

# 苗栗地區水芋栽培土壤特性與施肥管理

蔡正賢\*、吳添益

行政院農業委員會苗栗區農業改良場

## 摘 要

為建立苗栗區水芋合理施肥管理，進行水芋栽培區土壤資訊調查，並於 2013~2015 年春作水芋分別執行田間氮、氧化鉀、磷鉀用量試驗，氮用量分為 100、200、400 及 600 kg ha<sup>-1</sup> 等 4 種處理，氧化鉀用量分為 150、300、450 及 600 kg ha<sup>-1</sup> 等 4 種處理，磷鉀用量分為 0、100、200 及 300 kg ha<sup>-1</sup> 等 4 種用量與 2 種追肥處理（複因子試驗）。由作物分布與土壤調查資料顯示，苗栗地區水芋栽培區有 64.3% 屬於淺層土，97.7% 的表土屬於中至粗質地，93.9% 屬於排水不完全土壤。春作水芋栽培期間，氣溫及日射量的變化與生長趨勢大致符合，而施肥的成效受降雨量或水管理影響較大。以定植後天數劃分水芋生育期，第一階段生長初期約種植後 60 天內，第二階段地上部生長旺盛期約為種植後 150 天內，第三階段球莖快速膨大期約種植後 210 天內，第四階段球莖成熟期則為種植後 210 天以後。結果顯示，氮用量對莖基寬度的影響在生長旺盛期較明顯，以 600 kg ha<sup>-1</sup> 用量者產量較高；氧化鉀用量於球莖快速膨大期影響較明顯，以 450 及 600 kg ha<sup>-1</sup> 用量者產量較高；磷鉀用量於地上部生長旺盛期即有明顯影響，且其影響持續至球莖成熟期，以 300 kg ha<sup>-1</sup> 用量者，產量較高，而是否分施則無顯著影響。綜合試驗結果，在追肥次數 7~10 次情形下，苗栗地區水芋三要素推薦量，氮為 400~600 kg ha<sup>-1</sup>，磷鉀為 200~300 kg ha<sup>-1</sup>，氧化鉀為 450~600 kg ha<sup>-1</sup>。

關鍵詞：土壤資訊、水芋、施肥推薦

## 前 言

依據統計臺灣芋年栽培面積約 2,715 公頃，其中屏東縣佔 25%，臺中縣 22%，苗栗縣 17%，高雄縣 10%，花蓮縣 7%，栽培密度每公頃 27,600~47,600 株，公頃產量低產僅 4 公噸，高產可達

35 公噸，平均公頃產量 14 公噸（農業統計年報，2011 年）。苗栗縣種植芋的區域集中於公館鄉、銅鑼鄉等區域，多以水芋方式種植，亦有以旱作方式栽培者，主要位於後龍鎮，唯面積較少分布零星。

\*論文聯繫人

e-mail: tsaijh@mdais.gov.tw

芋性喜高溫多濕的氣候，生長期溫度需維持於 20°C 以上，適溫為 25~35°C，球莖在 27~30°C 時發育最佳。芋耐蔭性強，不需太強的陽光，如遇過強的陽光，部份新生葉片即易枯乾或枯死。生長旺盛時期，水分不可缺少，土壤水分充足，則忍受空氣乾燥的能力較強（楊等，2008）。

水芋可週年種植，南部地區一般以秋作為主，8~9 月種植，隔年 4~6 月採收；中部地區以春作為主，1~3 月種植，8 月後採收；苗栗地區則於 10 月至翌年 2 月皆有種植，9 月後採收。依據農試所報告，芋生育期可分為 4 個階段，即生長初期，地上部生長旺盛期，球莖快速膨大期及球莖成熟期（陳，1996）。高雄場另依據上述各階段生長量及乾物分配，建立各生育期施用氮肥要領（蔡，2000）。

目前苗栗地區水芋尚未建立施肥推薦，其他水芋主要栽培區如臺中、高雄、花蓮等地區，每公頃之氮推薦量約 400~700 kg、磷酐約 100~150 kg、氧化鉀約 200~500 kg，除基肥外，推薦追肥次數 4~7 次（賴等，2012；全及倪，2010）。過去肥料推薦甚少注意土壤之分類問題，且各地氣候條件也不同，對於不同栽植區的農民無法提供較符合現狀之土壤管理實務。本研究目的為建立適合苗栗水芋栽培區土壤與氣候的施肥管理制度，以充分反應地區環境差異。

## 材料及方法

### 一、土壤特性調查

由農試所取得 2014 年苗栗水芋植栽分布圖層（郭，2015），以地理資訊系統軟體 (Esri ArcGIS 10.3 for Desktop)，與土壤管理組圖層進行套疊分析，分析各坵塊的土壤質地、土層深度、灌排水狀況等屬性，並統計各屬性所佔面積。

### 二、肥料用量田間試驗

水芋田間試驗採春作，於苗栗縣銅鑼鄉中平村進行，試驗田土壤性質如表一所示。

氮用量試驗於 2013 年 1 月 20 日定植，試驗田土壤為非石灰性中質地排水不完全沖積土，表土質地為砂質壤土，150 cm 內無石礫，追肥分為 100、200、400 及 600 kg N ha<sup>-1</sup> 等 4 種處理。磷酐及氧化鉀用量分別為 132 及 418 kg ha<sup>-1</sup>。

氧化鉀用量試驗於 2014 年 1 月 16 日定植，試驗田土壤為非石灰性淺層排水不完全沖積土，表土質地為壤土，30 cm 以下為石礫，追肥分為 150、300、450 及 600 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> 等 4 種處理。氮及磷酐用量分別為 358 及 180 kg ha<sup>-1</sup>。

磷酐用量試驗於 2015 年 1 月 30 日定植，試驗田土壤為非石灰性中質地排水不完全沖積土，表土質地為砂質壤土，150 cm 內無石礫，追肥分為 0、100、200 及 300 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> 等 4 種用量，以及 2、6 等 2 種追肥次數（複因子試驗）。氮及氧化鉀用量分別為 498 及 456 kg ha<sup>-1</sup>。

施肥時期及用量如表三所示，除基肥外，芋生育期追肥次數劃分為 10 次，依據生長勢及降雨情形調整施肥次數，2013 及 2014 年共施用 7 次，2015 年施

用 8 次。各處理三重複，完全逢機區集設計，每小區面積 100 平方公尺，氮用量及氧化鉀用量試驗各小區以隔板隔離，因灌溉水流可受隔板阻礙，磷鉀用量試驗各小區未隔離。

### 三、調查方法

定植後追肥時，調查株高及莖基寬度，每小區調查 10 株。2013 年氮用量試驗，因應蘇力颱風來襲，芋頭進行剪葉措施，株高中斷調查 1 次。2014 年氧化鉀用量試驗，7 月以後因缺水生長勢降低，停止株高調查。2014 年氧化鉀用量試驗及 2015 年磷鉀用量試驗，定植後 120 天起，定期採取芋頭植株，分析植體重量及養分含量。產量調查每小區採集 5 株，每株採 0.04 m<sup>2</sup> 面積的土壤與地下莖，採樣後除淨泥土與根後稱其鮮重，並以 25,000 plant ha<sup>-1</sup> 估計公頃產量。試驗期間平均氣溫、總日射量、及降雨量等資料由本場氣象站搜集。

## 結果與討論

### 一、土壤資訊調查

土壤資訊有助於地區的施肥推薦，最重要的是施肥量與施肥次數。苗栗水芋植栽分布主要位於公館鄉、銅鑼鄉、苗栗市等後龍河流域農地，統計後發現，水芋栽培田區排水不完全佔 93.9%，淺層土（30 cm 以下為石礫）佔 64.3%，表土中至粗質地（壤土、坩質壤土、砂質壤土）佔 97.7%（圖一至圖三）。根據以上結果，水芋栽培區表土絕大部分為中至粗質地，其肥效好、氮

釋放容易，每次追肥氮用量應不可過高。依土層深淺分為兩組，淺層土，其水分及養分易滲漏流失、緩衝力差，應增加追肥次數；其餘地區土層較深者，追肥次數可減少。

### 二、氣候的影響

3 年試驗發現，各年期的生長差異遠大於處理間差異，而且無法完全以土壤性質或肥料效應解釋，推論可能受氣候影響。氣候的影響必須受到重視，據以調整施肥以因應地區氣候條件。田間試驗定植時期為 1 月中至下旬，試驗期間氣溫、日射量、及累積降雨量等氣象資料如表二。1~3 月水芋定植初期，氣溫仍低於 18°C，接近葉片發展之基礎溫度 17°C (Lu *et al.*, 2005)，地上部生長量低，株高仍低（圖四）。4 月以後氣溫高於 20°C，植株開始地上部生長，適逢氣溫及日射量開始逐月提高，有利於乾物質與光合作用產物累積（魏等，1999），地上部發展迅速。2013 年 4 月連續霪雨，7~8 月颱風降雨量遠高於歷年平均，土壤水分充足，株高為 3 年試驗中最高。2014 年 7 月，降雨量低於歷年平均，且氣溫偏高，水分蒸發散強，又適逢水稻成熟期，試驗田淹灌水源受到中斷，生長勢受到明顯影響。2015 年 6 月雨量偏低，加上過高的氣溫與日射量，反而不利新生葉片（楊等，2008），生長旺盛期提早結束，株高為 3 年試驗中最低。整體而言，氣溫及日射量的變化與春作水芋的生長趨勢大致符合，但至 8 月前需有適當降雨量或水分管理，以確保生長穩定。9 月以後為芋成熟期間，降雨量低（2015 年 9 月除

外)，有助於維護球莖品質（蔡，2000）。

### 三、生育期劃分

水芋株高、地下部乾重及收穫指數隨定植後日數變化如圖四、圖五及圖六所示，約種植後 60 天內，株高 19~21 cm，與定植初期約 10~15 cm 相比，變化不大，屬生長初期。種植後約 60~150 天內，株高呈直線上升，最高達 108 cm，莖基寬度（表四）由 2.0~3.5 cm 增加到 5.6~8.1 cm，屬地上部生長旺盛期。第 150 天後株高不再增加，地上部生長達最大之後，球莖開始快速膨大（Goenaga, 1995），屬球莖快速膨大期，此時期莖基寬度仍持續緩慢增加，地下部乾重則由 22~32 g 迅速增加至 79~112 g，收穫指數亦線性增加。第 210 天以後，株高、莖基寬度不增反減，地下部乾重增加緩慢，收穫指數漸趨遲緩，屬球莖成熟期（Lu *et al.*, 2005）。2014 年由於田區斷水，收穫指數在第 210 天有異常，但隨後亦逐漸增加。

### 四、各生育期肥料效應與產量

三要素用量對莖基寬度的影響如表四所示，定植後第 60、90、120、150、180 及 240 天分別代表生長初期、生長旺盛初期、生長旺盛中期、生長旺盛後期、球莖快速膨大期及球莖成熟期。定植後至生長旺盛初期，氮用量對莖基寬度的影響不明顯，可能與當時氣溫仍低有關。生長旺盛中、後期，氮用量越高，莖基寬度越大，然而球莖快速膨大期之後，氮用量對莖基寬度的影響卻不顯著，原因可能與鉀的吸收受到氮的抑

制有關。如表五所示，球莖快速膨大期之後，氮用量越高，葉片鉀的含量越低。水芋產量見表六，各處理產量百分率（各處理產量 ÷ 處理中最高之產量 × 100）分別為 91、93、91、100%，產量雖以 600 kg ha<sup>-1</sup> 處理較高，但處理間差異不顯著（ $p = 0.175$ ），可能是氮用量影響芋乾物分配（De la Pena and Plucknett, 1972），氮用量低，乾物產量雖低，但分配至球莖的比例卻高，反之，氮用量高，乾物產量雖高，但分配至球莖的比例反而降低。

氧化鉀用量對莖基寬度的影響在球莖快速膨大期之前影響並不顯著，顯示生長初期氧化鉀用量不需過高，球莖快速膨大期對莖基寬度的影響顯著（ $p = 0.047$ ），以 450 kg ha<sup>-1</sup> 處理較高，此時乾物生產量逐漸移轉至地下球莖，氧化鉀用量的效應逐漸顯現，但是因為水分管理問題，植株萎縮，生長勢不均，到球莖成熟期，各處理莖基寬度的差異不顯著（ $p = 0.509$ ），無法測得氧化鉀用量對水芋的真正影響。各處理產量百分率分別為 70、74、91、100%，以 450 及 600 kg ha<sup>-1</sup> 處理較高，但差異不顯著（ $p = 0.116$ ），主要與田間生長勢變異太大有關。

磷酐用量於地上部生長旺盛期初期即有影響，以 200 及 300 kg ha<sup>-1</sup> 用量者，莖基寬度較大，到球莖成熟期，其差異依然非常顯著（ $p < 0.0001$ ）。產量以 300 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> 者最高，各處理產量百分率分別為 51、63、84、100%，產量差異非常顯著（ $p < 0.0001$ ），最高磷酐用量處理甚至為未施磷酐處理的 2 倍。雖然本試驗土壤 Bray1 磷已偏高（56 mg kg<sup>-1</sup>），

磷肥效仍非常明顯，可能與定植初期的低溫有關，土溫低時，磷吸收能力差，施用磷肥有助植物吸收，使作物根系發育正常，有利於後來地上部發展。磷酐是否分施則沒有影響。

## 五、苗栗地區水芋施肥管理

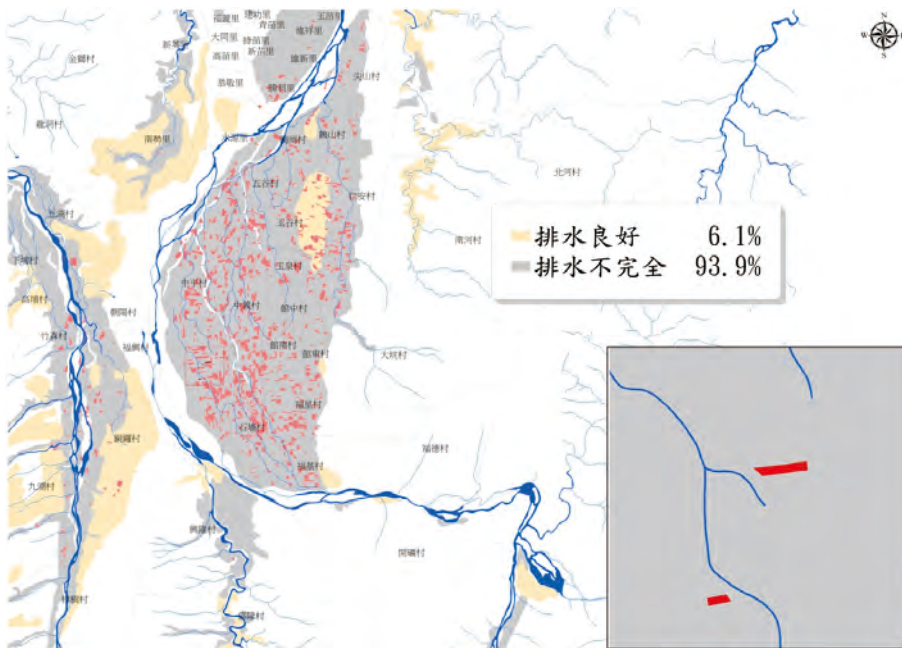
以上結果皆顯示最高肥料用量的處理水芋產量亦最高，理論上更高施肥量應該能達到更高產量，但是分析三要素的植株吸收量（表六）後發現，氮的回收率約 3.6~22%，磷酐回收率約 4.6~9.6%，氧化鉀回收率約 13~35%，遠低於旱作(Goenaga and Chardon, 1995)。苗栗水芋栽培區多屬中粗質地淺層土，水芋施肥管理應著重於施肥效率提升，氮、鉀肥分次施用，配合生育期調整施肥量，並落實水分管理。

水田環境氮容易損失，使氮的利用率偏低，氮的推薦量比旱芋高(Ashokan and Nair, 1984)。水田氮的形態主要為銨態氮，用量過高容易導致土壤酸化，反而阻礙芋的生長(Osorio *et al.*, 2003)，加上考量高氮用量對球莖成熟不利或增加田間罹病率，氮推薦量仍以 400~600 kg N ha<sup>-1</sup> 為宜。適當分施可增加氮的效率，以 7~10 次追施，每次用量 40~60 kg N ha<sup>-1</sup> 為基準，生長初期，氣溫較低，生長量不大，每 4~6 週施一次即可；生長旺盛期，氮的生長效應明顯，可以增加氮施用頻率，每 1~2 週施一次。球莖快速膨大期，用量降為 40 kg N ha<sup>-1</sup>，每月施一次。球莖成熟期初期施用 1 次，用量再降為 30 kg N ha<sup>-1</sup>。

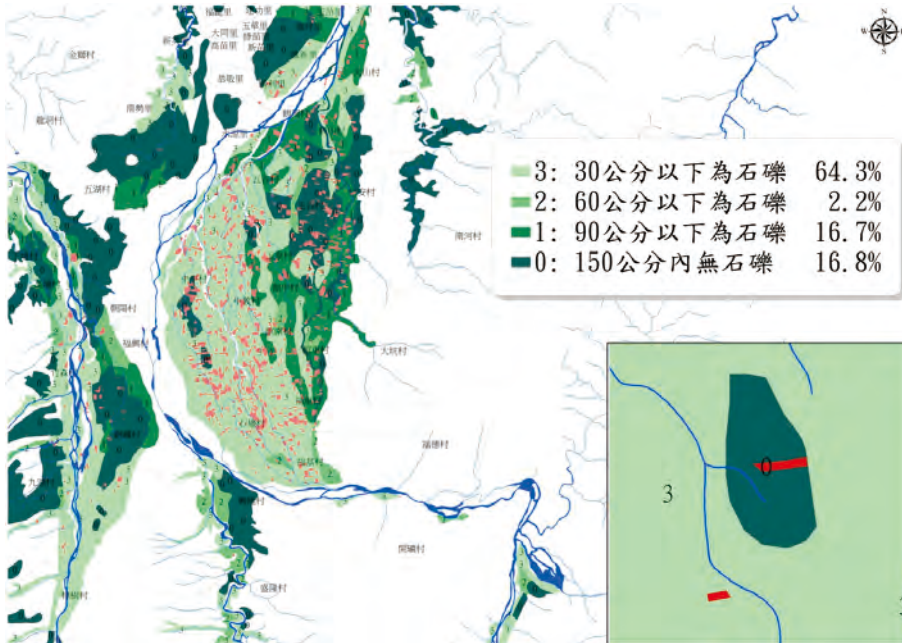
水芋栽培若氮用量偏高，且淹水導致根活性低，鉀吸收可能受到抑制，應

配合氮用量調整氧化鉀用量，推薦用量為 450~600 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>。鉀肥隨氮肥分次追施，生長初期就必須有鉀肥的供應，氧化鉀用量可等於氮用量；生長旺盛期，氧化鉀用量應低於氮用量；球莖快速膨大期後鉀肥效應明顯，氧化鉀用量可大於氮用量；球莖成熟期氧化鉀用量可提升為氮用量的 2 倍。

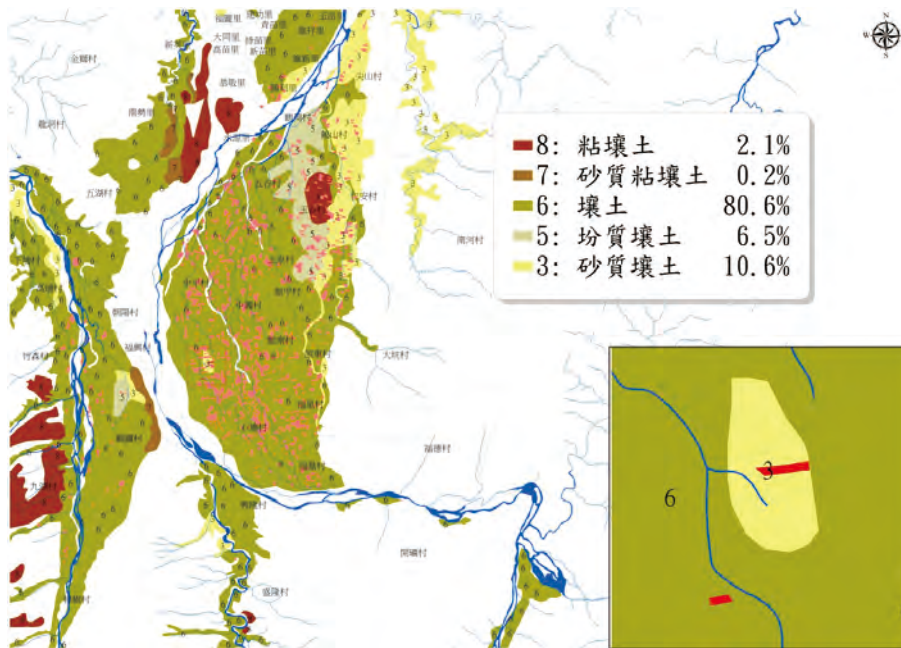
磷酐用量於水芋地上部生長旺盛期即有影響，顯示水芋磷的吸收關鍵期在生長旺盛期，且其影響持續至收穫，尤其春作水芋定植初期土溫較低，補充磷肥可幫助作物吸收磷，建議於基肥或生長旺盛期之前施用才有最高效果，推薦用量 200~300 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>，分 2 次施用（基肥 70%、生長旺盛期 30%）。



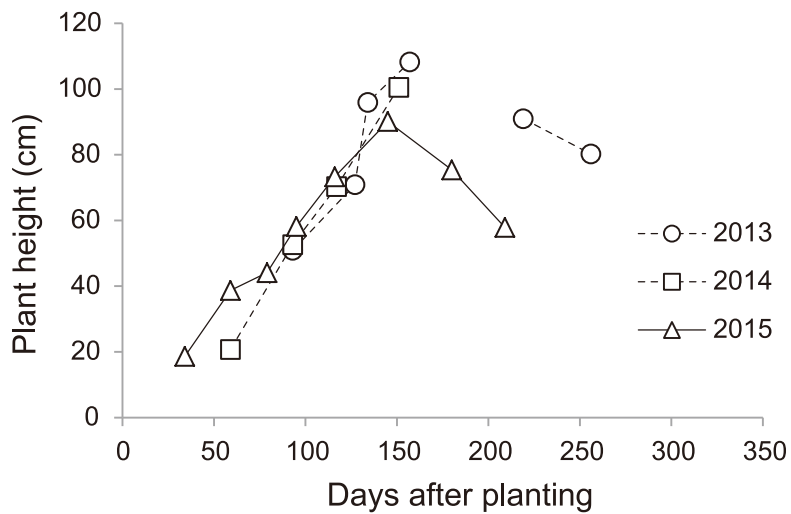
圖一 苗栗水芋栽培田區排水等級分布，各坵塊以粉紅色表示，方框內為試驗田區。  
 Fig. 1. Soil drainage degree of taro cultivation area at Mioli. Frame shows the location of test fields.



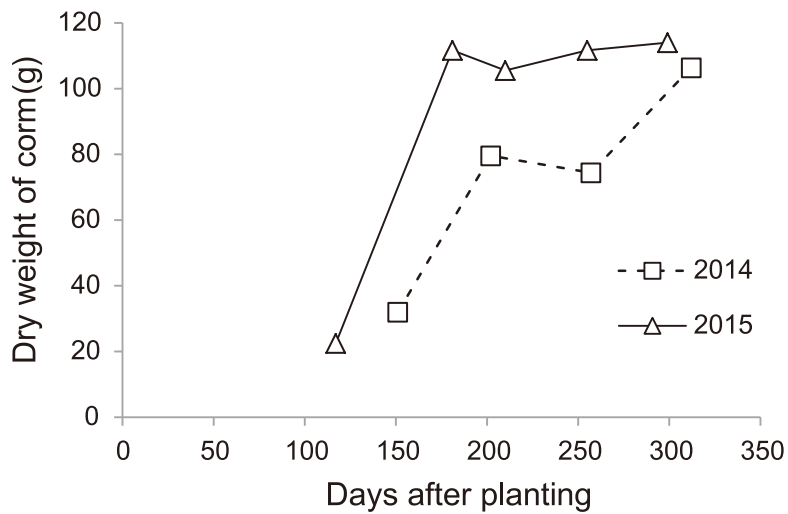
圖二 苗栗水芋栽培田區土層深度分布，各坵塊以粉紅色表示，方框內為試驗田區。  
 Fig. 2. Soil depth of taro cultivation area at Mioli. Frame shows the location of test fields.



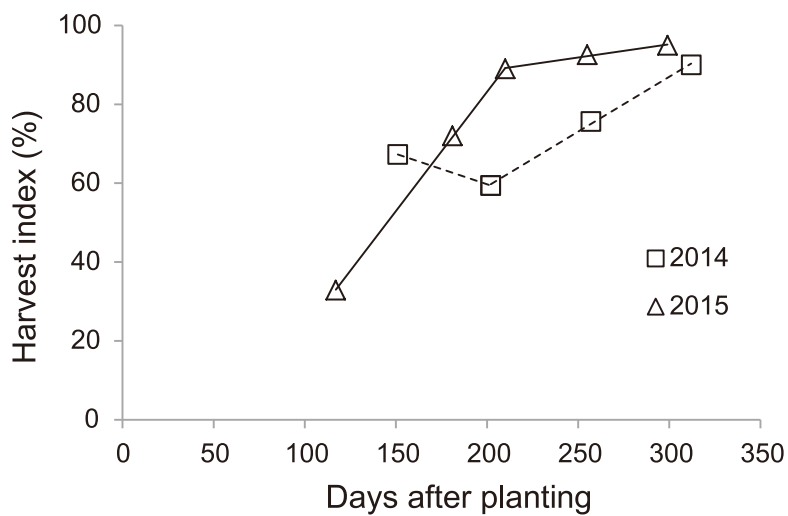
圖三 苗栗水芋栽培田區表土質地分布，各坵塊以粉紅色表示，方框內為試驗田區。  
 Fig. 3. Soil texture of taro cultivation area at Mioli. Frame shows the location of test fields.



圖四 水芋株高定植後日數之變化。  
 Fig. 4. The change of plant height in taro after planting.



圖五 水芋地下部乾重定植後日數之變化。  
Fig. 5. The change of corm dry weight in taro after planting.



圖六 水芋收穫指數定植後日數之變化。  
Fig. 6. The change of harvest index in taro after planting.



表一 試驗前土壤性質

Table 1. Soil properties at the beginning of the experiments

Year	pH	EC dS m <sup>-1</sup>	OM g kg <sup>-1</sup>	Bray1 P mg kg <sup>-1</sup>	Exg. K mg kg <sup>-1</sup>	Exg. Ca mg kg <sup>-1</sup>	Exg. Mg mg kg <sup>-1</sup>
2013	6.05	0.080	24.5	51	35	853	132
2014	6.40	0.102	24.2	35	64	1093	190
2015	5.77	0.130	24.3	56	107	1026	157

表二 試驗期間每月平均氣溫、日射量、及累積降雨量等氣象資料

Table 2. Monthly temperature, solar radiation, and precipitation during the cropping

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Temperature (°C)												
2013	14.9	17.0	18.7	20.4	25.6	28.2	27.9	27.9	26.4	25.6	19.7	15.1
2014	14.5	14.6	17.6	21.8	25.1	27.7	29.4	28.9	28.4	23.4	21.0	14.7
2015	14.8	15.8	18.2	22.3	26.0	29.5	28.4	27.5	26.2	24.0	22.4	17.5
General *	14.7	15.3	17.8	21.9	25.3	28.1	28.3	28.1	27.0	23.6	21.2	16.4
Solar radiation (mj m <sup>-2</sup> )												
2013	290	260	386	311	558	546	560	452	494	504	316	253
2014	395	412	316	423	369	456	585	539	497	549	360	294
2015	388	325	360	522	426	657	553	449	530	443	384	284
General	344	326	328	432	410	534	560	485	487	465	351	283
Precipitation (mm)												
2013	34	1	11	233	375	128	532	689	97	18	24	117
2014	1	91	92	39	488	223	44	153	44	7	1	48
2015	21	60	62	51	356	65	178	281	218	41	2	69
General	23	81	93	86	347	196	140	245	149	30	14	51

\*The average of data from 1980 to 2015.

表三 試驗田施肥時期與三要素用量

Table 3. N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and K<sub>2</sub>O application rate of the experiment after planting

	Days after planting										
	0	45	75	90	105	120	135	150	180	210	240
Application rates(kg ha <sup>-1</sup> )											
Year 2013											
N											
600	30	135	-	135	-	60	-	40	53	53	53
400	30	90	-	90	-	40	-	30	40	40	40
200	30	45	-	45	-	20	-	12	16	16	16
100	30	23	-	23	-	10	-	6	8	8	8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30	54	-	0	-	36	-	0	12	0	0
K <sub>2</sub> O	30	72	-	36	-	36	-	36	48	80	80
Year 2014											
N											
60	60	30	34	-	50	-	50	50	42	42	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>											
60	60	80	0	-	40	-	0	0	0	0	-
K <sub>2</sub> O											
600	60	80	80	-	100	-	100	120	100	100	-
450	60	60	60	-	75	-	75	90	75	75	-
300	60	40	40	-	50	-	50	60	50	50	-
150	60	20	20	-	25	-	25	30	25	25	-
Year 2015											
N											
60	60	45	66	72	75	-	60	60	45	-	15
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>											
A300*	30	167	0	0	67	-	0	0	0	-	0
A200	20	111	0	0	44	-	0	0	0	-	0
A100	10	56	0	0	22	-	0	0	0	-	0
A0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0
B300	10	56	56	56	22	-	22	22	0	-	0
B200	7	37	37	37	15	-	15	15	0	-	0
B100	3	19	19	19	7	-	7	7	0	-	0
B0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0
K <sub>2</sub> O											
30	30	50	75	38	38	-	50	50	75	-	50

\*A and B represent 2 dressing designs of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

表四 要素用量在不同時期對水芋莖基寬度之影響

Table 4. Shoot width response to N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and K<sub>2</sub>O application rates after different planting days

Application rates (kg ha <sup>-1</sup> )	Days after planting					
	60	90	120	150	180	240
Shoot width (cm)						
N rates						
100	-	3.23 ± 0.40 a	5.59 ± 0.27 c	6.86 ± 0.48 c	8.14 ± 0.60 a	4.76 ± 0.17 a
200	-	3.67 ± 0.40 a	5.69 ± 0.26 c	7.55 ± 0.47 b	8.21 ± 0.54 a	4.79 ± 0.32 a
400	-	3.88 ± 0.49 a	6.34 ± 0.18 b	8.10 ± 0.43 a	8.47 ± 0.48 a	5.11 ± 0.34 a
600	-	3.82 ± 0.41 a	6.77 ± 0.48 a	8.13 ± 0.39 a	8.67 ± 0.45 a	5.13 ± 0.19 a
K <sub>2</sub> O rates						
150	2.04 ± 0.15 a*	2.69 ± 0.04 a	5.64 ± 0.30 a	5.68 ± 0.26 a	5.93 ± 0.40 c	4.54 ± 0.38 a
300	2.09 ± 0.20 a	2.71 ± 0.03 a	5.71 ± 0.47 a	6.08 ± 0.36 a	5.89 ± 0.36 c	4.47 ± 0.56 a
450	2.06 ± 0.13 a	2.67 ± 0.07 a	6.09 ± 0.39 a	6.09 ± 0.21 a	7.32 ± 0.23 a	5.40 ± 0.44 a
600	2.00 ± 0.21 a	2.70 ± 0.06 a	5.81 ± 0.51 a	6.16 ± 0.67 a	6.65 ± 0.59 b	5.11 ± 0.86 a
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> rates						
0	3.42 ± 0.26 a	5.04 ± 0.30 b	5.46 ± 0.48 b	5.75 ± 0.59 b	5.37 ± 0.76 b	4.98 ± 0.30 b
100	3.30 ± 0.38 a	5.15 ± 0.29 b	5.85 ± 0.62 b	5.62 ± 0.46 b	6.16 ± 0.57 b	5.59 ± 0.35 b
200	3.35 ± 0.33 a	6.05 ± 0.51 a	6.72 ± 0.57 a	6.66 ± 0.57 a	7.43 ± 0.86 a	7.34 ± 0.77 a
300	3.54 ± 0.35 a	6.18 ± 0.28 a	6.54 ± 0.32 a	6.58 ± 0.70 a	7.49 ± 0.58 a	7.50 ± 0.60 a

\* Means within each column in the same fertilizer followed by the same letters are not significantly different test by LSD at  $p < 0.05$ .

表五 氮用量在球莖快速膨大期之後對水芋葉片鉀含量之影響

Table 5. Taro foliar K content response to N application rates after rapid corm bulking

N rates (kg ha <sup>-1</sup> )	Days after planting		
	157	219	256
	Foliar K content (g kg <sup>-1</sup> )		
100	38.2 ± 0.9 a*	34.2 ± 4.9 a	32.9 ± 1.6 a
200	32.2 ± 3.3 b	33.7 ± 2.1 a	29.3 ± 2.6 ab
400	29.6 ± 0.6 b	27.6 ± 2.5 ab	27.9 ± 1.8 b
600	25.6 ± 1.1 c	29.8 ± 0.8 b	22.9 ± 2.3 c

\* Means within each column followed by the same letters are not significantly different test by LSD at  $p < 0.05$ .

表六 要素用量對水芋產量與全株要素吸收量之影響

Table 6. Yield and plant uptake of taro response to N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and K<sub>2</sub>O application rates

Application rates (kg ha <sup>-1</sup> )	Yield (Mg ha <sup>-1</sup> )	N uptake (kg ha <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O uptake (kg ha <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> uptake (kg ha <sup>-1</sup> )
N rates				
100	12.3 ± 1.14 a*	-	-	-
200	12.6 ± 1.72 a	-	-	-
400	12.3 ± 1.13 a	-	-	-
600	13.5 ± 1.29 a	-	-	-
K <sub>2</sub> O rates				
150	9.06 ± 0.70 a	21.5 ± 4.85	52.3 ± 6.61	9.23 ± 1.28
300	9.53 ± 1.24 a	24.9 ± 4.55	53.2 ± 7.54	9.93 ± 1.31
450	11.8 ± 2.97 a	25.2 ± 5.94	68.0 ± 17.5	11.3 ± 3.19
600	12.9 ± 1.09 a	27.2 ± 4.63	74.4 ± 8.56	11.8 ± 1.39
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> rates				
0	7.85 ± 0.83 d	14.9 ± 2.26	48.9 ± 9.16	8.16 ± 1.93
100	9.59 ± 0.82 c	15.5 ± 1.82	50.6 ± 6.68	9.66 ± 1.25
200	12.9 ± 1.76 b	22.4 ± 6.71	71.8 ± 20.4	12.7 ± 2.76
300	15.3 ± 1.44 a	22.0 ± 7.99	78.6 ± 22.7	13.9 ± 4.57

\* Means within each column in the same fertilizer followed by the same letters are not significantly different test by LSD at  $p < 0.05$ .

## 引用文獻

- 蔡永暉。2000。施氮對芋植株生長及乾物生產分配之影響。高雄區農業改良場研究彙報。11 (2) : 22-36。
- 郭鴻裕。2015。苗栗地區6種土地覆蓋作物與土壤各屬性網格圖資 TWD97。農業試驗所農業化學組。
- 全中和、倪禮豐。2010。水芋合理化施肥技術。行政院農業委員會花蓮區農業改良場。
- 陳烈夫。1996。水芋收穫指數與乾物生產分配之關係。中華農業研究 45 (2) : 174-185。
- 楊秀珠、黃逸湘、蘇文瀛、黃裕銘、林秀芳。2008。芋頭整合管理。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。
- 賴文龍、郭雅紋、陳玟瑾。2012。臺中地區水芋肥培管理技術。臺中區農業改良場專訊79 : 6-10。
- 魏夢麗、陳烈夫、呂椿棠、呂秀英。1999。期作間水芋全生育期光合物質生產之比較。中華農業研究 47 (3) : 47-64。
- Ashokan, P. K. and V. Nair.** 1984. Response of taro (*colocasia esculenta* (L.) Schott). To nitrogen and potassium. J. Root Crops 10: 59-63.
- De la Pena, R. S. and D. L. Plucknett.** 1972. Effect of nitrogen fertilization on the growth, composition, and yield of upland and lowland taro (*colocasia esculenta*). Expl. Agric. 8: 187-194.
- Goenaga, R.** 1995. Accumulation and partitioning of dry matter in taro (*colocasia esculenta* (L.) Schott). Annals of Botany 76: 337-341.
- Goenaga, R. and U. Chardon.** 1995. Growth, yield and nutrient uptake of taro grown under upland conditions. J. Plant Nutr. 18(5): 1037-1048.
- Lu, H. Y., C. T. Lu, L. F. Chan, and M. L. Wei.** 2005. Modeling weather-crop growth relationships. Crop, Environment & Bioinformatics 2: 61-72.
- Mohankumar, C. R., N. Sadanandan, and P. Saraswathy.** 1990. Effect of levels of NPK and time of application of N and K on the yield of taro (*colocasia esculenta* (L.) Schott). J. Root Crops 16: 33-38.
- Osorio, N. W., X. Shuai, S. Miyasaka, B. Wang, R. L. Shirey, and W. J. Wigmore.** 2003. Nitrogen level and form affect taro growth and nutrition. Hort Science 38(1): 36-40.

# Soil information and fertilization recommendation of taro in paddy field at Miaoli district

**Jeng-Hsien Tsai\* and Tian-Yih Wu**

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Miaoli, Taiwan, R. O. C.

## **ABSTRACT**

The purpose of this study was to establish wetland taro fertilizer recommendation based on soil information. The response of taro to various fertilizer application rates in field trials as 100, 200, 400 and 600 kg N ha<sup>-1</sup> at 2013, 150, 300, 450 and 600 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> at 2014, and 0, 100, 200 and 300 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> at 2015, respectively. Soil information showed that 64.3% of taro cultivation field in Miaoli belong to shallow soil depths, 97.7% are medium to coarse soil textures, 93.9% are not completed drainage. Temperature and solar radiation correspond with the growth of taro. The rainfall or water management may greatly influence the fertilization effects. The growth periods could be divided to 4 stages base on days after planting, initial growth at 0-60 days, rapidly growth at 60-150 days, rapid corm bulking at 150-210 days, and corm maturing after 210 days. The results showed that the shoot widths responded to N application at rapidly growth stage. The application amount of 600 kg N ha<sup>-1</sup> was the highest yield. The shoot widths responded to K<sub>2</sub>O application at rapid corm bulking stage. The application amount of 450 and 600 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> had the highest yield. The shoot widths responded to P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> application from beginning of rapidly growth stage. The application amount of 300 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> had the highest yield. For the proper yield and efficiency, 400-600 kg N ha<sup>-1</sup>, 450-600 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, and 200-300 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> were recommended for paddy field taro in Miaoli area.

**Keywords:** soil information, taro in paddy field, fertilizer recommendation

\*Corresponding author, e-mail: tsaijh@mdais.gov.tw