

# 第二十屆旺宏科學獎

## 成果報告書

參賽編號：SA20-062

作品名稱：1 + 1 > 2

姓名：王韻慈

關鍵字：微生物肥料、灌溉水稻、雜草抑制蓆

## 摘要

父親為了扶養我們3個小孩，身兼3份工作，為了增加收入，連假日都要種水稻。6年前，種田數十年的爺爺，因為經常噴撒農藥除草劑，導至皮膚癌驟然去逝。我深怕同樣的事發生在父親身上，因此花了3年時間實驗，終於能夠找到，不使用除草劑農藥、減少管理水稻時間，亦能大幅提高水稻產量的機制。

本研究花了3年時間，幫助父親實地種植水稻，在台中清水農場，以既有的實體物件如農機具、農業設施等，不使用插電感測元件（生物感測器、環境感測器等）[1]，而是運用智慧管理作物。

根據本實驗，單單使用微生物肥料—溶磷菌的機制，可使產量增加28.39%。使用「自製灌溉系統」+「雜草抑制蓆」的機制，產量幾乎沒有增加。但是同時使用上述二項機制，產量卻能大幅增加到59.09%，這項“1 + 1 > 2”的效果，是個重大的發現、也是創舉，本實驗將真實的記錄這一切。

利用自行研發的「自製灌溉系統」，減少了管理農田的灌溉時間約5~10倍。使用雜草抑制蓆，田梗完全不使用除草劑農藥，每年節省約73.3%的除草成本。

改良「自製灌溉系統」成為「二代自製灌溉系統」將更有效去除灌溉進水時，大小不一的雜物所造成的堵塞問題。自創「定量進水」可以保持田間水位固定，秧苗不會淹死、枯死。同時設計一套外掛「滴灌系統」，有效解決了藥物或液肥的管理作業，上面這些是台灣農民數十年來，一直無法解決的擾人問題。

噴灑作業時，利用「自製噴桿」將七孔噴桿結合14尺竹桿，作業半徑，由原先的4米，擴展到12米，讓人與農藥接觸時間少3倍、與農藥距離多4倍。

經過三年統計，使用本研究提供的智慧管理機制，實務上每週只要投入8小時管理水稻，每半年淨收益，平均約17萬元，如此誘人的龐大兼差收入，將可以大幅縮短青農踏入此領域的門檻。

## 壹、研究動機

受米食文化影響極深的台灣，傳統農業自古就緊扣著稻米種植，據估計，全台灣每年可生產約140萬公噸的稻米，總種植面積約27萬公頃(農委會。2018年)，栽培地區遍布全台各地，成為了農業人口的主要經濟來源，也是保證台灣糧食安全的重要作物。

水稻是台灣最重要的農作物，也是亞洲人民食用的主食，佔臺灣耕總面積 22.6%。根據衛星影像分析地表溫度的結果顯示[11]，水稻田區比周圍地區平均溫度低 3°C，與都會區相比差異更低了 7°C，換算起來，每公頃水稻田相當於有 2,600 部家用冷氣機的效果，因此，稻田對於區域溫度之調節有很明顯的功效，也因此減少了二氧化碳的排放量。此外，由於水田在耕作的過程中，需常時間保持土壤涵水，這就成為涵養補注地下水源，防止地層下陷、調蓄暴雨洪水等生態功能。所以「農地是巨大的隱形水庫」一點也沒錯。

然而，現行的農業管理主要運用物聯網的概念與技術，在農場導入感測元件，並結合無線通訊科技，將蒐集與擷取到的感測數據上傳至雲端資料庫，達到有效管理大面積農田為目的[5]。這是個理想，事實上，台灣農業耕地面積狹小，以 108 年為例，只有 790,197 公頃，平均每戶耕農面積只有 1.2 公頃左右（農委會。2019），在這樣不利的條件下，以小農為主體的臺灣農業，正面臨永續發展的挑戰，推動「智慧農業」發展已刻不容緩。但智慧農業的內涵與技術，在水稻項目的執行上，目前僅佔全部耕地的 1% 左右（農業生技產業季刊。57 期），因為期初要投入龐大的基礎建設費用，不是每戶小農所能負擔的[3]。

再者，台灣多數農業者對於「外顯成本」(如人力、農藥、肥料、除草劑等化學劑品)較為敏感，而看不見其背後潛藏的「外部成本」(如生態危機、食安議題、人體健康等)，這些原因的加總，致使此慣行農法耕作模式廣為盛行[4]，因此智慧農業普及率不高，甚至無法解決每個月要處理的田梗雜草。

爺爺用自己的生命，見證了這一切。一般農民對「雜草抑制蓆」的使用，只有單一功能：除草。「灌溉」也只是：管理灌溉水，少有人會深入了解其附加功能。

因此，我們利用一些巧思創意，而且使用非常低的成本，將水管、網子做成「灌溉系統」結合「雜草抑制蓆」的使用，就能夠提供生物菌大量繁衍的優質環境—「高涵氧且無銅劑」，讓水稻完全吸收磷肥份，就能表現在產量上，這項“1 + 1 > 2”的效果，是個重大的發現、也是創舉，本實驗將真實的記錄這一切。

## 貳、研究目的

### 一、增加收入、減少群聚：

利用假日空閒，每週工作 8 小時，每半年平均收入 17 萬元，高於勞動部公佈的實

質平均基本薪資 14.4 萬元。假日農夫可以減少群聚，避免新冠肺炎的感染風險。透過大量走路巡田，增加肺活量，有益身體健康。

## 二、減少農田灌溉時間：

自製灌溉系統減少農田管理的巡田水時間。提高灌溉水涵氧量，對作物、微生物菌是不可或的。

## 三、不使用農藥除草劑：

使用雜草抑制蓆，完全不用農藥除草劑，可降低土壤中的銅劑，同時避免不甚使用除草劑而造成：作物的重大傷害、人員的傷害、土壤中有益微生物的破壞。

## 四、增加水稻產量：

利用微生物肥料—溶磷菌，溶解被土壤固定住的三種磷肥(鈣磷、鐵磷、鋁磷)，提高產量，降低磷肥及農藥生產成本，增加農民收入。

# 參、研究設備及器材

## 一、研究設備

強鹿 75HP 曳引機、18V 電動軍刀鋸、剪刀、4 寸砂輪機切割機、18V 免力出四溝鏈鑽、動力噴霧機系統、共立施肥機、14 尺噴霧竹竿、七孔噴霧桿、。

## 二、實驗器材

南亞 5 寸 PVC 自來水管及 90 度彎頭、PVC 膠合劑、白鐵網、雜草抑制蓆、釘子、3 分壁虎、6 分厚木板、鐵鏈、計時器、溶磷菌。

# 肆、研究過程或方法

## 一、文獻探討

從生物技術的角度來看，水稻從插秧到收割，約 120 天，其中，灌溉管理時間，佔了近 6 成，幾乎每天都要巡田水，所花時間無數，因此灌溉系統是水稻管理，首要任務。

## 二、自製灌溉系統

包含：攔水、過濾、進水、曝氣等 4 個子系統。(如下圖 4-2-1~圖 4-2-4)



(圖片來源：作者實驗現場拍攝)

(一) 系統元件：圖 4-2-1-攔水系統、圖 4-2-2 過濾系統、圖 4-2-3 進水系統、圖 4-2-4 曝氣系統。


(二) 操作過程：1、將木板寬度裁成與河等寬，高度為河高的 8 成，形成灌溉的「攔水系統」。(圖 4-2-1)

2、田梗的外側是河溝，在田梗外側，用 3 分不鏽鋼避虎，鎖上白鐵網，形成灌溉的「過濾系統」。(圖 4-2-2)

3、南亞 5 寸水管接上 90 度彎頭，接在田梗的內側，形成灌溉的進水管。(圖 4-2-3)

4、大量的水，超過攔水柵門，衝擊地面，產生無數氣泡，形成灌溉的「曝氣系統」。(圖 4-2-4)。

5、系統組合圖示：攔水、曝氣系統的組合如下圖 4-2-5，進水、過濾系統的組合如圖 4-2-6。

	
<p>(圖 4-2-5 自製灌溉系統—組合) (攔水+曝氣)</p>	<p>(圖 4-2-6 自製灌溉系統—組合) (左：進水+右：過濾)</p>

(圖片來源：作者實驗現場拍攝)

### 三、自製灌溉系統—攔水系統

在灌溉河溝兩側，鎖上二片 L 型角鐵，再利用木板，置入二片角鐵之間，即可達到阻水功效，木板的高度決定了攔水的深度。傳統方式是將石頭、雜草、塑膠袋等物品堆成，達成阻水效果，堆砌的高度，決定了攔水的深度。實體操作比較如下(圖 4-3-1、圖 4-3-2)。

	
<p>(圖 4-3-1) (攔水系統—實驗組)</p>	<p>(圖 4-3-2) (攔水系統—對照組)</p>

(圖片來源：作者實驗現場拍攝)

(一) 實驗結果：實驗組「自製攔水系統」與對照組「慣行農法」時間分析比較，如下表 4-3-1、圖 4-3-3。

(表 4-3-1)

攔水	工法	平均 花費時間	優點	缺點
對照組	人工搬石頭	5 分鐘	零成本	福壽螺、雜草進入田間、危險（有蛇）、攔水效率不佳
實驗組	放下柵欄阻水	1 分鐘	有效阻絕福壽螺、雜草進入田間、攔水效率極佳	期初成本約 2000 元

(資料來源：作者實驗整理)

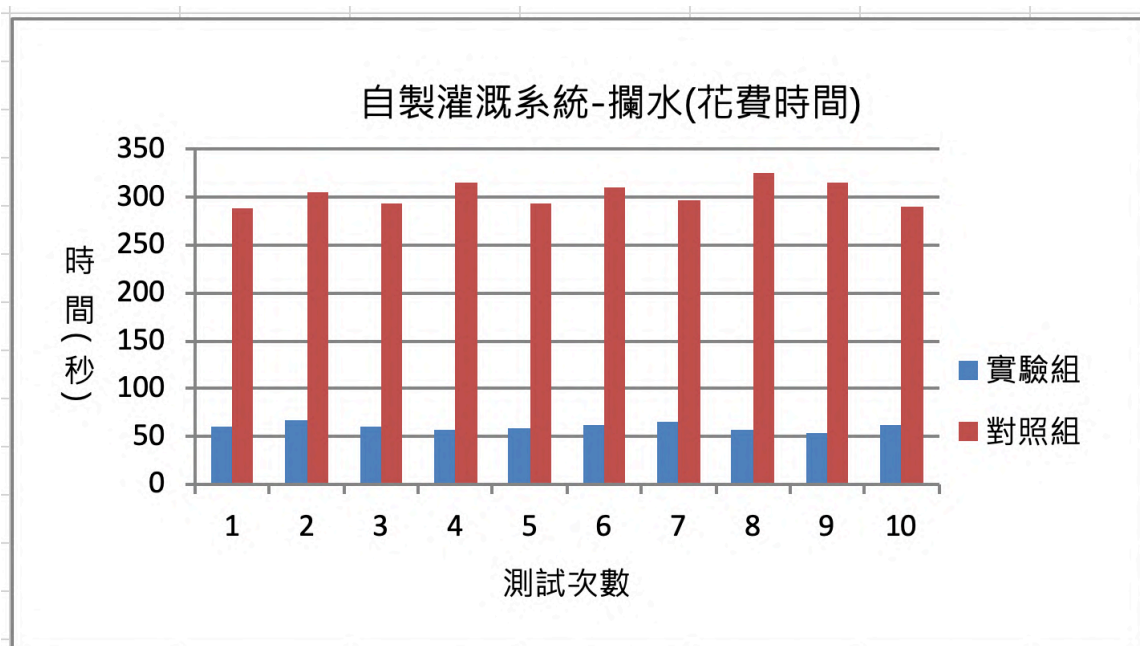


圖 4-3-3 (資料來源：作者實驗整理)

(三) 討論分析：金屬部份，全用白鐵，可防銹。尤其網子用一般非白鐵材質，在本實驗中，測試結果，只耐用 2 年，就完全不能用了。白鐵網過濾雜草、同時阻絕了大量嚴重危害稻作的福壽螺隨水進入田中，能真正有效減少對秧苗的損害近 60%。[1]

(四) 曝氣與水中涵氧量分析：

當河水高度超過攔水系統的木板高度時，大量的水翻過木板，衝擊河床，產生大量氣泡，氣泡粒徑越小，質量就愈輕，其上升速度就越慢，所以在水中滯留時間長，傳氧率就越高。所以粒徑 5mm 的氣泡在水中上升速度為粒徑 1mm 的氣泡的 1.6 倍，表示 1mm 的氣泡在水中的滯留時間為 5mm 氣泡的 1.6 倍[9]。

實驗結果：利用試管在曝氣系統的出水口，裝滿水後，觀察氣泡，平均粒徑在 1mm 到 5mm 之間，佔了總水量近 1/2。

(表 4-3-2)

氣泡粒徑(mm)	氣泡數量(個)	氣泡總表面積(m <sup>2</sup> )
15mm(大氣泡)	$5.60 \times 10^5$	400m <sup>2</sup>
10mm(粗氣泡)	$1.91 \times 10^6$	600m <sup>2</sup>
3mm (小氣泡)	$7.07 \times 10^7$	2000m <sup>2</sup>
1mm (細氣泡)	$1.91 \times 10^9$	6000m <sup>2</sup>

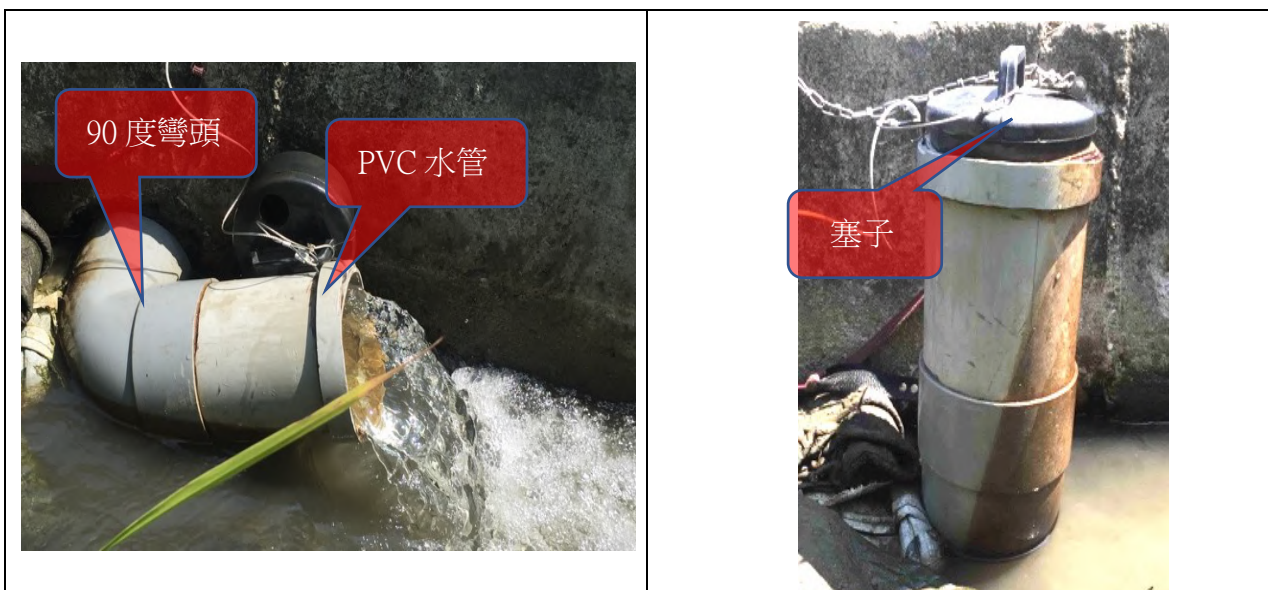
(資料來源：今日水公司 [http://www.todaywater.com.tw/Planning-view\\_2.html](http://www.todaywater.com.tw/Planning-view_2.html))

四、自製灌溉系統－進水系統

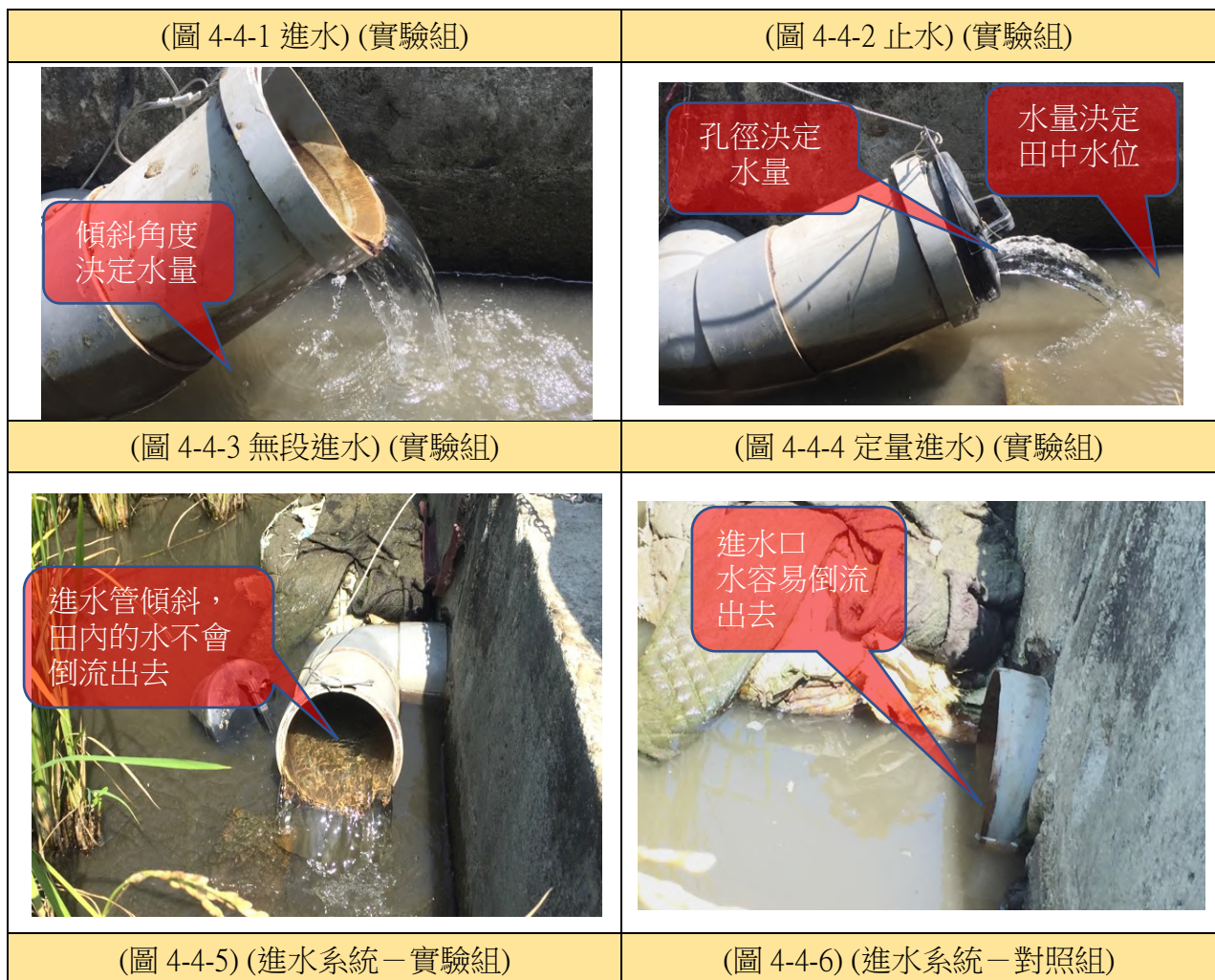
將孔徑 5 寸的 PVC 水管，用 PVC 膠合劑接上 90 度彎頭(圖 4-4-1)，形成進水系統。

(一) 系統元件：5 寸 PVC 水管及 90 度彎頭。(圖 4-4-1)。

(二) 實驗過程：放平水管就可以進水灌溉，如圖 4-4-1。拉起水管讓水停止進入如圖 4-4-2。相對的，傾斜水管時，依傾斜角度大小決定進水大小，即無段進水如圖 4-4-3。加裝挖孔孔蓋，可以更精準的做到定量進水如圖 4-4-4。







(圖片來源：作者實驗現場拍攝)

(三) 實驗結果：實測結果，調整進水灌溉平均時間由 3 分鐘，縮短 18 秒。慣行農法是利用大石頭砌成堆，用小石頭、塞縫隙堵水，如圖 4-4-6。比較表如表 4-4-1、比較圖如圖 4-4-7。

(表 4-4-1 進水系統比較)

	工法	花費時間	優點	缺點
對照組	搬石頭、布塞入水孔	3 分鐘	零成本	易漏水、且進水量極難掌控
實驗組	上下調整 L 型水管	18 秒	定量精準控進水量	期初成本約 300 元

(資料來源：作者實驗整理)

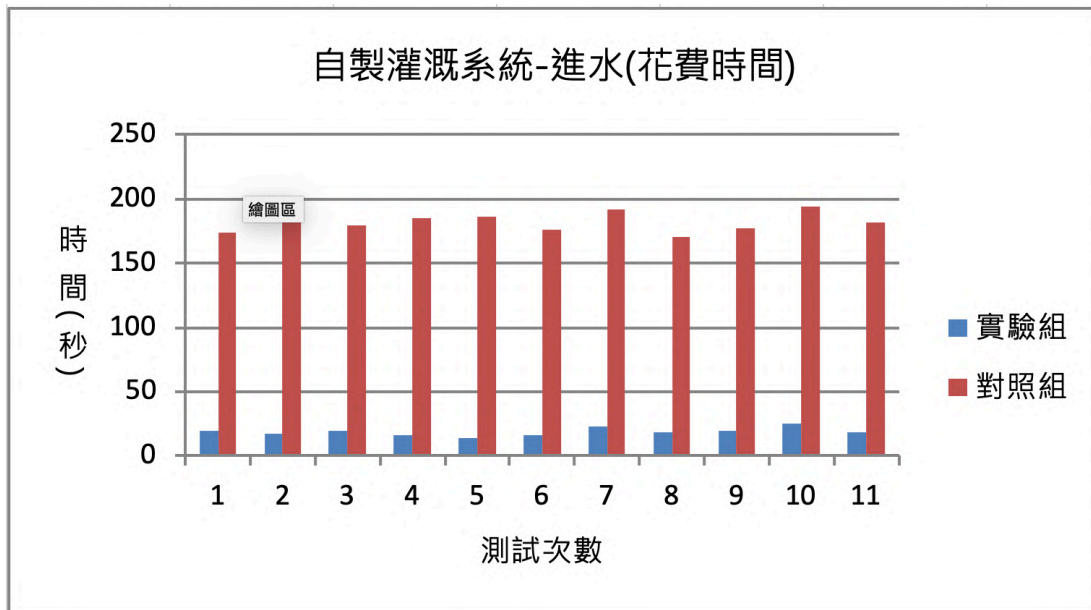


圖 4-4-7 進水系統—操作時間比較(資料來源：作者實驗整理)

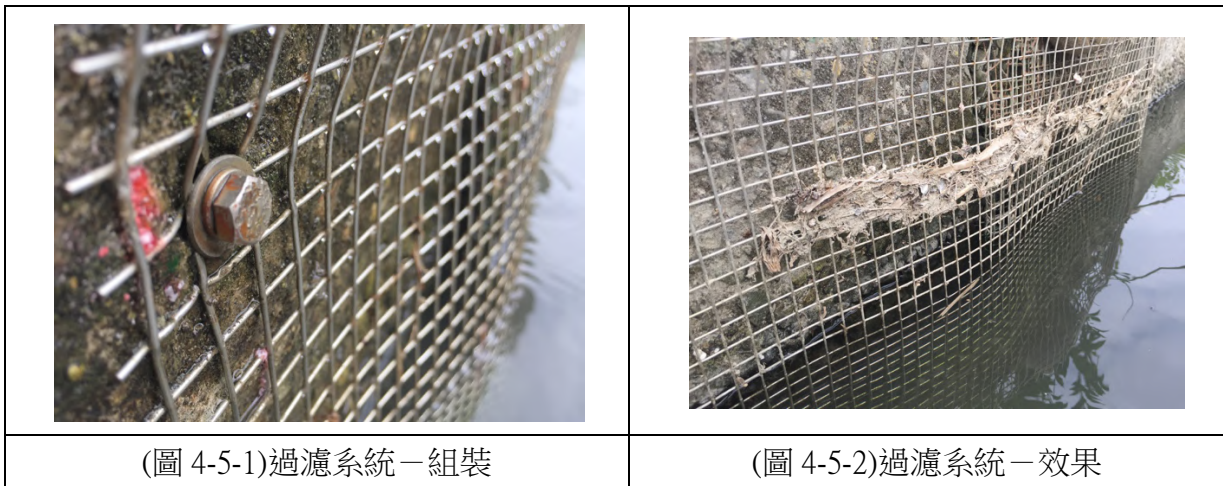
(四) 分析討論：在進水管的塞子鑽孔，如圖 4-4-8，挖孔大小與田地大小成正比。灌溉進水「定量化」，可以有效控制進水量。讓田間水位保持一致高度，秧苗才不會淹死、枯死。



圖 4-4-8 進水管—塞子鑽孔(圖片來源：作者實驗現場拍攝)

## 五、自製灌溉系統—過濾系統

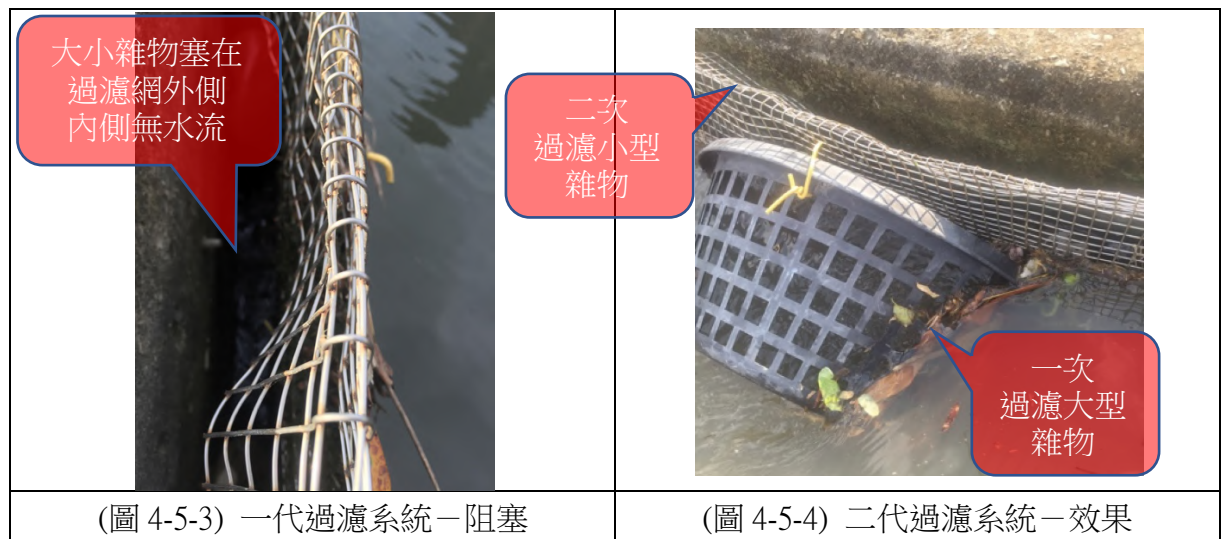
利用孔距 1cmX1cm 的白鐵網，用白鐵鎖在進水口的河堤側邊，如(圖 4-5-1)，防止雜草、福壽螺等異物進入稻田，效果如圖 4-5-2。

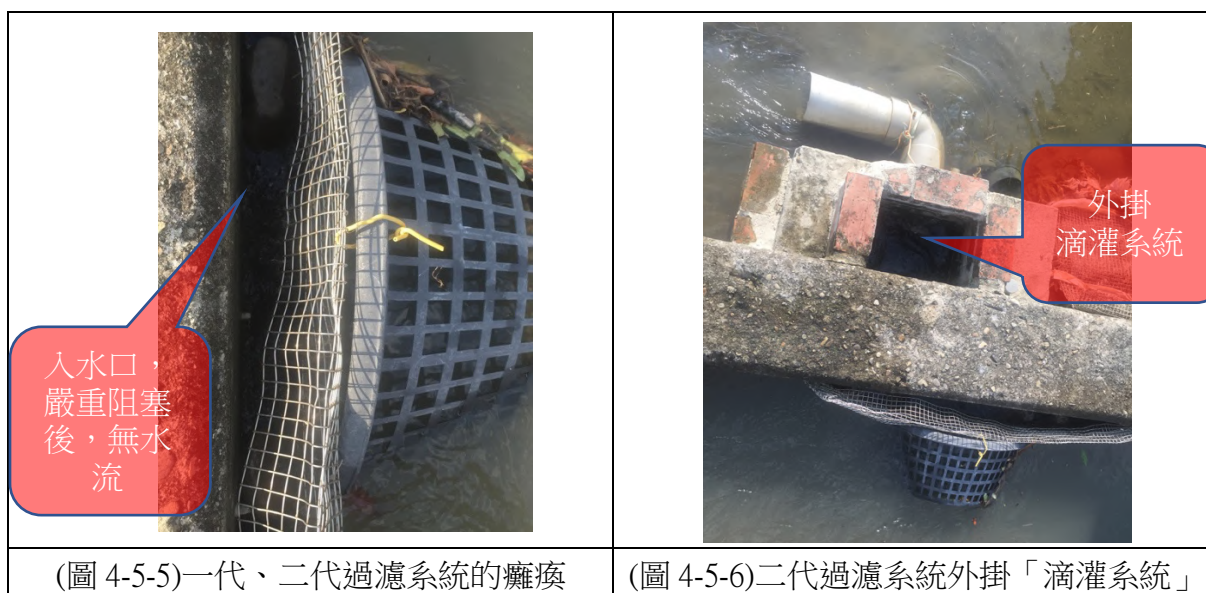


(圖片來源：作者實驗現場拍攝)

(一) 分析討論：第一年實際操作結果發現，灌溉河溝的異物大小不一，大至手掌大的樹葉、保麗龍，小至米粒大的半腐蝕物，造成造過濾系統的癱瘓(入水口阻塞)如圖 4-5-3。因此透過「二代過濾系統」來解決。

(二) 二代過濾系統：採用二階段過濾法，形成「二代過濾系統」。第一階段：由竹籃過濾長寬大於 5 公分以上的雜物，阻止大型異物。第二階段：由白鐵網(孔距 1cmX1cm)過濾細小的雜物，如圖 4-5-4。同時外掛滴灌系統，方便管理農田的藥物、肥料滴灌作業。如圖 4-5-6。





(圖 4-5-5)一代、二代過濾系統的癱瘓

(圖 4-5-6)二代過濾系統外掛「滴灌系統」

(圖片來源：作者實驗現場拍攝)

(三) 實驗結果：經過一期水稻(4 個月)的作業統計，「一代過濾系統」平均 6 小時就要清理白鐵網上的異物，因為白鐵網會被大小不一的雜物阻塞，造成進水系統的癱瘓(進不了水)。「二代過濾系統」平均 24 小時清理一次(表 4-5-1)。

(表 4-5-1 一代、二代過濾系統比較表)

工法	生命週期	優點	缺點
一代過濾系統	6 小時	操作簡單、河道寬度不受影響	易阻塞。一天清二次
二代過濾系統	24 小時	一天清一次	河道寬度縮小

(資料來源：作者實驗整理)

## 六、「自製滴灌系統」

地處沙漠的以色列是農業科技王國，設計許多精良的滴灌系統，才能大量節水。本實驗利用這個想法，在「二代自製灌溉系統」，外掛「滴灌系統」，改裝用在節省藥物、液肥的管理。

(一) 實驗方法：利用磚塊，砌成一個 20x15x40cm 的長方體，液體藥物進入後，透過水流在小空間的激盪迴旋，就和水充份攪拌混合，流到進水系統，液體藥物就能均勻在田間各處，即能以達到節省藥物、又有效的系統。  
(圖 4-5-6)

(二) 實驗結果：傳統方法是將藥物(如福壽螺藥)，慢慢倒在進水口處，藥物很容易受

風、水流影響，造成無法均勻分散在田間。以福壽螺用藥為例，觀察使用次數來評量效果差異。比較結果如下表 4-6-1。

(表 4-6-1 一代、二代過濾系統比較表)

	工法	平均每期稻作用次數	分析比較
對照組	慣行農法	3~4	簡單、易環境干擾
實驗組	外掛「滴灌系統」	1~2	須泥作、藥物較省

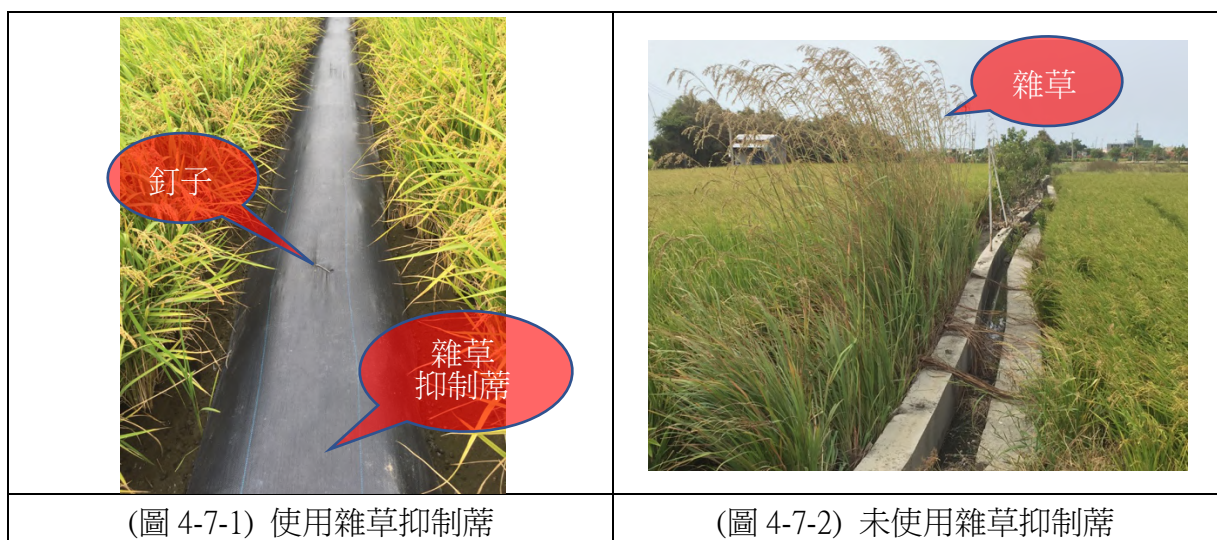
(資料來源：作者實驗整理)

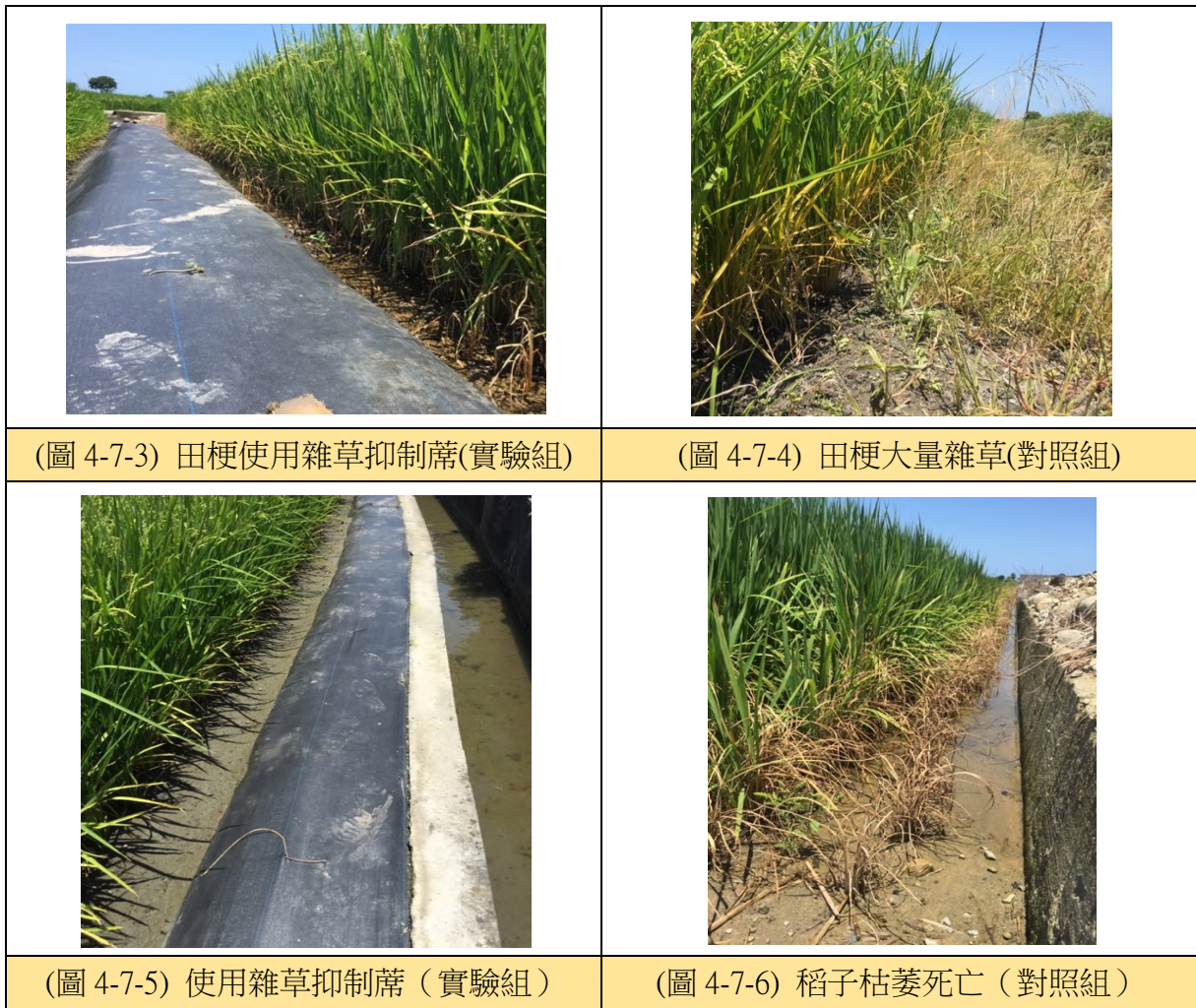
## 七、雜草抑制草蓆

雜草抑制蓆是遮光度百分之百的針織型百吉網[6]，可直接覆蓋在田埂上，使雜草不受光漸趨腐爛死亡，而達到防草的效果。同時又兼固水土保持，更不用每年築田埂，大大減少勞力付出。

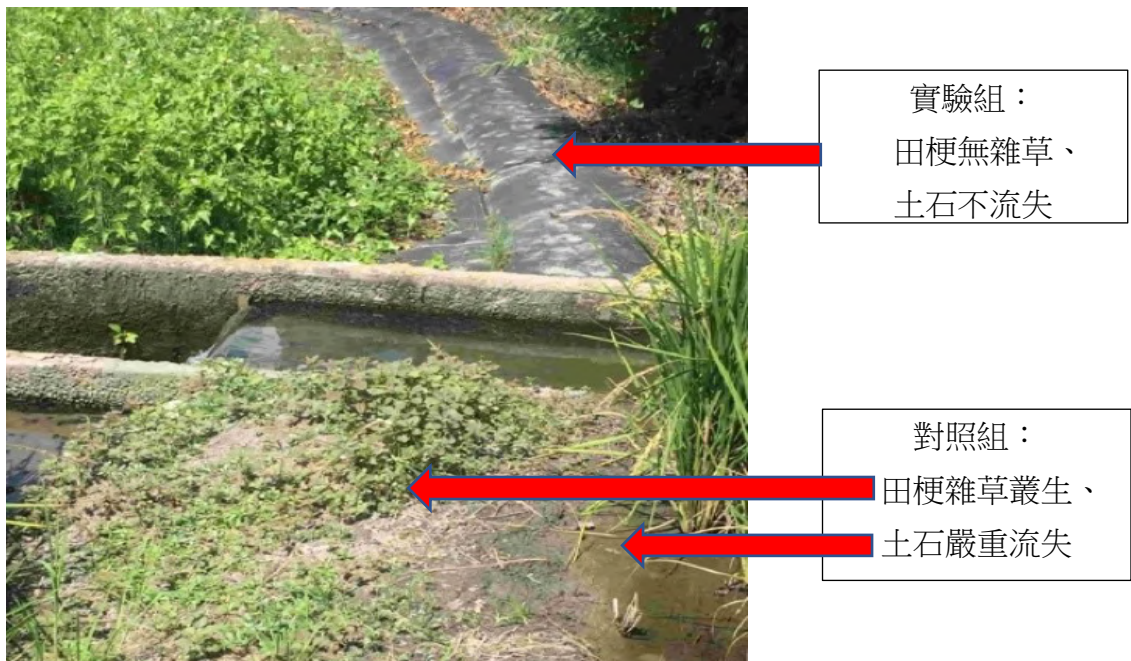
(二) 實驗操作：將雜草抑制蓆平鋪田埂上，間隔 100 公分，釘上 25 公分長的釘子。  
結果如圖 4-7-1 上方田埂。

(三) 實驗結果：未使用雜草抑制蓆時，田埂大量雜草，雜草種子隨風傳到田間與作物搶肥，嚴重影響到稻米產量(圖 4-7-2)。田埂噴灑除草劑時，經常噴灑不當後造成的後果如圖 4-7-4 所示，稻子感染到除草劑，直接枯萎死亡。使用雜草抑制蓆的田埂乾淨，稻穗生長健壯，如圖 4-7-3、圖 4-7-5。





(圖片來源：作者實驗現場拍攝)



(圖 4-7-7)雜草抑制蓆的效果比較

(圖片來源：作者實驗現場拍攝)

(四) 分析討論：1、使用雜草抑制蓆環保美觀，同時減少田間內雜草發生，田埂土壤不易被雨水沖走。圖 4-7-7。

2、田埂使用除草劑，平均每一個月噴灑一次，日積月累，隨雨水、灌溉水進入田間，造成無形的危害不容忽視。最直接受害的是生物菌。經過 3 年的實驗得到的產量變化即可得知危害程度。

3、雜草抑制蓆的平均使用年限為 5 年。一件寬 3 尺長 50 米抑制蓆約 500 元，每鋪一件，平均工資 100 元。

4、效益分析：每 3 尺 x 250 米 x 8 件為一單位。分析表如下表 4-4-1，分析圖如下圖 4-6-2。

(表 4-7-1)效益分析表

	初期材料費	人工成本	5 年總成本	每年成本	備註
雜草抑制蓆	4000 元	800 元	4800 元	960 元	耐用 5 年
噴灑除草劑	400 元	200 元	18000 元	3600 元	每年 6 次
平均年差異				節省 73.3%	每年 2640 元

(資料來源：作者實驗統整繪製)

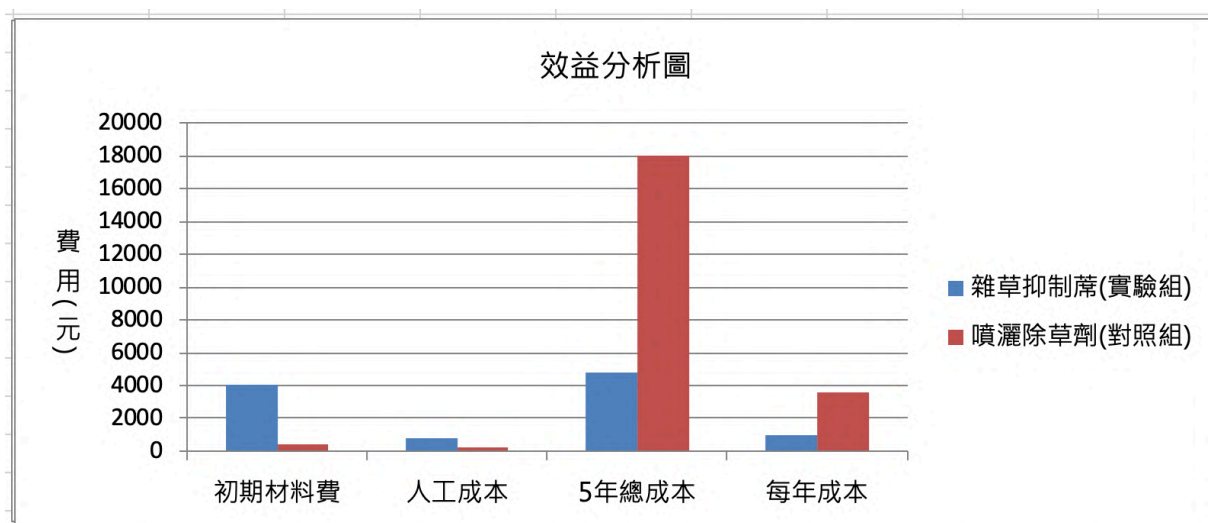
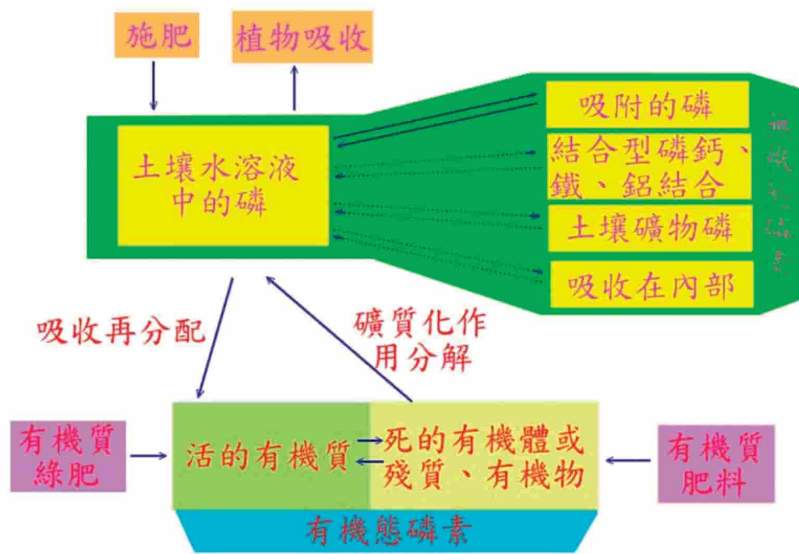


圖 4-7-8(資料來源：作者實驗統整繪製)

## 八、生物肥料—溶磷菌

### (一) 文獻回顧

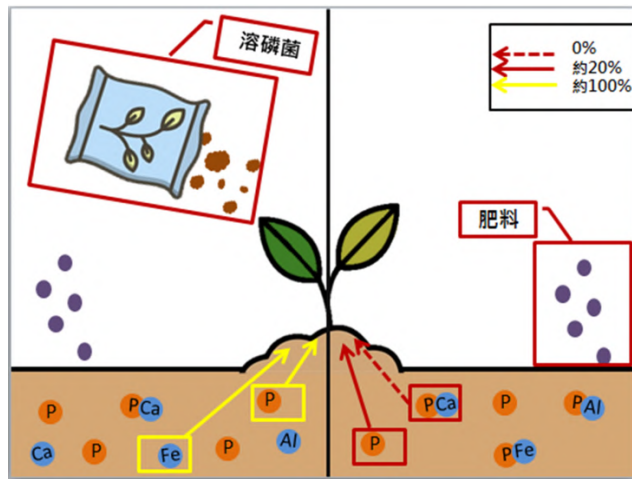
磷素是一般農業生產上植物所必需的大量營養素之一。磷肥施入土壤後，磷素容易將被固定形成不易溶解的型態[10]，如此將導致不易被植物吸收。另外，磷素在土壤中的移動較差，不易被水流失，每次使用磷肥大約只有 20%左右被吸收，故常在農田中累集[7]。圖 4-7-1 說明了土壤中磷存在的形式，包括無機態及有機態。（安全農業期刊。2008）



(圖 4-8-1)溶磷菌的生物機制—土壤中的磷素動態系統及磷的存在系統  
(圖片取自：安全農業 2008 No.16 期 第 57 頁)

溶磷菌是泛指能溶解土壤中不易溶解的無機或有機磷化物的微生物總稱。近年來農業施用許多的化學磷肥，然而磷肥中有效性磷非常容易與土壤中的正離子（鈣、鐵、鋁、鎂等）結合，形成不易溶性的磷化合物，如磷酸鈣、磷酸鐵、磷酸鋁等，加上磷的流失性小，於是磷在農田中累積，但作物並不易吸收。若能利用溶磷微生物，除了能夠增進磷肥有效性外，又能抑制病害、促進作物生長、協助作物抵抗逆境等等，兼具環境保護與達到農作物收益的功能。（圖 4-8-2）





(圖 4-8-2)溶磷菌的生物機制—示意圖

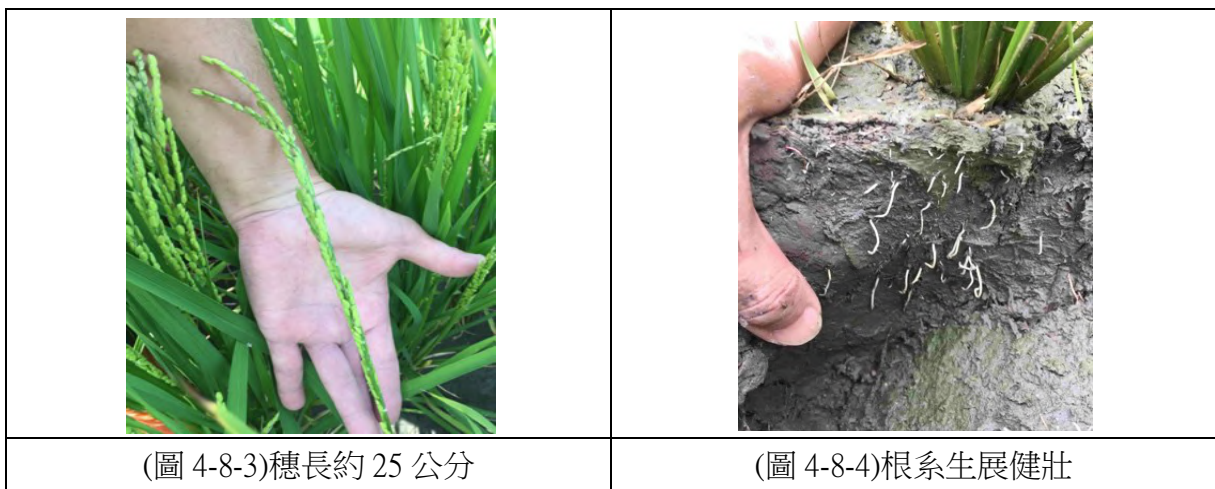
(圖片來源：作者自行繪製)

(二) 實驗過程：粒狀的溶磷菌，每分地，施撒 40 公斤，同時保持土壤濕潤，以利微生物生長，同時在下午 4 點後施撒，以防菌體被太陽中的紫外線殺死，同時在基肥時期使用。插秧後 15 天左右，用液態溶磷菌稀釋 500 倍噴撒葉面補充。

(三) 實驗結果：1、穗長多 5 公分(圖 4-8-3)

2、曬田後新根的生長(圖 4-8-4)。

3、植株高度增加約 10 cm(圖 4-8-5)。



(圖片來源：作者現場自行拍攝)



(圖 4-8-5 使用溶磷菌的比較分析)(圖片來源：作者現場自行拍攝)

(四) 與課程相關性：1、生物：氮、磷、鉀是植物生長三元素。微生物菌作用原理。  
2、化學：有機、無機。

(五) 分析討論：溶磷菌的作用溶解累集無機及有機結合的磷素，產生植物不可或的微量元素，促進根系之伸展，有利營養吸收，同時促進開花結果，植株強壯高大，抗病強，產量大幅增加[10]。

## 九、自製噴霧桿

傳統噴桿短(90cm)，為了加大噴撒面積，大多採直噴，作業半徑可達 4 米，但是作物吸收效果不彰，因為直噴，藥物大部份在葉面上方，無法到達下方的氣孔。而且操作人員與藥物只有 1 米之距，所以經常發生噴撒農藥中毒事件。

利用「七孔噴桿」接上「14 尺竹竿」形成「自製噴桿」，總長度共 5.5 米。實地操作是由最左轉到最右共 180 度，如此作業半徑，由原先的 4 米，擴展到 12 米，省下近 3 倍的作業時間，同時大量減少人與藥物接觸造成的不可逆傷害。在中部，此法是創舉，因為總長太長，結構太弱、易斷，所以本實驗是在七孔噴桿與竹竿接合處放入二條玻璃纖維，再利用膠帶纏繞固定，以加強二者的強度。

(一) 系統元件：自七孔噴桿、竹桿、玻璃纖維 2 片。(圖 4-8-1 上)

(二) 組裝操作：先將噴桿與竹竿接合，再將二片玻璃纖維緊密貼合，用膠帶纏繞(圖 4-8-1 下)，與傳統比較如(圖 4-8-2)。



(圖 4-8-1)自製噴桿分解(上)、組裝(下)



(圖 4-8-2)傳統噴桿 V.S 自製噴桿

(圖片來源：作者現場自行拍攝)

(二) 分析討論：噴施藥物最佳時機，是選擇晴天無雨、又無風天氣，時間從上午 8 點至 12 點之間，下午 3 點至 5 點之間，因為植物葉面無露水，氣孔進入植物體內的通道全部打開。這時植物葉片吸收藥液能力最強，吸收量達到最大化，噴到葉片上的藥物濃度不會改變，作用效果達到最好程度。噴藥時，藥液儘量噴到葉片的反面，因為氣孔口一般都在葉片反面，有利於對藥液的吸收，提高藥效。另外我們發現，用自製噴桿

作業，不會發生時下非常流行的植保機(無人機)，發生作物被強大氣流吹襲的傷害，如圖 4-8-3。



(圖 4-8-2) 植保機作業

(圖片來源：網站截圖)

(三) 實驗結果：作業人員行走速度不變下，經過多次觀察記錄，使用自製噴桿，因作業半徑，由原先的 4 米，擴展到 12 米(圖 4-8-3)，作業時間大幅降低 3 倍。根據本實驗統計，在清水農地，用自製噴桿(圖 4-8-4)，一天作業 6 小時，大約可噴 5 甲地。表 4-9-1 是傳統噴桿與自製噴桿分析比較。詳細結果，每一筆記錄在生產履歷(<https://reurl.cc/WXdz4y>)。



(圖 4-8-3)作業半徑 12m (左 6m, 右 6m)



(圖 4-8-4)自製噴桿作業情形

(圖片來源：作者現場自行拍攝)

(表 4-9-1)傳統噴桿、自製噴桿分析比較

(每 5 甲地)	成本	人與農藥接觸時間	人與農藥接觸距離
傳統噴桿	500 元	18 hrs	1m
自製噴桿	600 元	6 hrs	4.5m

(資料來源：作者實驗整理)

## 伍、研究結果

一、連續實驗 3 年，相同面積 1.2 公頃，在不同的管理機制下，比較產量如下表 5-1-1。

(表 5-1-1)

	管理機制		自製灌溉系統	溶磷菌	產量(Kg)	產量增減
	年份	雜草抑制蓆				
對照組	106				8521	
實驗組	107			V	10956	+28.39%
實驗組	108	V	V		8533	0%
實驗組	109	V	V	V	13576	+59.09%

(資料來源：農會提供自行彙整)

二、證明文件：農會收購公糧申報書。106 年、107 年、108 年、109 年農會收購公糧稻穀聯單，如下表 5-2-1、表 5-2-2。

(表 5-2-1)

(一) 收購公糧種植面積申報書		(二) 107 年農會收購公糧-稻穀聯單																																																																																																																																																											
<p>第三聯：由申報農戶收執</p> <p>109</p> <p>檔號： 鄉鎮市 村里 鄰別 戶號 [戶政證檔]</p> <p>B12 0 9 1 3 3 2 戶長姓名： 臺中市清 戶籍地址： 臺中市清 通訊地址： 申報種植、稻作直接給付及耕作措施【轉(契)作、自行復耕種植登記、休</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>鄉鎮市區</th> <th>地</th> <th>小</th> <th>地</th> <th>地</th> <th>使用</th> <th>權</th> <th>利</th> <th>可</th> </tr> <tr> <th>市</th> <th>段</th> <th>段</th> <th>號</th> <th>目</th> <th>分區</th> <th>面積</th> <th>面積</th> <th>耕</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>及類別</th> <th>(公頃)</th> <th>(公頃)</th> <th>面積</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>清水區</td> <td>朝天</td> <td></td> <td>01180000</td> <td>田</td> <td></td> <td>0.1162</td> <td>0.1162</td> <td></td> </tr> <tr> <td>清水區</td> <td>朝天</td> <td></td> <td>01180001</td> <td>田</td> <td></td> <td>0.0661</td> <td>0.0661</td> <td></td> </tr> <tr> <td>清水區</td> <td>朝天</td> <td></td> <td>01750000</td> <td>田</td> <td></td> <td>0.1458</td> <td>0.1458</td> <td></td> </tr> <tr> <td>清水區</td> <td>朝天</td> <td></td> <td>01750001</td> <td>田</td> <td></td> <td>0.1191</td> <td>0.1191</td> <td></td> </tr> <tr> <td>清水區</td> <td>朝天</td> <td></td> <td>01760000</td> <td>田</td> <td></td> <td>0.1124</td> <td>0.1124</td> <td></td> </tr> <tr> <td>清水區</td> <td>朝天</td> <td></td> <td>03250000</td> <td>田</td> <td></td> <td>0.1403</td> <td>0.1403</td> <td></td> </tr> <tr> <td>清水區</td> <td>朝天</td> <td></td> <td>03320000</td> <td>田</td> <td></td> <td>0.2374</td> <td>0.2374</td> <td></td> </tr> <tr> <td>清水區</td> <td>朝天</td> <td></td> <td>03620000</td> <td>田</td> <td></td> <td>0.2173</td> <td>0.2173</td> <td></td> </tr> <tr> <td>清水區</td> <td>朝天</td> <td></td> <td>07800000</td> <td>田</td> <td></td> <td>0.0788</td> <td>0.0788</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6">合 計</td> <td>1.2354</td> <td>1.2354</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		鄉鎮市區	地	小	地	地	使用	權	利	可	市	段	段	號	目	分區	面積	面積	耕						及類別	(公頃)	(公頃)	面積	清水區	朝天		01180000	田		0.1162	0.1162		清水區	朝天		01180001	田		0.0661	0.0661		清水區	朝天		01750000	田		0.1458	0.1458		清水區	朝天		01750001	田		0.1191	0.1191		清水區	朝天		01760000	田		0.1124	0.1124		清水區	朝天		03250000	田		0.1403	0.1403		清水區	朝天		03320000	田		0.2374	0.2374		清水區	朝天		03620000	田		0.2173	0.2173		清水區	朝天		07800000	田		0.0788	0.0788		合 計						1.2354	1.2354		<p>清水區農會</p> <p>收購日期：1070714</p> <p>農民姓名： 身分證號： L1205909</p> <p>農民地址： 臺中市清 13鄰鎮新南路109</p> <p>存款帳號： 86902110034939 存款人姓名</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">收購項目</th> <th colspan="2">梗 稻</th> <th rowspan="2">單價</th> <th rowspan="2">價款(元)</th> </tr> <tr> <th>濕穀量</th> <th>乾穀量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>計畫收購</td> <td>2,937</td> <td>2,467</td> <td>26.00</td> <td>64,142</td> </tr> <tr> <td>輔導收購</td> <td>1,762</td> <td>1,480</td> <td>23.00</td> <td>34,040</td> </tr> <tr> <td>餘糧收購</td> <td>4,405</td> <td>3,700</td> <td>21.60</td> <td>79,920</td> </tr> <tr> <td>良質米收購</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>自營米收購</td> <td>1,852</td> <td>1,482</td> <td>18.75</td> <td>27,788</td> </tr> <tr> <td>寄 倉</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		收購項目	梗 稻		單價	價款(元)	濕穀量	乾穀量	計畫收購	2,937	2,467	26.00	64,142	輔導收購	1,762	1,480	23.00	34,040	餘糧收購	4,405	3,700	21.60	79,920	良質米收購	0	0	0.00	0	自營米收購	1,852	1,482	18.75	27,788	寄 倉	0	0		
鄉鎮市區	地	小	地	地	使用	權	利	可																																																																																																																																																					
市	段	段	號	目	分區	面積	面積	耕																																																																																																																																																					
					及類別	(公頃)	(公頃)	面積																																																																																																																																																					
清水區	朝天		01180000	田		0.1162	0.1162																																																																																																																																																						
清水區	朝天		01180001	田		0.0661	0.0661																																																																																																																																																						
清水區	朝天		01750000	田		0.1458	0.1458																																																																																																																																																						
清水區	朝天		01750001	田		0.1191	0.1191																																																																																																																																																						
清水區	朝天		01760000	田		0.1124	0.1124																																																																																																																																																						
清水區	朝天		03250000	田		0.1403	0.1403																																																																																																																																																						
清水區	朝天		03320000	田		0.2374	0.2374																																																																																																																																																						
清水區	朝天		03620000	田		0.2173	0.2173																																																																																																																																																						
清水區	朝天		07800000	田		0.0788	0.0788																																																																																																																																																						
合 計						1.2354	1.2354																																																																																																																																																						
收購項目	梗 稻		單價	價款(元)																																																																																																																																																									
	濕穀量	乾穀量																																																																																																																																																											
計畫收購	2,937	2,467	26.00	64,142																																																																																																																																																									
輔導收購	1,762	1,480	23.00	34,040																																																																																																																																																									
餘糧收購	4,405	3,700	21.60	79,920																																																																																																																																																									
良質米收購	0	0	0.00	0																																																																																																																																																									
自營米收購	1,852	1,482	18.75	27,788																																																																																																																																																									
寄 倉	0	0																																																																																																																																																											

(資料來源：農會提供自行彙整)

(表 5-2-2)

(三) 108 年農會收購公糧-稻穀聯單		(四) 109 年農會收購公糧-稻穀聯單																																																																											
<p>清水區農會</p> <p>收購日期：1080706</p> <p>農民姓名： 身分證號： L1205909</p> <p>農民地址： 臺中市清 13鄰鎮新南路109</p> <p>存款帳號： 86902110034939 存款人姓名</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">收購項目</th> <th colspan="2">梗 稻</th> <th rowspan="2">單價</th> <th rowspan="2">價款(元)</th> </tr> <tr> <th>濕穀量</th> <th>乾穀量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>計畫收購</td> <td>2,972</td> <td>2,467</td> <td>26.00</td> <td>64,142</td> </tr> <tr> <td>輔導收購</td> <td>1,804</td> <td>1,480</td> <td>23.00</td> <td>34,040</td> </tr> <tr> <td>餘糧收購</td> <td>3,757</td> <td>3,046</td> <td>21.60</td> <td>65,794</td> </tr> <tr> <td>良質米收購</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>自營米收購</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>寄 倉</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		收購項目	梗 稻		單價	價款(元)	濕穀量	乾穀量	計畫收購	2,972	2,467	26.00	64,142	輔導收購	1,804	1,480	23.00	34,040	餘糧收購	3,757	3,046	21.60	65,794	良質米收購	0	0	0.00	0	自營米收購	0	0	0.00	0	寄 倉	0	0			<p>清水區農會</p> <p>收購日期：1090705</p> <p>農民姓名： 身分證號： L1205909</p> <p>農民地址： 臺中市清 13鄰鎮新南路109</p> <p>存款帳號： 86902110034939 存款人姓名</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">收購項目</th> <th colspan="2">梗 稻</th> <th rowspan="2">單價</th> <th rowspan="2">價款(元)</th> </tr> <tr> <th>濕穀量</th> <th>乾穀量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>計畫收購</td> <td>3,158</td> <td>2,467</td> <td>26.00</td> <td>64,142</td> </tr> <tr> <td>輔導收購</td> <td>1,922</td> <td>1,480</td> <td>23.00</td> <td>34,040</td> </tr> <tr> <td>餘糧收購</td> <td>4,832</td> <td>3,700</td> <td>21.60</td> <td>79,920</td> </tr> <tr> <td>良質米收購</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>自營米收購</td> <td>3,664</td> <td>2,895</td> <td>18.75</td> <td>54,281</td> </tr> <tr> <td>寄 倉</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		收購項目	梗 稻		單價	價款(元)	濕穀量	乾穀量	計畫收購	3,158	2,467	26.00	64,142	輔導收購	1,922	1,480	23.00	34,040	餘糧收購	4,832	3,700	21.60	79,920	良質米收購	0	0	0.00	0	自營米收購	3,664	2,895	18.75	54,281	寄 倉	0	0		
收購項目	梗 稻		單價	價款(元)																																																																									
	濕穀量	乾穀量																																																																											
計畫收購	2,972	2,467	26.00	64,142																																																																									
輔導收購	1,804	1,480	23.00	34,040																																																																									
餘糧收購	3,757	3,046	21.60	65,794																																																																									
良質米收購	0	0	0.00	0																																																																									
自營米收購	0	0	0.00	0																																																																									
寄 倉	0	0																																																																											
收購項目	梗 稻		單價	價款(元)																																																																									
	濕穀量	乾穀量																																																																											
計畫收購	3,158	2,467	26.00	64,142																																																																									
輔導收購	1,922	1,480	23.00	34,040																																																																									
餘糧收購	4,832	3,700	21.60	79,920																																																																									
良質米收購	0	0	0.00	0																																																																									
自營米收購	3,664	2,895	18.75	54,281																																																																									
寄 倉	0	0																																																																											

(資料來源：農會提供自行彙整整)

三、淨收益分析：最近 4 年統計，種植水稻，每一期（半年）生產成本，幾乎是固定的，變化不大，平均每 1.2 公頃的生產成本(肥料、藥物)大約 10 萬元，利潤（不含人工成本）大約 10 萬元。使用本實驗機制，所增加成本與收益分析，在耕地面積為 1.2 公頃，且每百台斤濕穀市價 890 元(107 年市價)，比較淨收益，增加 71959 元。每半年總淨收益約 17 萬元。收益明細表，如下表 5-3-1。

表 5-3-1 (每 1.2 公頃增加的收益)

	雜草抑草蓆	溶磷菌	總產量	淨收益(增減)
成本增減 (%)	減少 73.3%	增加 5%	增加 59.09%	
金額增減 (元)	+2640 元	-5500 元	+71959 元	+71959 元/1.2 公頃

(資料來源：作者自行統整繪製)

四、從這 3 年實驗得知，水稻種植前要種綠肥活化土壤、下基肥用生物菌肥、田埂用抑草蓆、進水要量化控制、並增加入水涵氧量、同時配合生物菌的使用，可大大減少農藥、肥料的使用，平均每分地產量 1882 台斤，超過中部地區，平均產量 1500 台斤 [5]，增加了 25.5%。

五、實驗結果分析：由表 5-3-1 總產量增加 59.09%，讓人大吃一驚。這可能是土壤中的磷肥，多年來，沒有完全被水稻吸收，日積月累造成這次溶磷菌的大爆發所至。

## 柒、結論

- 一、根據中央氣象局資料顯示，本實驗所在地區—台中清水，這三年中部的平均溫度變化不大、同時均無颱風侵襲，故本實驗的產量分析，受氣候影響的變因，微乎其微，影響不大。
- 二、自行研發的「一代灌溉系統」，減少管理農田的灌溉時間約 5~10 倍。「二代灌溉系統」使過濾系統有效作業時間增加二倍。外掛「滴灌溉系統」，提供有效又方便的藥物、液肥滴灌。「自製噴桿」讓人與農藥接觸時間少 3 倍、與農藥距離多 4 倍。
- 三、「自制定量進水」：在進水 PVC 的出水口，鑽一小孔，利用孔徑來調整田中水位高度，秧苗才不會淹死、枯死。
- 四、使用雜草抑制蓆，不使用除草劑，每 1.2 公頃（約 3600 坪）每年節省除草劑農藥成本 2640 元（約 73.3%）。同時創造一個無銅劑的生態環境。
- 五、平均每分地產量 1882 台斤，超過中部地區，平均產量 1500 台斤（增加 25.5%）。
- 六、107 年單獨使用溶磷菌，微生物菌容易受到銅劑破壞、且灌溉水涵氧不足，產量增加 28.39%。



- 七、108 年使用「自製灌溉系統」+「雜草抑制蓆」，產量幾乎沒有增加，但可大幅節省管理農田時間 5~10 倍。
- 八、109 年使用自製灌溉系統+雜草抑制蓆+微生物菌，創造一個無銅劑類（除草劑）、同時提高灌溉水涵氧量(曝氣系統)的生態環境，讓溶磷菌完整發揮功效，同時形成優勢菌，及產生高量的抑菌物質(IturinA) [7]，即能強化植株的抗菌力，同時增加磷效吸收，促進作物生長，大幅減少農藥、肥料的使用，此時產量大幅增加到 59.09%。
- 九、這是一個真正用在民生的實驗操作，同時與農會契作，所有稻作全數繳交農會，並開單據證明（如表 5-2-1、表 5-2-2 所示）經過三年統計，每週投入 8 小時管理農田，每半年淨收益約 17 萬元，是一筆為數不小的假日農夫收入。

## 捌、應用與未來展望

- 一、利用本機制—雜草抑制蓆，將使水稻的有機種植技術，往前邁向一大步。
- 二、「進水系統」的量化。本實驗利用 PVC 水管的塞子(堵住水管)，鑽一小孔，孔徑大小決定進水量。未來將用流量計，方能快速精確計算出進水量，同時計錄不同地區不同土壤的需求水量、及對應的塞子孔徑。
- 三、外掛「滴灌系統」精準化。液體藥物可以配合小型流量計，更能精準控制藥物，即能免於藥傷、又節能且環保。未來植物保護劑的進化，如果能完全不用噴撒，屆時「滴灌系統」將是未來全球農業的明日之星。
- 四、自製噴霧桿的「作業理念」，可以運用在植保機(無人機)作業。現行植保機作業是飛行路線，即是施撒完成面。未來植保機在噴撒作業時，可以用噴桿自動升長(如同三星推出的摺疊手機)，如此作業時間將更大幅減少。
- 五、長效肥的好處。合理施肥是政府近幾年對農民宣導目標。將溶磷菌的機制，應用在肥料的改良(如氮、鉀、稀有元素等)，如此農民的作物管理，9 成以上就是巡田水了。
- 六、製作—水稻的生產履歷（實驗日誌）：詳實記錄了 3 年來本研究的每一個實驗操作。水稻從整田、插秧、施肥、噴撒藥物、微生物菌、收割、自製灌溉系統、雜草抑制蓆等，均按日期，詳實記錄在生產履歷記錄簿，連結如下：<https://reurl.cc/WXdz4y>。
- 七、利用這 3 年的生產履歷記錄，建立「水稻生產管理 SOP」並逐年修正，以利後續操作，連結：<https://reurl.cc/WXdz4y>(水稻生產管理 SOP 在生產履歷記錄簿下方)
- 八、利用本實驗的機制，觀察水稻成長階段的變化如下表 10-1-1。（記錄時間 109 年 1 月 12 日~109 年 6 月 10 日。）



(表 8-8-1)

<p>(一) 下綠肥養土(油菜子) (109.1.12)</p>	<p>(二) 施基肥—溶磷菌 (109.2.20)</p>	<p>(三) 插秧 (109.3.4)</p>
		
<p>(四) 曬田至龜裂 (109.4.2)</p>	<p>(五) 長出新根 (109.4.6)</p>	<p>(六) 孕穗 (109.5.2)</p>
		
<p>(七) 穗長 25 公分 (109.5.10)</p>	<p>(八) 灌漿期 (109.5.20)</p>	<p>(九) 黃熟期 (109.6.10)</p>
		

(資料來源：作者實驗現場拍攝彙製)

## 玖、參考資料及其他

- 1、行政院農業委員會農業試驗所智慧農業。2020年1月12日。檢自  
<https://www.intelligentagri.com.tw/>
- 2、行政院農業委員會－有機稻米。2020年3月2日。檢自  
<https://kmweb.coa.gov.tw/subject/subject.php?id=30362#>
- 3、破除智慧農業的發展障礙。亞洲健康互聯集團 <https://www.hea.com.tw/infoDetail.asp?id=837>
- 4、三面向剖析四農法：慣行、無毒、有機及自然。台灣飲食文化博物館。2019年11月26日。檢自 <https://medium.com/thoo-te/%E4%B8%89%E9%9D%A2%E5%90%91%E5%89%96%E6%9E%90%E5%9B%9B%E8%BE%B2%E6%B3%95-%E6%85%A3%E8%A1%8C-%E7%84%A1%E6%AF%92-%E6%9C%89%E6%A9%9F%E5%8F%8A%E8%87%AA%E7%84%B6-b5411cdde0e6>
- 5、余祁暉。魏于翔。楊舒涵 2016。國際智慧農業發展策略。行政院農委會農業生技產業季刊。智慧農業。NO.48。
- 6、花園城堡園藝資材倉庫。2019年8月10日。檢自  
[http://www.coir.url.tw/product\\_info.php?products\\_id=1076](http://www.coir.url.tw/product_info.php?products_id=1076)。
- 7、向明。1994。生物性農藥的研究現況。生物技術醫藥產業報導。3(4)。2-14
- 8、奉家。2005。植物病害的殺手明星－枯草桿菌。科學發展月刊第391期。18-21
- 9、今日水處理。2019年4月29日。檢自 [http://www.todaywater.com.tw/Planning-view\\_2.html](http://www.todaywater.com.tw/Planning-view_2.html)
- 10、楊秋忠。苗栗農業專訊。NO.53。
- 11、國立海洋生物博物館。2019年9。檢自  
<https://www.nmmba.gov.tw/cp.aspx?n=175F59D3F37F17B5&s=B75E192319A2E070>