

## 控釋肥與有機質複合肥肥效釋放之研究

楊 曜 謙<sup>1)</sup> 宋 妤<sup>2)</sup>

關鍵字：控釋肥、有機質複合肥、電導度、酸鹼度、氮釋放情形

**摘要：**將台肥 43 號 (即溶性化肥)1.7 g、台肥黑旺特 43 號 (有機質複合肥)1.7 g 和妙妙旺 (裹聚合物控釋型肥料)1.5 g，各放入肥料釋放袋內並分別埋入砂質壤土或泥炭土中，並放入日夜溫 30/25 °C 之生長室進行實驗，於 2、4、8、16、30、60、90 和 120 天採集砂質壤土與泥炭土，調查電導度、酸鹼度與無機態氮含量，結果顯示於砂質壤土中，台肥黑旺特 43 號其釋放之情形類似台肥 43 號，但以台肥黑旺特 43 號其電導度較高介於 3.3-4.4 mS cm<sup>-1</sup>，妙妙旺在 30/25 °C 下，60 天電導度即維持平衡在 2.2-2.9 mS cm<sup>-1</sup>，且氮的釋放線性期大約落於 16-60 天。於泥炭土中，台肥黑旺特 43 號與台肥 43 號之無機態氮含量由大約 3000 ppm 隨著時間下降，妙妙旺處理幾乎維持在 500 ppm 含量。

### 前 言

蔬菜生長需肥料供給營養要素，為要穩定蔬菜生產，農民常會施用過量化學肥料，肥料種類有速效性與緩效性，施用速效性肥料可能使土壤養分分布不均，或者鹽類於土壤累積過多的情況發生。緩效型肥料有許多種類，其中控釋型肥料外包裹疏水或隔水材料，施用後緩慢溶解，透過擴散作用、滲透壓釋放內部有效成分為核心肥料，最後包膜的瓦解對流釋放出所有養份。相較於即溶性化肥，因其緩慢釋放營養成分的特性，降低人力成本外，常作為盆栽植的肥料來源，配合不同灌溉模式、施放位置和施用量可以更有效的改善植物

---

1) 國立中興大學園藝學系研究生

2) 國立中興大學園藝學系教授、通訊作者

生長與品質，增加肥料利用效率並降低肥料的損失，減少淋洗的發生。土壤或介質中水分會影響到控釋肥養分釋放，溫度是主要影響控釋肥釋放速率的因素，溫度提升會增加其養分釋放量造成釋放期縮短。台灣年均溫大約 25°C，設施內夏季最高溫可能高於室外 5-6°C，且氣溫與土溫有高度正相關性，可能會造成控釋型肥料提早放出大量營養成分，縮短可利用時間，為控制肥效以控釋肥方式研究其釋放情形。

有機質複合肥如黑旺特為化學肥料添加有機質，其有機質可間接或直接改善土壤物化結構如孔隙度或保水力，並間接提供植株養分與改善作物根系環境，有研究顯示施用有機質肥料較化學肥料能有效提高西瓜甜度。氮素的提供對葉菜類作物非常重要，較高的氮含量的堆肥有相對較高的氮礦化作用，4-8 週就有 60-80% 氮釋放出來，不同之有機質肥料其氮素礦化情形皆有所不同，而對於化學肥料添加有機質之氮礦化作用相對了解甚少，不知其氮的釋放是有如化學肥料還是堆肥釋放情形。

本研究主要調查台肥 43 號 (即溶性化肥)、台肥黑旺特 43 號 (有機質複合肥)和妙妙旺 (裹聚合物控釋型肥料)於土壤或泥炭培養土中其釋放情形，以建立不同肥料在土壤或無土介質的施用技術基礎。

## 材 料 方 法

### 一、試驗肥料：

- (一)、複合型控釋肥：妙妙旺 (N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 17 : 17 : 17，恆欣股份有限公司)
- (二)、有機質複合肥：黑旺特 43 號 (N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O : MgO : OM = 15 : 15 : 15 : 4 : 50，台灣肥料股份有限公司)
- 3.速效型複合肥：台肥 43 號 (N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O : MgO = 15 : 15 : 15 : 4，台灣肥料股份有限公司)

### 二、試驗介質與土壤：

- (一)、無土介質：以泥炭土 (廠牌：jiffy)、珍珠石及蛭石 8:1:1 比例混合，進行實驗前將無土介質放入籃中並澆滿水，籃子上方蓋上塑膠袋擺於溫室中，2 天後秤取 100 g 裝入 6 號夾鏈袋中。
- (二)、土壤：此實驗於 2020 年 1 月於中興大學園藝試驗場之蔬菜溫室內，利用土鑽採 0-30 公分之土壤，經自然陰乾後用 5 mm 之篩網進行過篩以供實驗所用。進行實驗前秤取 100 g 裝入 6 號夾鏈袋中並加入 25 mL 之去離子水，以達 1/3 bar 的水分含量。

### 三、肥料釋放處理

- (一)肥料釋放袋：使用 Miracloth (孔隙 22-25 μm，Calbiochem®) 剪裁成 3 x 5 cm 的長方形，折成長方形袋，肥料置入，四周以訂書針釘，放入介質或土壤。

(二)試驗日期及地點：2020年1月至5月中旬於中興大學放在日夜溫30/25°C生長箱內進行實驗。

(三)釋放實驗：

以供試肥料之全氮含量作為依據，根據不結球白菜之作物施肥手冊中最大推薦用量(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=250:75:150 kg/ha)推算肥料施用量並乘以100倍為方便秤取肥料，並將供試肥料妙妙旺1.5g、黑旺特43號及台肥43號1.7g分別置入肥料釋放袋中，將肥料釋放袋放入無土介質或土壤並完全覆蓋住肥料釋放袋，一袋一包肥料，最後使用打洞機在夾鏈袋外靠近頂部3公分處打直徑0.5cm的孔，避免厭氧的情況發生。並於2、4、8、16、30、60、90和120天進行採集，每處理四重複。

四、調查項目與方法

(一)溫度調查：以HOBO Temperature/Relative Humidity Data Logger及HOBO Pendant Temperature/Light Data Logger記錄室溫、濕度及光度。

(二)介質分析

- 1.介質採樣：夾鏈袋中之土壤或無土介質倒出陰乾，以5mm之篩網過篩，磨碎保存。
- 2.介質EC與pH值測定：秤取介質5g於80mL的燒杯中，以1:5方式加入25mL的去離子水，以150rpm震盪一小時後，再以濾紙Whatman No.1過濾至30mL之試管，測定EC值和pH值。

3.介質元素測定：

(1).介質氮元素萃取液製備：

根據土壤分析手冊中土壤氮的製備方法(方,1995)秤取10g之介質於100mL之燒杯中並加入50mL之2N KCl，以150rpm震盪1小時後，靜置使懸浮液直至澄清，再以濾紙Whatman No.42過濾至PE瓶中低溫保存。

(2).銨態氮與硝酸態氮之測定：

根據micro-Kjeldahl(Bremner and Mulvaney, 1982)之測定方式，從PE瓶中吸取15mL至蒸餾瓶中，並加入1mL之2% sulfamic acid以破壞NO<sub>2</sub>搖晃數秒後，依序各加入0.2g MgO和Devarda合金，利用micro-Kjeldahl裝置通蒸氣使其氨化，並用含指示劑之2% Boric acid 20mL(紫色)接收氨氣與氨水達至總體積50mL(綠色)。最後以0.005N的H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>滴定回紫色並記錄滴定的數值。

帶入以下公式計算出銨態氮加硝酸態氮含量：

土壤氮素 (ppm) = (A-B) x 0.07 x f x 100 / 土壤樣品 (g) x 1000 / 濾液數 (mL) x k

A=樣品的硫酸滴定量 (mL)

B=空白的硫酸滴定量 (mL)

f=標準硫酸液當量濃度之校正係數

k=風乾土/乾土重 (105°C乾燥)

五、統計分析

以上試驗採完全隨機試驗設計 (Completely randomized design, CRD)，數據採用 SAS 套裝軟體 9.4 版 (SAS. Institute, Cary NC) 中的 ANOVA (Analysis of variance) 進行變方分析 ( $\alpha = 0.05$ )，以 Fisher's LSD 進行各處理平均值的比較。

## 結 果

### 一、EC 值、pH 值

台肥 43 號 1.7 g、黑旺特 43 號 1.7 g 和妙妙旺 1.5 g 施用於砂質壤土 (圖 1) 或泥炭土 (圖 2) 對其 EC 變化影響，結果顯示在砂質壤土 EC 值 (圖 1)，黑旺特之處理於施用後第 2 天即顯著高於台肥 43 號和妙妙旺處理，EC 值大約維持在 3.3-4.4  $\text{mS cm}^{-1}$ ，但施用 120 天後與台肥 43 號處理相比無顯著差異。台肥 43 號之處理組於第 4 天 EC 平均值才超過 2.5  $\text{mS cm}^{-1}$ ，並於之後 EC 值維持在 2.3-3.4  $\text{mS cm}^{-1}$ 。妙妙旺處理值則緩慢上升，大約於施用後 60 天後，維持在 2.2-2.9  $\text{mS cm}^{-1}$ 。

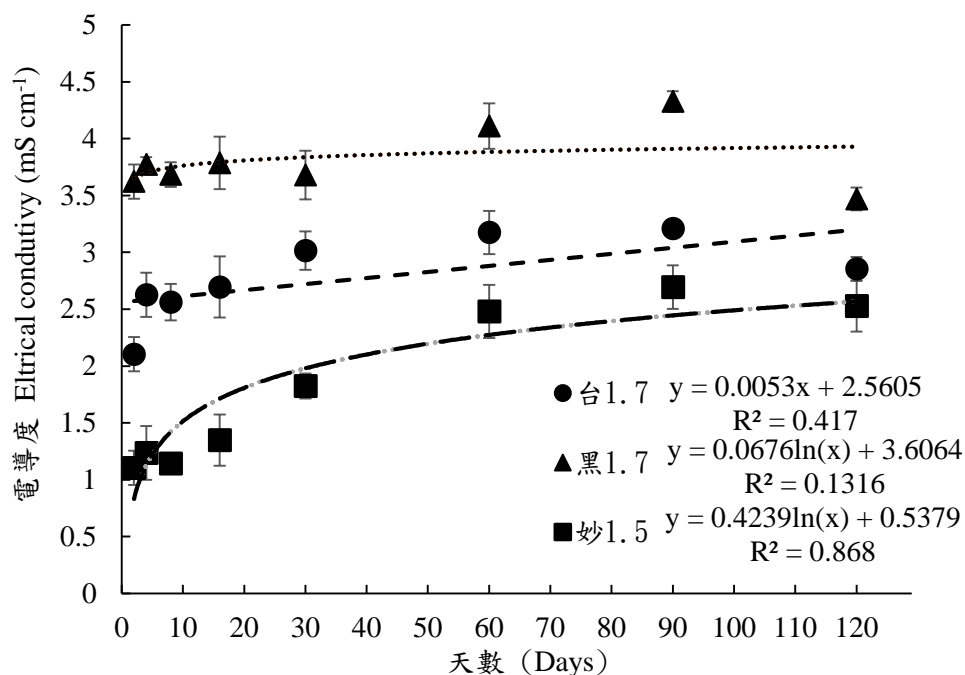


圖 1. 沙質壤土施用妙妙旺(■妙 1.5)、台肥 43 號(●台 1.7)和黑旺特 43 號(▲黑 1.7) 120 天之電導度變化情形 I= means  $\pm$  SD。

Fig. 1. Electrical conductivity on Sand loam applied Multicote (■ control-released fertilizer 1.5 g), No. 43 (● Instant Water Soluble Fertilizer 1.7 g) and No. 43 'Hey Wong' (▲ nitrophosphate organic compound fertilizer 1.5 g) in 120 days, respectively. I= means  $\pm$  SD.

在泥炭土 EC 值部份 (圖 2)，黑旺特處理顯著高於妙妙旺處理，且 2-60 天與第 120 天皆顯著高於其他組處理，大約於第 8 天開始 EC 值維持在 12.5-15.9  $\text{mS cm}^{-1}$ 。台肥 43 號處理顯著高於妙妙旺處理，且在第 16 天和 90 天 EC 值分別為 9.5-10.1 和 12.7-14.1  $\text{mS cm}^{-1}$ 。妙妙旺處理顯著低於其他處理組，並緩慢上升大約於施用 60 天後 EC 值維持在 9.2-11.9  $\text{mS cm}^{-1}$ 。

台肥 43 號、黑旺特 43 號和妙妙旺施用於砂質壤土 (圖 3) 或無土介質 (圖 4) 對其 pH 值變化影響，結果顯示在砂質壤土 pH 值部份 (圖 3)，台肥 43 號處理於 8-120 天之 pH 值皆顯著高於其他處理組，在 4 天後 pH 值超過 7.2，並於 4-90 天維持在 7.2-7.4，但於 120 天後下降至 7。黑旺特處理隨著天數增加，pH 值從 6.9 下降至 6.3。妙妙旺處理初期先上升至大約 pH 值 7，隨著天數增加，pH 值開始下降，於施用 120 天後 pH 值大約 6.1。

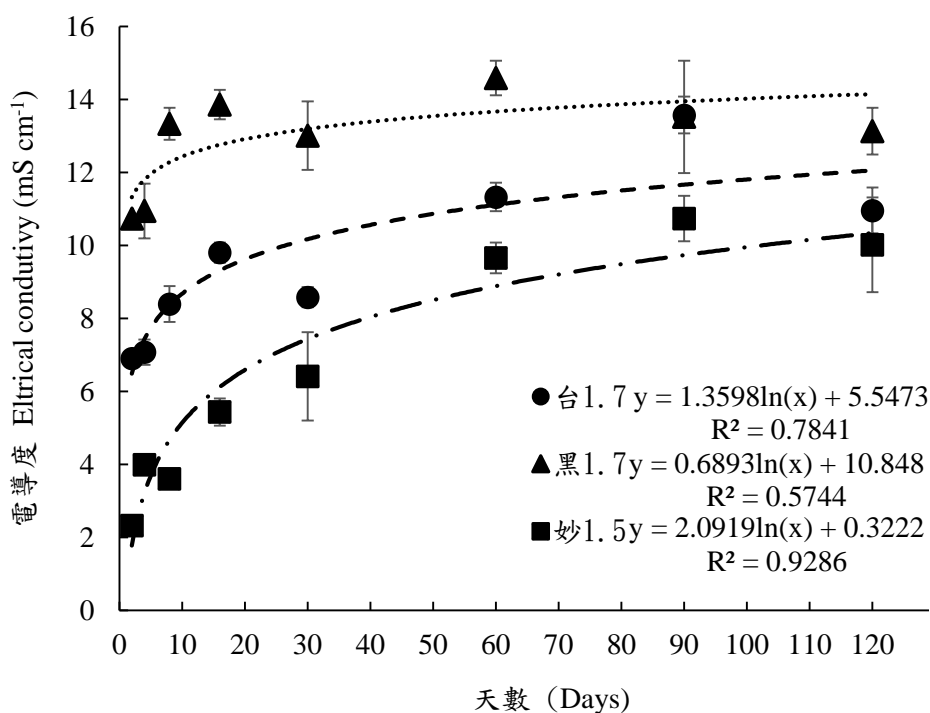


圖 2. 泥炭土施用妙妙旺(■ 妙 1.5)、台肥 43 號(● 台 1.7)和黑旺特 43 號(▲ 黑 1.7) 120 天內之電導度變化情形 I= means  $\pm$  SD。

Fig. 2. Electrical conductivity on peat moss applied Multicote (■ control-released fertilizer 1.5 g), No. 43 (● Instant Water Soluble Fertilizer 1.7 g) and No. 43 'Hey Wong' (▲ nitrophosphate organic compound fertilizer 1.5 g) in 120 days, respectively. I= means  $\pm$  SD.

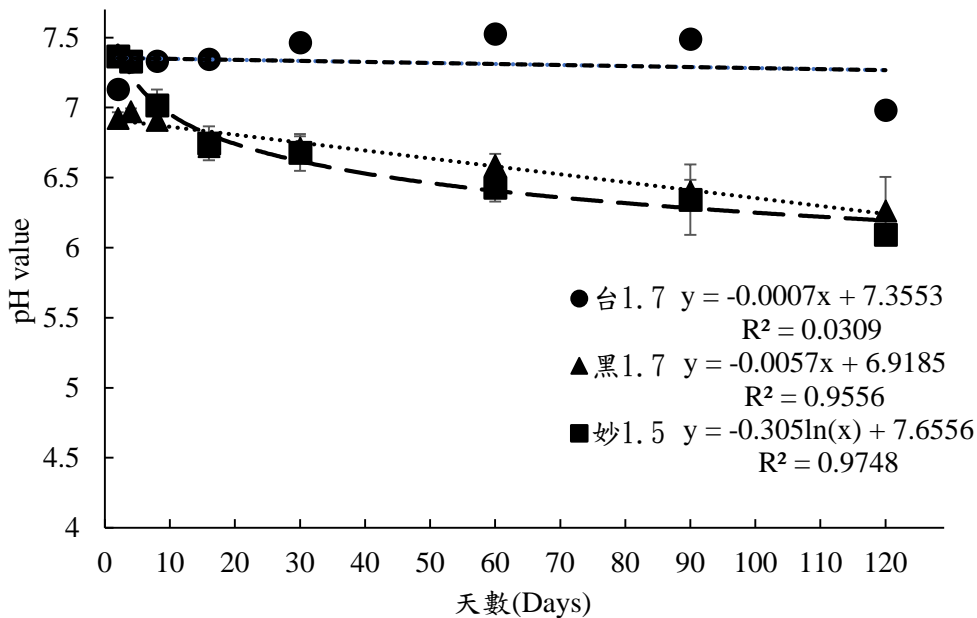


圖 3. 沙質壤土施用妙妙旺(■ 妙 1.5)、台肥 43 號(● 台 1.7)和黑旺特 43 號(▲ 黑 1.7) 120 天之酸鹼度變化情形 I= means  $\pm$  SD。

Fig. 3. pH value on Sand loam applied Multicote (■ control-released fertilizer 1.5 g), No. 43 (● Instant Water Soluble Fertilizer 1.7 g) and No. 43 'Hey Wong' (▲ nitrophosphate organic compound fertilizer 1.5 g) in 120 days, respectively. I= means  $\pm$  SD.

在泥炭土 pH 值部分 (圖 4)，台肥 43 號處理在施用後 4、16 和 30 天其 pH 值顯著高於其他處理組，初期 0-4 天上升至 7，隨著天數增加則下降至 4.3。黑旺特處理在施用後 2 和 4 天 pH 值顯著最低，於 30 天顯著高於妙妙旺，隨著時間增加 pH 值由 6 下降至 4.4。妙妙旺之處理在施用後第 2 和 4 天 pH 值顯著高於黑旺特處理，於第 4 天 pH 值達到 6.3，之後隨著天數增加 pH 值下降，第 30 天 pH 值顯著低於其他處理組，第 120 天下降至 4.3。

## 二、無機態氮

台肥 43 號 (台 1.7)、黑旺特 43 號 (黑 1.7) 和妙妙旺 (妙 1.5) 施用於砂質壤土 (圖 5) 或無土介質 (圖 6) 對其無機態氮 ( $\text{NO}_3^- \text{-N} + \text{NH}_4^+ \text{-N}$ ) 變化影響，結果顯示在砂質壤土無機態氮 ( $\text{NO}_3^- \text{-N} + \text{NH}_4^+ \text{-N}$ ) 部份 (圖 5)，台肥 43 號處理於 60-120 天皆顯著高於其他處理組，並於 30 天後之無機態氮含量維持在 1500 ppm。黑旺特處理大約在第 4 天無機態氮含量達到 1400 ppm，其後下降維持在 1200 ppm 附近。妙妙旺處理隨著天數的增加，砂質壤土中無機態氮含量也增加，在第 90 天達至 1300 ppm 顯著高於黑旺特處理，但在第 120 天時下降至 1200 ppm。

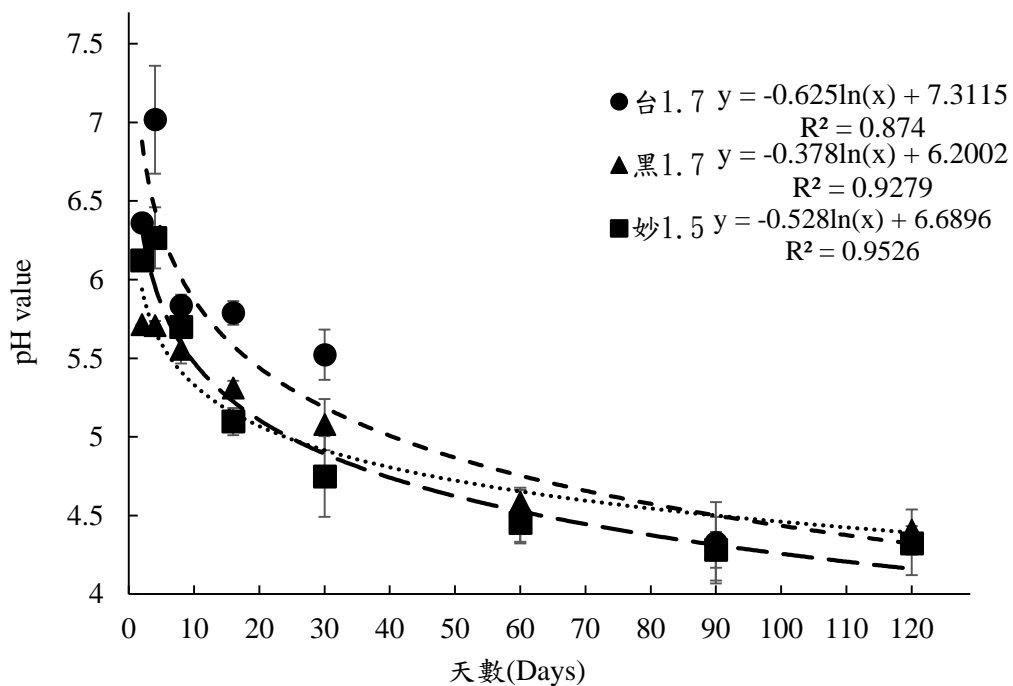


圖 4.泥炭土施用妙妙旺(■ 妙 1.5)、台肥 43 號(● 台 1.7)和黑旺特 43 號(▲ 黑 1.7) 120 天內之酸鹼度變化情形 I= means ± SD。

Fig. 4. pH value on peat moss applied Multicote (■ control-released fertilizer 1.5 g), No. 43 (● Instant Water Soluble Fertilizer 1.7 g) and No. 43 'Hey Wong' (▲ nitrophosphate organic compound fertilizer 1.5 g) in 120 days , respectively. I= means ± SD.

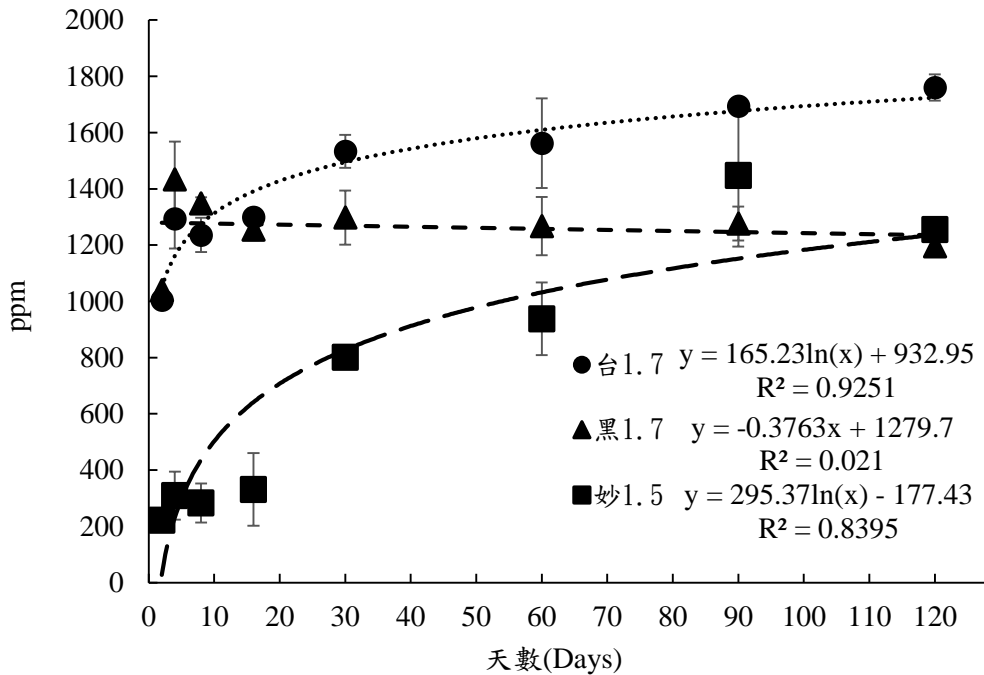


圖 5. 砂質壤土施用妙妙旺(■妙 1.5)、台肥 43 號(●台 1.7)和黑旺特 43 號(▲黑 1.7) 120 天內之無機態氮( $\text{NO}_3^-$ -N +  $\text{NH}_4^+$ -N)連續釋放情形 I= means ± SD。

Figure 5. Inorganic nitrogen ( $\text{NO}_3^-$ -N +  $\text{NH}_4^+$ -N) on sand loam applied Multicote (■ control-released fertilizer 1.5 g), No. 43 (● Instant Water Soluble Fertilizer 1.7 g) and No. 43 'Hey Wong' (▲ nitrophosphate organic compound fertilizer 1.5 g) in 120 days , respectively. I= means ± SD.

在泥炭土無機態氮( $\text{NO}_3^-$ -N +  $\text{NH}_4^+$ -N)部份(圖 6)，台肥 43 號處理在初期 30 天內無機態氮含量達至高點介於 3000-3500 ppm，隨著時間增加無機態氮的含量也下降至大約 1300 ppm，並於 60 天後無土介質之無機態氮含量與第 90 和 120 天相比並無顯著差異，因其各別無機態氮含量差異較大。黑旺特處理在初期 16 天內達至高點 3000-3200 ppm，隨著時間增加反而無機態氮含量降低，在第 120 天顯著低於其他處理達至大約 500 ppm。妙妙旺處理在第 4 天達至 1600 ppm，隨後第 8 到 90 天無機態氮含量下降維持在大約 500 ppm，在 60 天內妙妙旺處理皆顯著低於其他處理組，在第 120 天上升至 800 ppm 並顯著高於黑旺特處理。



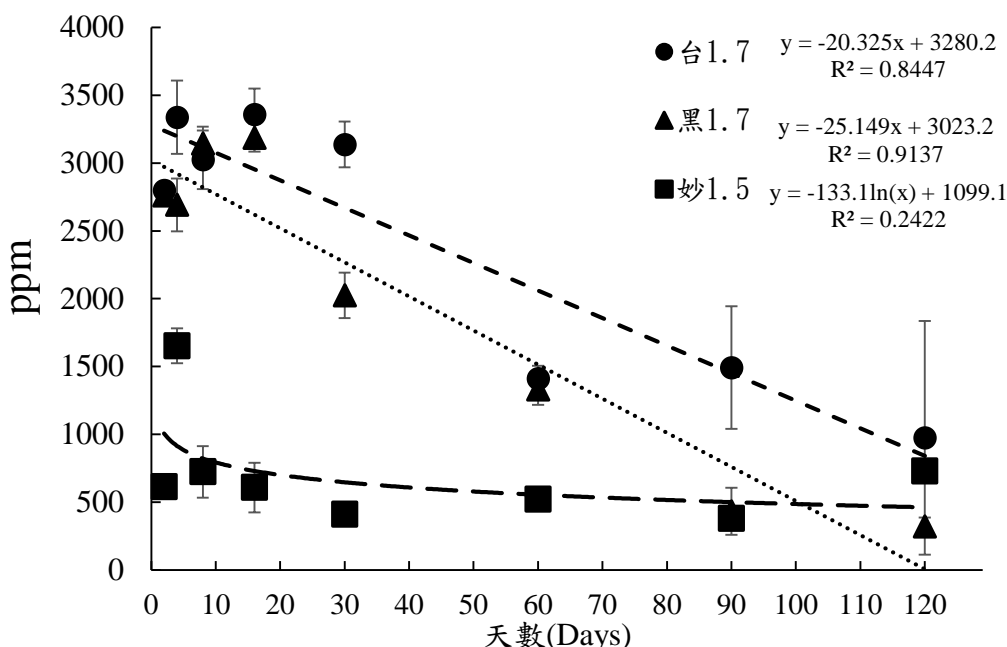


圖 6. 泥炭土施用妙妙旺(■ 妙 1.5)、台肥 43 號(● 台 1.7)和黑旺特 43 號(▲ 黑 1.7) 120 天內之無機態氮(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N)連續釋放情形 I= means ± SD。

Fig. 6. Inorganic nitrogen (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) on peat moss applied Multicote (■ control-released fertilizer 1.5 g), No. 43 (● Instant Water Soluble Fertilizer 1.7 g) and No. 43 ‘Hey Wong’ (▲ nitrophosphate organic compound fertilizer 1.5 g) in 120 days , respectively. I= means ± SD.

### 討 論

本研究選用台肥 43 號 (即溶性化肥)、黑旺特 43 號 (有機質複合肥)和妙妙旺 (裹聚合物控釋肥)，比較其在砂質壤土或泥炭土中連續釋放情形。此次溫度設定在 30/25 °C 為模擬台灣夏天炎熱之天氣，以了解肥料在此溫度情況下之釋放情形，Carson (2014a, 2014b, 2014c) 等人提及氣溫與土溫有高度相關性，或許可以透過氣溫得知土溫如何影響控釋型肥料釋放養分。由於控釋型肥料會受到土溫的影響，溫度較高會造成其釋放速率提升，Gandeza (1991) 等人之研究結果顯示土溫從 10-30 °C 中，每上升 10 °C 控釋肥其氮釋放量會呈倍數增加。在蔬菜栽培生產中，土溫可以被視為重要的影響控釋肥釋放養分因素(Carson *et al.*, 2013)，且控釋型肥料廠商皆會提供特定溫度下其控釋肥之釋放周期，通常溫度越高釋放期會縮短 (Husby *et al.*, 2003; Yeager and Cashion., 1993)。

放置肥料釋放袋為更了解肥料釋放之情形，Carson 和 Ozores-Hampton (2012)與 Carson (2014c)等人也使用類似之方式，將控釋肥放入玻璃纖維袋中，埋入有塑膠布覆蓋或無覆蓋之畦內，並於特定時間中移出，測定釋放袋中控釋肥之氮含量以得知其氮釋放情形，雖說可得知肥料氮的釋放量情形，但實際上土壤或介質之氮含量變化卻了解較少，且此次實驗之土壤或介質體積大小不如盆栽或田區，可能會在取樣的過程中取到肥料本身，造成實際上之釋放情形並不準確，所以肥料釋放袋有其必要性。肥料釋放袋的孔徑大小也會影響到釋放情形，Wilson (2009)等人提及釋放袋  $1.2 \text{ mm}^2$  的孔隙比抑草蓆做成的釋放袋孔隙  $0.07 \text{ mm}^2$  有較好的氮釋放量。此次製作之肥料釋放袋之孔徑較小只有  $22\text{-}25 \mu\text{m}$ ，造成肥料的釋放並無全部釋放到介質或土壤中，還有殘留物於肥料釋放袋中，尤其黑旺特 43 號之處理比較明顯，可能其含有有機質之關係，釋放時將肥料釋放袋之孔隙堵塞。

在砂質壤土與泥炭土的部分，台肥 43 號與黑旺特 43 號的電導度皆高於妙妙旺處理，因台肥 43 號與黑旺特含有氧化鎂的成分，所以造成電導度的提升，電導度的增加會受到離子含量的影響 (陳, 2005)。錢與高 (2017)研究設施蔬菜介質重複利用的方法，多數農戶栽培後介質電導度常高過  $2 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ，會造成多數作物生長不良，其中以鉀、鈉、鎂、鈣等陽離子累積最常見。台肥 43 號與黑旺特 43 號之速效性可及時提供作物生長，使用此兩種肥料須注意土壤或介質中鎂元素的含量，長期施用會增加土壤或介質中鎂元素含量而造成電導度的提升影響作物生長。在砂質壤土或泥炭土中，黑旺特 43 號處理之電導度皆高於台肥 43 號與妙妙旺處理，Ozlu 和 Kumar (2018)施用有機質肥料與化學肥料於玉米與大豆的輪作中，結果顯示施用有機質肥料的情況下，土壤中的有機質含量不僅增加，其電導度也較施用化學肥料之處理較高。妙妙旺廠商所提供之釋放期，在  $21^\circ\text{C}$  處理下釋放期大約 5-6 個月，實驗結果顯示  $30/25^\circ\text{C}$  下，不管是砂質壤土或泥炭土大概在 60 天後電導度維持數值，可以了解於台灣的天氣下，控釋型肥料於夏天之釋放情形只會更加縮短其釋放時間。Husby (2003)等人研究也顯示隨溫度提升，控釋肥釋放於水溶液中的可溶性鹽類、硝酸態氮和銨態氮也隨之提升。

土壤水分含量會影響土壤中的物理和化學反應和養分離子的擴散(朱等, 2008)，無土介質比砂質壤土之電導度要高的原因，推測為泥炭可保有更多含水量，其可吸收自身 4-20 倍重量之水分 (Puustjarvi and Robertson, 1975)，黃 (1988)等人調查不同栽植資材之理化性質，泥炭之含水量 (重量%)與保水力 (容積%)為土壤的 12 倍與 2 倍。Bigelow (2000)等人將泥炭添加入土壤中，可以使土壤孔隙與保水能力增加並降低其單位容積重 bulk density。泥炭本身由有機質所組成，所以有機質越多保水能力會提升 (Taskila *et al.*, 2015)。因泥炭土含水量較多之情況下使肥料釋放出較多的養分外，製備的過程中磨入蛭石，蛭石富含礦物元素尤其鎂與鉀 (王, 1994)，皆有可能造成其電導度高於砂質壤土者。

在砂質壤土部分的酸鹼度中，以黑旺特 43 號和妙妙旺之曲線較相似，並隨著時間酸鹼度下降，此兩種肥料之氮素型態為硝酸態氮與銨態氮，台肥 43 號之氮素型態為尿素態氮和銨態氮，初期時肥料溶解使酸鹼度上升，但隨著時間銨態氮轉換成硝酸態氮會產生氫

離子，使砂質壤土中的酸鹼度降低，Jeong 和 Atland (2017)與 Zaccheo (2013)等人皆有提到施用控釋肥於介質中隨時間，酸鹼度下降的現象。在泥炭土部分的酸鹼度中，因石灰的溶解增加使初期酸鹼度提升，商業用的泥炭土皆會透過石灰來調整酸鹼度以達到適合作物生長之條件 (王，1994)，Carlile (2004)提及加入栽培介質中的苦土石灰，隨時間會逐漸溶解使介質酸鹼度提升。但因泥炭含有較多的含水量，使得銨態氮轉換成硝酸態氮較快，使泥炭土中的酸鹼度下降迅速。

台肥 43 號和黑旺特 43 號含有之氮素型態有所不同，分別為尿素態氮和銨態氮與銨態氮和硝酸態氮，從圖 3 可以得知不管在砂質壤土或泥炭土中，有機質肥料黑旺特 43 號其氮素的釋放情形跟化學肥料台肥 43 號較類似。此次試驗依照比例換算使施用黑旺特 43 號、台肥 43 號與妙妙旺之氮含量皆相同，結果顯示在砂質壤土部分的無機態氮含量中，台肥 43 號為尿素態氮與銨態氮，於 30 天前無機態氮含量較低，可能與尿素態氮需轉換成銨態氮有關。黑旺特 43 號較台肥 43 號低，可能與肥料釋放袋之孔隙大小有關，有機質將肥料釋放袋之孔隙堵塞，袋中還有許多未溶解釋放於土壤中。妙妙旺處理之無機態氮大概呈現一個鐘形曲線，大約 16 天前為延遲期，16-60 天為線性期，於 60 天後進入衰退期，因 60 天之標準差開始有急遽的差距，可能包膜開始瓦解造成對流釋放，造成無機態氮含量差距較大。

在泥炭土部分的無機態氮含量中，台肥 43 號與黑旺特 43 號釋放於土壤之無機態氮含量隨著時間下降，妙妙旺處理與台肥 43 號和黑旺特 43 號相比，幾乎呈現較低之無機態氮含量。在溫度和水分含量較高的情況下，微生物活性會增加，硝化作用旺盛使銨態氮轉換成硝酸態氮，使硝酸態氮含量提升，Dickinson 和 Carlile (1995)使用泥炭土加入化學肥料並貯放一年，結果顯示 20°C 相比 10°C，其銨態氮的含量下降較快，硝酸態氮的含量較快上升。在貯存的期間水分含量會也影響介質之品質與養分釋放，Selmer-Olsen 和 Gislred (1986)以 30-75% 之水分含量試驗評估介質品質，結果顯示 75% 水分含量之泥炭其硝化作用速率較 30% 水分含量之泥炭快。Saddi (2010)等人研究顯示以有機資材製成的堆肥保存在 55-65% 之水分含量中，其微生物活性比 15-35% 水分含量之處理要高。泥炭土其保水量較一般土壤高，假使長期使泥炭土處於高含水量時，推測可能發生厭氧的情形，銨態氮轉換成硝酸態氮，硝酸態氮在無氧的情況下，造成脫氮的情形發生，造成肥料的利用效率降低。雖說夾鏈袋外有打洞，可是內部可能含水量較多，又因為泥炭土之體積較大造成其換氣不足，所以厭氧的發生，造成泥炭土其無機態氮含量下降迅速與保持低含量之情形發生，建議進行此實驗時裝介質之包裝袋可以大於介質體積至少 2 倍，以利內部是處於通風可換氣的狀態，或者再降低介質其含水量以降低肥料釋放速率。

## 參 考 文 獻

- 方英傑。 1995。 氮。 土壤分析手冊。 219-250pp。
- 王才義。 1994。 設施環境管理技術-栽培介質。 農業試驗所特刊 47:53-59。
- 朱利平、衛樹銀、任冬生和張玉玲。 2008。 包膜肥料的研究進展。 河北農業科學 12(6):40-42。
- 陳鴻堂。 2005。 設施栽培之合理化施肥技術。 合理化施肥專刊 121:147-165。
- 黃光亮、黃達雄。 1988。 國內盆栽植物栽培介質及利用。 花卉生產體栽培介質研討會專輯 p.29-41。
- 錢昌聖、高德錚。 2017。 設施蔬菜栽培介質重複利用之研究。 臺中區農業改良場特刊 133:109-119。
- Bigelow, C. A., D. Bowman, and K. Cassel. 2000. Sand-based rootzone modification with inorganic soil amendments and sphagnum peat moss. *USGA Green Section Record*. 38(4): 7-13.
- Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. total nitrogen. In: *methods of soil analysis*, A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeny, (eds.), Amer. Soc. Agron. Soil Sci. Soc. Amer., pp. 1129-1123.
- Carlile, W. R. 2004. Changes in organic growing media during storage. *Acta Hort*. 648: 153-159.
- Carson, L. C. and M. Ozores-Hampton. 2012. Methods for determining nitrogen release from controlled-release fertilizers used for vegetable production. *HortTechnology* 23: 553-562.
- Carson, L. C., M. Ozores-Hampton, and K. T. Morgan. 2013. Nitrogen release from controlled-release fertilizers in seepage-irrigated tomato production in southern Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 126: 131-135.
- Carson, L. C., M. Ozores-Hampton, K. T. Morgan, and J. B. Sartain. 2014a. Nitrogen release properties of controlled-release fertilizer during tomato production. *HortScience* 49: 1568-1574.
- Carson, L. C., M. Ozores-Hampton, K. T. Morgan, and S. A. Sargent. 2014b. Effect of controlled-release and soluble fertilizer on tomato production and postharvest quality on seepage irrigation. *HortScience* 49: 1-7.
- Carson, L. C., M. Ozores-Hampton, K. T. Morgan, and S. A. Sargent. 2014c. Effect of controlled-release fertilizer nitrogen rate, placement, source, and release duration on tomato grown with seepage irrigation in Florida. *HortScience* 49: 798-806.
- Dickinson, K. and W. R. Carlile. 1995. The storage properties of wood-based peat-free growing media. *Acta Hort*. 40: 89-96.
- Gandaza, A. T., S. Shoji, and I. Yamada. 1991. Simulation of crop response to polyolefin-coated

- urea: I. Field dissolution. *Soil Sci. Amer. J.* 55: 1462-1467.
- Husby, C. E., A. X. Niemiera, J. R. Harris, and R. D. Wright. 2003. Influence of diurnal temperature on nutrient release patterns of three polymer-coated fertilizers. *HortScience* 38(3): 387-389.
- Jeong, K. Y. and J. E. Alland. 2017. Initial substrate moisture content affects chemical properties of bagged substrates containing controlled release fertilizer at two different temperatures. *HortScience* 52(10): 1429-1434
- Ozlu., E. and S. Kumar. 2018. Response of soil organic carbon, pH, electrical conductivity, and water stable aggregates to long-term annual manual and inorganic fertilizer. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 82: 1243-1251.
- Puustjarvi, V. and R. A. Robertson. 1975. Physical and chemical properties. In: *Peat in horticulture*, D. W. Robertson. and J. G. D. Lamb (eds.), Academic Press. pp.23-38.
- Saadi, I., Y. Laor, S. Medina, A. Krassnovsky, and M. Raviv. 2010. Compost suppressiveness against *Fusarium oxysporum* was not reduced after one-year storage under various moisture and temperature conditions. *Soil Biol. Biochem.* 42: 626-634.
- Selmer-Olsen, A. R. and H. R. Gisløer. 1986. Storage of fertilized peat. *Acta. Hort.* 178:163-172.
- Taskila, S., R. Särkelä, and J. Tanskanen. 2015. Valuable application for peat moss. *Biomass Convers. Biorefine.* 6(1): 115-126.
- Wilson, M. L., C. J. Rosen, and J. F. Moncrief. 2009. A comparison of techniques for determining nitrogen release from polymer-coated urea in the field. *HortScience* 44: 492-494.
- Yeager, T. and G. Cashion. 1993. Controlled-release fertilizers affect nitrate nitrogen runoff from container plants. *Hort. Technol.* 3(2): 174-177.
- Zaccheo, P., L. Crippa, and C. Cattivello. 2013. Effect of controlled-release fertilizers on chemical parameters of two growing media during 12 months storage. *Acta Hort.* 1013: 327-332.

## Study on the Fertilizer Release Efficiency of Control-Released Fertilizer and Organic Compound Fertilizer

Yao-Chien Yang<sup>1)</sup> Yu Sung<sup>2)</sup>

Key words : Control-released fertilizer 、 Organic compound fertilizer 、 Electrical conductivity 、 pH value 、 Nitrogen release changes

### Summary

In this study, put No. 43 (Instant Water Soluble Fertilizer) 1.7 g, No. 43 'Hey Wong' (nitrophosphate organic compound fertilizer) 1.7 g and control-released fertilizer 'Multicote' 1.5 g were put into fertilizer released bag and were buried into the bag which contained sand loam or peatmoss, respectively. Placed the bag in growing chamber which set the day/night temperature was 30/25°C, and collected the sand loam or peatmoss sample at 2, 4, 8, 16, 30, 60, 90 and 120 days for investigating electricity conductivity, pH value and inorganic nitrogen content. The results showed 'Hey Wong' released condition was similar with No. 43 in loam. However, the electricity conductivity of 'Hey Wong' value was the highest, 3.3-4.4 mS cm<sup>-1</sup>. In 30/25°C, the electricity conductivity of Multicote sustained in 2.2-2.9 mS cm<sup>-1</sup> at 60 days, therefore, its released linear period of nitrogen was around 16-60 days. As time went by, the inorganic nitrogen content of 'Hey Wong' and No. 43 in peatmoss decreased from 3000 ppm, and the inorganic nitrogen content of Multicote treatment almost sustained in 500 ppm.

---

1) Student in M.S. program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.