖向葉基發展，最後葉尖開始死亡而變暗褐色。大部分玉米品系缺磷時，葉皆呈顯著的紫色，唯有些自交系並不顯現紫色，但其葉尖明顯呈暗褐色，最終組織枯死。磷缺乏症在幼株特別顯著，當幼株表現嚴重缺磷時，即鮮少有機會能克服缺磷現象而正常生長，並且此症狀將延續至成熟期，缺磷有延遲成熟的傾向，在玉米授粉特別明顯，當吐絲延遲或可能一直等到大多數花粉脫落仍不發生時，將造成不完全穗的現象，一般為不規則的子實行列，穗曲扭，穗尖不完全發育。
3. 缺鉀：玉米在任何生育期間均有可能發生缺鉀，但以播種數週後發生最為普遍。缺鉀的最先症狀為節間縮短，植株矮小，且失去正常生育所表現的濃綠色。較嚴重時，老葉的尖端開始產生青銅至黃色，然後，自葉尖沿葉緣延伸，再繼續到基部，嚴重時，玉米褪色葉緣變成褐色乾枯燒焦狀，葉呈現凹凸不平的外觀，最後葉緣及葉尖的組織死亡，只留下葉基部及中肋之小部分尚存綠色。鉀在植株之移動甚速，當一些老葉黃化，一些新葉可能呈現正常並不表現症狀出來，因活性旺盛的新葉可自老葉吸取鉀，老葉因缺鉀而顯現缺鉀症。缺鉀症有時反應在果穗上，果穗變小且先端子實無法生長致變成圓錐形(禿頂)，已形成之子粒亦成熟不足，澱粉多而蛋白質少。
4. 缺鎂：鎂為葉綠素的成分。幼苗在下葉最先出現症狀，由於葉綠色的消失而形成黃斑，一般最先於葉邊緣出現，而後於葉脈間，最後葉脈間變成淡黃甚至全白，但葉脈仍相當綠，顯現黃白條紋，當缺鎂延續時，沿着葉緣和葉尖呈紅黃色，由下葉開始往上蔓延，在嚴重缺乏時，下葉之葉尖和葉可能死亡，且整株的葉可能都顯現葉脈間的黃或微黃色條狀，缺鎂生育受阻程度外觀上往往不如缺磷或鉀的嚴重，但亦嚴重影響產量。缺鎂時植株較矮，抽穗期、吐絲期及成熟期延遲，產量降低。台農351號與台農1號即易以上述之微淡黃色特徵出現缺鎂情形。
5. 缺鋅：鋅與葉綠素之生成有關，因此，鋅缺乏，葉呈黃化、白化或淡綠色，更進一步則發生褐變。玉米對鋅的欠缺很敏感，且顯現出容易辨別的症狀，因之它可作為土壤缺鋅的指標作物。通常於發芽後一至二週開始呈現缺鋅症，首先於新葉基部之葉脈間出現淡黃色的條紋或褪色的寬帶，症狀主要局限於葉的下半部，由於葉中肋、葉脈及葉邊緣含鋅量較高，故仍維持綠色，一般新伸出之展開葉為淡黃或白化。老葉常出現赤紅色或褐色斑，然後壞死。缺鋅植株生育受阻且節間變短，雄穗常無



花藥，穗絲之吐出可能延遲且不規則，子實收量減少。缺鋅的另一型態，主葉脈成銀白色，沿著葉的中間成帶狀，徵狀繼續發展，頹壞組織沿主葉脈產生，並膨脹擴展至一半以上的葉，剩下的葉則保留綠色，形成一明顯對比。缺鉀，葉的外緣與中間部份成明顯顏色對比，缺鎂則葉的底部與葉尖成明顯顏色對比。



圖 4、上左玉米缺磷，上中缺鋅，上右缺鎂。圖下左玉米缺鉀，下中缺氮，下右缺鉀

6. 其他生理障礙如穗之禿頂（嚴重時往下蔓延）。

民國 101 年玉米秋作（霧峰）氣候異常如下左圖；陰雨、日照時數與光照（輻射強度）不足（11 月 17 日至 12 月 9 日），嚴重影響玉米穗之結實飽和度(圖 5 右)。解決之道，掌握氣象預測前七天噴硼 1 g/L 至 2 g/L 的硼砂溶液數次，對處於不利於灌溉結實的低溫陰雨時期，效果良好。

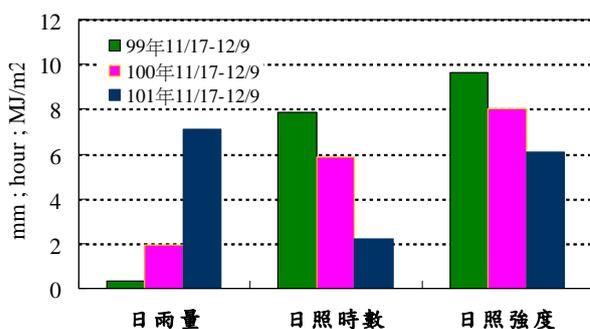


圖 5、陰雨、日照時數與光照（輻射強度）不足嚴重影響玉米穗之禿頂與結實飽和度

(三) 土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值

1. 土壤診斷-土壤肥力因子等級或參考值 (農試所, 1976)

(1) 土壤酸鹼度 (農試所, 1976)

範圍	等級
< 5.6	強酸性
5.6 - 6.5	酸性
6.6 - 7.3	中性
7.4 - 8.0	微鹼性
> 8.0	鹼性

(2) 土壤有機質 (農試所, 1976)

含量範圍 (g/kg)	等級
< 10	極低
10 - 20	低
20 - 30	中
> 30	高

(3) 可抽取硝酸態氮(NO₃--N) (Marschner, 1986)

範圍 (mg/Kg)	等級
< 5	極低
5 - 15	低
15 - 25	中
25 - 35	稍高
35 - 50	高
> 50	很高

(4) 氮釋放值(mg/Kg N) 1 mg/Kg N=4.43 mg/Kg NO₃--N (Marschner, 1986)

範圍 (mg/Kg)	等級
< 20	極低
20-40	低
40-60	中
60-80	高
80-100	很高

(5) 土壤 Bray-1 磷 (Bray-1P) (農試所, 1976)

範圍 (mg/Kg)	等級
< 20	極低
20-40	低
40-60	中
60-80	高
80-100	很高



(6) 土壤交換性鉀 (農試所, 1976)

範圍 (mg/Kg)	等級
0 - 45	極低
46 - 105	低
106 - 240	中
> 240	高

(7) 土壤硼 (農試所, 1976)

熱水可溶性硼 (mg/Kg)	等級
0 - 45	極低
46 - 105	低
106 - 240	中
> 240	高

(8) 土壤鈣鎂比 (農試所, 1976)

土壤交換性鈣鎂比	等級
< 3	極低
3 - 4	低
4 - 5	中
> 5	高

(9) 土壤鋅 (農試所, 1976)

0.1NHCl 抽出 (mg/Kg)	等級
< 2	極低
2 - 5	低
5 - 10	中
> 10	高

(10) 土壤保肥力 (陽離子交換能量) (農試所, 1976)

陽離子交換能量 (cmol/Kg)	等級
< 2	極低
2 - 5	低
5 - 10	中
> 10	高

2. 玉米葉片營養診斷適宜範圍或參考值 (陳仁炫等, 1994)

(1) 膝高期

作物 玉米 (*Zea mays L.*)

數目 15 片葉子

部位 頂部

時期 高度低於 12 吋時

(Jones , 1964)

要素	低 (Low)	充足 (Sufficient)	高 (High)
		g/kg	
氮	< 35	35 - 50	> 50
磷	< 3	3 - 5	> 5
鉀	< 20.5	20.5 - 40	> 40
鈣	< 3	3-7	> 7
鎂	< 1.5	1.5 - 4.5	> 4.5
硫	< 1.5	1.5 - 5	> 5
		mg/kg	
硼	< 5	5-25	> 25
銅	< 5	5-20	> 20
鐵	< 50	50-250	> 250
錳	< 20	20-300	> 300
鉬	< 0.1	0.10-10	> 10
鋅	< 20	20-60	> 60

(2) 抽穗前

作物 玉米 (*Zea mays L.*)
 數目 12 片
 部位 Whorl 底下之葉子
 時期 抽穗前

(Jones , 1964)

要素	低 (low)	充足 (sufficient)	高 (high)
		g/kg	
氮	< 30	30 - 35	> 35
磷	< 2.5	2.5 - 4.5	> 4.5
鉀	< 20	20 - 25	> 25
鈣	< 2.5	2.5 - 5	> 5
鎂	< 1.3	1.3 - 3	> 3
硫	< 1.5	1.5 - 5	> 5
		mg/kg	
硼	< 4	4 - 25	> 25
銅	< 3	3 - 15	> 15
鐵	< 10	10 - 20	> 20
錳	< 15	15 - 300	> 300
鉬	< 0.1	0.1 - 3	> 3
鋅	< 15	15 - 60	> 60



(3) 結鬚初期

作物 玉米 (*Zea mays L.*)
 數目 12
 部位 穗葉
 時期 結鬚初期

(Jones , 1964)

要素	低 (low)	充足 (sufficient)	高 (high)
		g/kg	
氮	20 - 26	27 - 40	> 40
磷	1.5 - 2.4	2.5 - 5.0	5.1 - 8.0
鉀	10 - 16	17 - 30	31 - 50
鈣	1 - 2	2.1 - 10	> 10
鎂	1 - 1.9	2 - 10	> 10
硫	1 - 2	2.1 - 5.0	5.1 - 8.0
		mg/kg	
硼	2 - 4	5 - 25	26 - 60
銅	2 - 5	6 - 20	21 - 70
鐵	10 - 20	21 - 250	251 - 350
錳	10 - 19	20 - 200	201 - 300
鉬	0.1 - 0.2	> 0.2	-
鋅	15 - 24	25 - 100	101 - 150

(4) 玉米成熟葉中微量元素之評估

(Foth and Ellis , 1988) (Jones , 1972)

微量元素	葉片濃度 (mg/kg)	
	缺乏	適宜
硼	< 15	20 - 200
銅	< 4	5 - 20
鋅	< 20	25 - 150
鐵	< 50	50 - 250
錳	< 20	20 - 500
鉬	< 0.1	0.5 - 5

(5) 玉米各種元素之適當濃度，分析部位及採樣時期
(農試所，1981) (Jones, 1964)

元素	Jones (1967) 雌花 吐絲期雌穗包葉	Neubert, et al. (1969) 同左	Lockman (1969) 地上部整株播種 發芽後 30~45 天
	g/kg		
氮	27.6 - 35	26 - 40	35 - 50
磷	2.5 - 4	2.5 - 5	4 - 8
鉀	17.1 - 25	17 - 30	30 - 50
鈣	2.1 - 10	2.1 - 10	9 - 16
鎂	2.1 - 6	3.1 - 5	3 - 8
硫	---	2.1 - 5	2 - 3
mg/kg			
鋁	10 - 200	---	0 - 70
硼	4 - 25	15 - 90	7 - 25
銅	6 - 20	8 - 20	7 - 20
鐵	21 - 250	21 - 250	50 - 300
錳	21 - 150	34 - 200	50 - 160
鉬	---	0.6 - 1.0	---
鋅	20 - 70	50 - 150	20 - 50

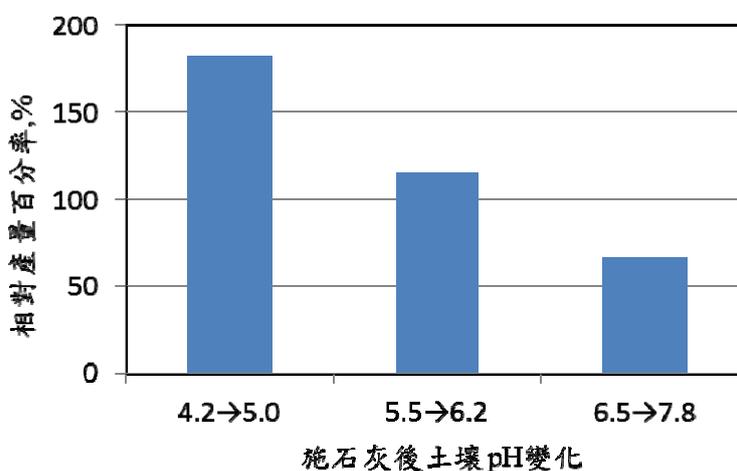
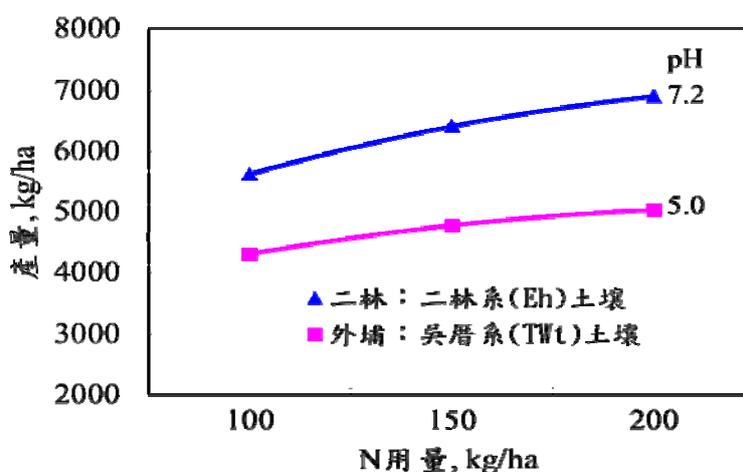
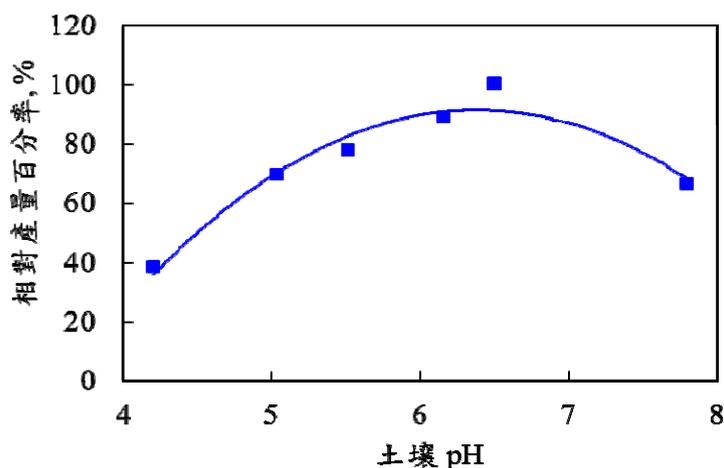
(6) 玉米植體中各部位鈣與鎂之有效濃度範圍 (Jones, 1972)

植體部位	生長時期	濃度範圍(mg/kg)	
		鈣	鎂
葉	植體發芽後 30-40 後第 3-4 葉	9,000-16,000	3,000-8,000
初葉	抽穗	2,100-10,000	2,000-4,000
莖	抽穗	1000-3000	1,000-3,000

三、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

(一) 酸性土壤改良

玉米對低 pH 值土壤之相對敏感，屬高 pH 敏感度 (pH 臨界值 5.0，pH 適宜範圍 5.5-7.0)，土壤 pH 影響玉米產量與氮肥效應。將鹼性的石灰資材施入土壤以提昇土壤 pH，同時間接地增進土壤中養分的有效性及有益微生物的活性，為所有酸性土壤改良方法中最經濟實惠者。



(二) 石灰需要量

1. 依作物需要決定施用量-提昇土壤 pH 的目標值

決定施用量之前應先瞭解欲種植之作物的生長適宜 pH 範圍，再以提昇土壤至該範圍的中間值附近為目標。一般而言，除栽種鈣需求量大的作物（如花生）外，施石灰提昇土壤 pH 的目標，礦質土壤以 pH 5.5，有機質土壤以 pH 5.2 即可。在此 pH 值下，鋁與錳毒害已減輕至甚低，同時石灰用量可減少甚多。改良的目標應為全層改良，除非是栽種淺根性的作物，否則不可只改良表面 20 公分。

2. 依土壤性質決定施用量

同樣是 pH 4.4 的兩塊農地，如果要施用石灰使土壤提高到 5.5，兩塊地所需要的石灰量未必相同。此乃因一般所測出之 pH 值，只代表存在於土壤溶液中氫離子的濃度（稱為活性酸），而施石灰所需中和的酸，除活性酸外，尚包括存在於土壤膠體上的氫離子或鋁離子（稱為潛性酸），這些潛性酸主要是吸附在粘粒和有機質上，所以有機質及黏粒含量愈高的土壤，其陽離子交換容量愈大，石灰需要量亦愈高。

3. 決定石灰需要量的方法

直接培育法及緩衝 pH 測定法。直接培育法較為準確，但較耗時，其他方法所需的時間雖然較短，但其適用性常因土壤性質不同而異。一般而言，可藉助下表 4、5 的簡則來決定土壤的石灰需要量。

表 4、不同質地土壤之石灰需要估算量 (ton/ha，改良 20 公分土層厚度)

pH	砂土及壤質砂土	砂質壤土	壤土	粉質壤土	黏土	有機土
4.5增至5.5	0.7	1.2	1.8	2.8	3.7	8.2
5.5增至6.5	1.0	1.7	2.4	3.5	4.7	8.5

表 5、常用石灰資材之品質

資材名稱	主要化學成分	鹼度 ¹	酸性中和能力 ²
石灰石粉	CaCO ₃	56	100
消石灰	Ca(OH) ₂	76	136
生石灰	CaO	100	179
苦土石灰	CaMg(CO ₃) ₂	53-59	90-105
石灰爐渣	CaSiO ₃	36-48	65- 85
矽酸爐渣	CaSiO ₃	34-45	60- 80
蚶殼粉	CaCO ₃	51	92
蟹殼粉	CaCO ₃	21-26	38- 45

1 鹼度 = %CaO + %MgO × 1.39

2 以石灰石粉之鹼度為 100 時，各種資材之鹼度相對值。

4. 過量施用的缺點

- (1) 土壤 pH 值太高，氮揮失，磷固定，鉀易被置換與淋失，除銅外其餘微量元素鐵、錳及鋅會變為不溶性，致發生缺乏徵狀。
- (2) 表土可能結成硬核(殼)，不利作物生長。

(三) 石灰的施用法

1. 與土壤均勻的混合

石灰質材的溶解度小，在土壤中的移動速度慢，所以應藉助耕犁將石灰與土壤均勻的混合。可在作物收穫後與下作栽種前的任何時間施用。土壤具有 pH 緩衝能



力，石灰施用後，土壤 pH 並不會立即調昇至盼望的目標，而是逐漸上升。若栽種多年生作物，則石灰與土壤的混合必需在種植前完成，同時僅可能遠離種植期或播種期，以讓石灰有充分時間與土壤反應。栽種對酸度敏感的作物（如高粱、苜蓿、甜菜、萵苣、茼蒿、芹菜、菠菜、花椰菜、洋蔥、蘆筍、絲瓜、洋香瓜、青椒等）需在栽種前一年施用石灰，使土壤 pH 有足夠時間調昇，否則難見改良效果。

一般都採用表面撒施後再犁入土中，以求目標深度內的土壤儘可能與石灰接觸。

2. 改良底土酸度的方法

- (1) 直接將石灰深施或將石灰懸浮液灌入底土，但需較高費用及需靠施肥機的協助。
- (2) 表面施用石膏：石膏中的鈣離子 Ca^{2+} 移動較一般石灰中的鈣離子 Ca^{2+} 快，因此可藉鈣離子 Ca^{2+} 置換底土膠體上的毒性鋁，且石膏中的硫酸根離子 SO_4^{2-} 與底土中鋁離子 Al^{3+} 形成毒性較低的硫酸鋁離子 AlSO_4^{2-} ，而減輕底土之鋁毒害。
- (3) 大量施用硝酸鈣、硝酸鈉或有機質資材，其中鈣離 Ca^{2+} 將隨有機陰離子及硝酸根離子 NO_3^- 攜帶下移至底土，屆時作物吸收硝酸根離子 NO_3^- 的量將比鈣離子 Ca^{2+} 多，因而植物根系會釋出氫氧離子 OH^- 或碳酸氫根離子 HCO_3^- ，致使根圈附近土壤 pH 值提昇。施用硝酸鈉需注意鈉的遺留。

四、肥料施肥推薦-三要素、次量、微量元素管理

(一) 三要素施肥推薦

1. 三要素推薦用量

(1) 氮推薦量

原則：以土壤硝酸態氮含量及目標產量為基準之氮施用量，如下表。

目標產量 (kg/ha)	土壤硝酸態氮 NO_3^- -N 測值 (kg/ha)					
	<5 極低	5-15 低	15-25 中等	25-35 稍高	35-50 高	>50 極高
4,000	100	70	40	20	0	0
4,500	120	90	60	30	0	0
5,000	140	110	80	50	20	0
5,500	160	130	100	70	40	20
6,000	180	150	120	90	60	30
6,500	200	170	140	110	80	50
7,000	220	190	160	130	100	70
7,500	240	210	180	150	120	90
8,000	260	230	200	170	140	110
8,500	280	250	220	190	160	130
9,000	300	270	240	210	180	150

(2) 磷酐推薦量

原則：以土壤有效磷含量及目標產量為基準之磷酐施用量，如下表。

土壤中 Bray-1 磷含量 (mg/kg)	磷酐施用量 (公斤/公頃)
9 以下	100~150
9~17	50~100
18~32	50
大於 32	0~50

註：不整地栽培者需增加 10~20 公斤/公頃。

(3) 氧化鉀推薦量

原則：以土壤有效鉀含量及目標產量為基準之氧化鉀施用量，如下表。

土壤中交換性鉀含量(mg/kg)	氧化鉀施用量(公斤/公頃)
50 以下	70~100
50~66	35~70
大於 66	0~35

註：不整地栽培者，需增加 10 公斤/公頃。

2. 三要素施用時期及分配率 (%)

各要素施用時期及分配率

土壤質地別	要素別	基肥	追肥	穗肥
		(整地時)	(播種後 25~30 天或株 高 30~40 公分齊膝期)	(雄穗抽出期 前 5~10 天)
壤土或 更黏土壤	氮 N	50%	50%	—
	磷酐 P ₂ O ₅	100%	—	—
	氧化鉀 K ₂ O	50%	50%	—
砂質 土壤	氮 N	30%	40%	30%
	磷酐 P ₂ O ₅	100%	—	—
	氧化鉀 K ₂ O	50%	50%	—

註：不整地栽培者比照砂質土壤。在壤土或更黏土壤之氮素用量如不超過 180 公斤，可依上表施用，如超過，則超過部份宜移充穗肥施用。

(二)次量要素肥料之特性與施用要領

1. 鈣肥

(1) 鈣肥的種類及特性

大部分來自石灰物質，例如石灰石、白雲石、石膏、磷灰石等，都含有大量的鈣，部分鈣肥及其成分、鹼度、酸中和能力，如表 5。此外，煉鋼副產物之



各種矽酸鹽溶渣，包括矽酸爐渣、石灰爐渣及脫硫爐渣等；火力發電後的煤灰及天然的蚶殼均可供應作物生長所需的鈣及中和土壤的 pH 值。蚶殼因含有鈉，最好不要大量及連年施用。爐渣另含有磷、硫、鐵、錳等作物生長所需的養分，不過亦含有鎳、鉻、鈦等重金屬，施用量必需注意，以免造成毒害。石膏除可提供鈣肥外，亦可改良底土的酸度，因為石膏中的鈣移動較一般石灰中的鈣快，因此，可藉鈣置換底土膠體上的毒性鋁，且石膏中的硫酸根與底土的鋁形成毒性較低的硫酸鋁離子 $AlSO_4^+$ ，亦可減輕底土的鋁毒害。

(2) 鈣肥的品質

石灰資材在中和土壤酸度的潛力，以石灰石粉的相對鹼度表示，其中相對鹼度大者，中和酸度的潛力也大，所需施用量愈少 (表 5)。

按中和土壤酸度的效果高低將石灰資材分類三類，如下表 6。石灰石粉或白雲石粉，都屬於石灰岩所磨製，其鎂含量因石灰岩種類而有很大差異，應加強鎂之標示。

表 6、石灰資材之等級

優等	次等	劣等
石灰石粉 (碳酸鈣)、生石灰、消石灰、苦土石灰、氧化鎂、氫氧化鎂、爐渣	氯化鈣、氯化鎂、硫酸鈣、硫酸鎂、碳酸鈉、氫氧化鈉	硫酸鈉、氯化鈉

(3) 石灰的施用(見前)

2. 鎂肥

(1) 鎂肥的種類及特性

- A. 硫酸鎂：硫酸鎂為製鹽副產的苦汁，冷卻後即得，含氧化鎂 11-15%，為生理酸性肥料，對於酸性土壤不宜施用，對於石灰質鹼性土壤甚為適宜。
- B. 碳酸鎂：碳酸鎂為苦汁中加入氫氧化鎂或碳酸鈉，使二氧化碳作用即得，含氧化鎂 30-40 %，呈鹼性。
- C. 苦土石灰：大多數石灰肥料均含鎂，其含量在 10 % 以上者稱鎂質石灰、白雲石灰或苦土石灰。

(2) 鎂肥施用

表 7、基肥施用硫酸鎂推薦量-玉米防治缺鎂徵狀 (花蓮片岩沖積土 pH 5.9)

處理	對照	MgSO ₄ (500kg/ha 作基肥施用)	MgSiO ₂ (500kg/ha 作基肥施用)
產量指數	100	152	133

表 8、葉面噴施 MgSO₄ 推薦用量-玉米防治缺鎂徵狀
(花蓮光復岩冲積土 pH 5.9)

處理	對照	MgSO ₄	MgSO ₄	白雲石粉	蛇紋石粉	葉面施肥*
用量	0	250kg/ha 作基肥	500kg/ha 作基肥	500kg/ha 作基肥	1,000kg/ha 作基肥	噴施 1%MgSO ₄
產量指數	100	106	126	117	111	121

*葉片出現缺鎂症狀時噴 1% MgSO₄，每 10 天一次，共 4 次

白雲石分子式 CaMg(CO₃)₂ 蛇紋石分子式(Mg,Fe)₃SiO₂O₅(OH)₄

(三) 微量要素肥料之特性與施用要領

表 9、微量要素肥料的種類、性質、土壤施用量與葉面施用濃度 g/L

肥料種類	主成分 含量%	土壤 施用 kg/ha	葉面施 用濃度%	性質說明
硫酸亞鐵	19	50-60	1-2	硫酸亞鐵在土壤中易被固定，在植物體中移動性差，且在中鹼性土壤中很快轉化成難溶性，故鐵肥多採葉面施肥。鉗形鐵無上述缺點，但價昂。鐵肥殘效不明顯，需年年施用。土壤施用硫酸亞鐵後，若能酌量施用有機肥，則鐵的有效可大為提高
鉗形鐵	9-12	20-30	1-2	
硼砂	11	4-15	1-2	硼需要量隨作物不同，變異極大，十字花科、豆科及根莖類作物為水稻的十數倍。硼肥殘效可維持三至四年，不可施用過量以防毒害
硼酸	17.5	2.5-10	0.5-1	
硫酸錳	26-28	30-40	1-2	施入中或石灰性土壤容易成為不溶態，因此，基肥多推薦條施。鹼性土壤缺錳以葉面施肥效果較佳。錳肥殘效不明顯，需年年施用
氯化錳	17-19	40-50	-	
硫酸銅	24-25	12-24	0.2-0.5	為很多殺菌劑之成分，且易為土壤膠體吸附，淋失量甚微，銅之缺乏甚少發生。施用量要控制好，避免造成土壤及作物的污染。銅殘效明顯，每隔三至五年施用一次
硫酸鋅	24	40-80	1-2	鋅在土壤中的殘效為三至五年，可根據土壤及植體分析決定是否施用
氧化鋅	78	30-50	-	
鉬酸銨	54	0.5-0.8	0.1-0.2	酸性土壤較有缺鉬之可能，施用石灰多數已足夠矯正缺鉬現象。鉬肥每施一次可發揮數年的殘效



五、玉米之灌溉適期、灌溉指標、灌水量

表 10、玉米之灌溉適期、灌溉指標、灌水量

灌溉時期	灌溉指標 (cbar)		灌水量(mm)
	(30 公分深土壤水分張力計-cbar)		
播種後 25-30 天	> 50		春作 40 秋作 60
雄穗抽出始期	> 50		春作 40 秋作 60
吐絲期	> 50		春作 40 秋作 60

六、綠肥作物之利用管理

(一) 適宜栽培之綠肥作物

1. 臺灣地區栽培之綠肥作物主要以豆科植物為主，如田菁、太陽麻、大豆類、紫雲英、埃及三葉草、富貴豆、苕子、羽扇豆（魯冰）及多年生花生等，非豆科植物如油菜、大菜、蕎麥、早苗蓼等。
2. 依栽培季節可區分為秋冬季綠肥作物及夏季綠肥作物，秋冬季綠肥作物如大豆類、紫雲英、埃及三葉草、富貴豆、苕子、羽扇豆（魯冰）、油菜、大菜、蕎麥、早苗蓼等，夏季綠肥作物如田菁、太陽麻、大豆類等。
3. 依生長期長短又可區分為一年生及多年生綠肥作物，一年生綠肥作物如田菁、太陽麻、大豆類、紫雲英、埃及三葉草、富貴豆、苕子、羽扇豆（魯冰）、油菜、大菜、蕎麥及早苗蓼等，多年生綠肥作物如多年生花生。

(二) 綠肥作物養分利用

1. 主要綠肥作物鮮草產量與養分含量

表 11、主要綠肥作物鮮草產量與養分含量

綠肥種類	鮮草產量 (kg/ha)	鮮草養分含量 (%)		
		氮(N)	磷酐(P ₂ O ₅)	氧化鉀(K ₂ O) (K ₂ O)
大豆類(青皮豆)	15,000-30,000	0.61-0.82	0.07-0.09	0.46
富貴豆(虎爪豆)	20,000-30,000	0.13-0.18	0.10-0.12	0.35-0.42
田菁	25,000-35,000	0.42-0.52	0.05-0.06	0.37-0.47
太陽麻	20,000-30,000	0.37	0.08	0.14
苕子	30,000-50,000	0.56	0.13	0.43
埃及三葉草	20,000-30,000	0.48-0.56	0.09-0.18	0.24-0.55
紫雲英	10,000-34,000	0.48	0.09	0.37
羽扇豆(魯冰)	10,000-20,000	0.40	0.07	0.30
多年生花生	20,000-25,000	0.37	0.03	0.54
油菜	10,000-30,000	0.21-0.36	0.02-0.08	0.28-0.40
大菜	7,700-15,000	0.20-0.28	0.08-0.10	0.47-0.58
蕎麥	6,000-17,000	0.36-0.44	0.08-0.15	0.32-0.38
早苗蓼	15,000-20,000	0.20-0.33	0.11-0.20	0.55-0.93

2. 綠肥作物後玉米肥料減施原則

善用綠肥植體之養分，後作務必減施肥料用量（尤其是氮肥）：

- (1) 前作綠肥如在幼嫩期即翻犁掩埋，因碳氮比低分解極快，後作作物玉米（長生育期作物）可減施綠肥所含氮量之 75%（如為短期生育作物如葉菜類蔬菜，可減施綠肥所含氮量之 50%）。
- (2) 綠肥如在成熟期時掩埋，因碳氮比較高分解速率較慢，後作物之玉米則可減施綠肥所含氮量之 50%。
- (3) 一般而言，綠肥植體中之磷鉀含量不如氮多，綠肥掩埋後，後作磷鉀減施量約為綠肥體中磷鉀含量之 50%。



書名：作物土壤管理與施肥技術-蔬菜與雜糧篇
編輯：湯雪溶
總編輯：李艷琪、黃維廷、郭鴻裕
審查：鍾仁賜、陳仁炫
作者：林經偉、湯雪溶、郭雅紋、倪禮豐、蘇博信、蔡正賢、黃瑞彰、
谷婉萍、張耀聰、郭鴻裕、朱戩良、江汶錦、黃維廷、賴永昌、
陳柱中、林毓雯、劉滄琴、譚增偉
出版者：行政院農業委員會農業試驗所
地址：台中市霧峰區萬豐里中正路 189 號
No.189. Zhongzheng RD., Wufeng Dist., Taichung City 41362, Taiwan
(R.O.C)
電話：(04) 23302301 傳真：(04) 23338162
網址：<http://www.tari.gov.tw>
特刊編號：222
出版品編號：2019 年 008 號
美編設計：峰林實業有限公司
出版年月：中華民國 108 年 11 月初版
定價：非賣品
系統號：204095
GPN：4710801983
ISBN (PDF)：9789865440275
展售處：GPK 政府出版品知識庫 <http://www.govbooks.com.tw/GPK>

電子書設計製作：

設計製作：行政院農業委員會農業試驗所

地址：台中市霧峰區萬豐里中正路 189 號

電話：(04) 23302301

電子郵件：ycllee@tari.gov.tw

電子書播放資訊

作業系統：Window, Mac

檔案格式：Adobe PDF

檔案內容：2D

播放軟體：PDF Reader

使用載具：PC

書名：作物土壤管理與施肥技術-蔬菜與雜糧篇
編輯：湯雪溶
總編輯：李艷琪、黃維廷、郭鴻裕
審查：鍾仁賜、陳仁炫
作者：林經偉、湯雪溶、郭雅紋、倪禮豐、蘇博信、蔡正賢、黃瑞彰、
谷婉萍、張耀聰、郭鴻裕、朱戩良、江汶錦、黃維廷、賴永昌、
陳柱中、林毓雯、劉滄琴、譚增偉
出版者：行政院農業委員會農業試驗所
地址：台中市霧峰區萬豐里中正路 189 號
No.189. Zhongzheng RD., Wufeng Dist., Taichung City 41362, Taiwan
(R.O.C)
電話：(04) 23302301 傳真：(04) 23338162
網址：<http://www.tari.gov.tw>
特刊編號：222
出版品編號：2019 年 008 號
美編設計：峰林實業有限公司
出版年月：中華民國 108 年 11 月初版
定價：非賣品
系統號：204095
GPN：4710801983
ISBN (PDF)：9789865440275
展售處：GPK 政府出版品知識庫 <http://www.govbooks.com.tw/GPK>

電子書設計製作：

設計製作：行政院農業委員會農業試驗所

地址：台中市霧峰區萬豐里中正路 189 號

電話：(04) 23302301

電子郵件：ycllee@tari.gov.tw

電子書播放資訊

作業系統：Window, Mac

檔案格式：Adobe PDF

檔案內容：2D

播放軟體：PDF Reader

使用載具：PC