

木本種子埋入不同噴植基材深度之發芽試驗研究

林浩江⁽¹⁾ 陳意昌⁽²⁾ 謝政諺⁽³⁾ 林信輝⁽⁴⁾

摘 要

崩塌地治理常採用噴植工法，噴植工法應用種子之發芽率會影響植生成效。本研究就現行常用噴植基材配方，探討三種木本種子埋入深度 1 公分、3 公分、5 公分等對其發芽之影響試驗。試驗採用二種基材處理（處理 I 為菇類堆肥 80%+壤質砂土 20%+水泥 5%，處理 II 為菇類堆肥 100%），種子材料選用相思樹、台灣欒樹、羅氏鹽膚木等 3 種，於戶外環境下進行發芽率之比較試驗。試驗結果顯示：相思樹在基材配方處理 I 中，埋入深度 1 公分處理發芽率為最高，其次為 3 公分，埋入深度 5 公分處理最低；而處理 II 中，不同埋入深度對發芽率無顯著影響。台灣欒樹在基材處理 I 及處理 II 中，埋入深度對其發芽率的影響大多以埋入 1 公分時發芽率最高，其次為 3 公分，埋入 5 公分時最低；羅氏鹽膚木之在處理 I 中，不論埋入深度，發芽率均極低，在處理 II 中，埋入深度越淺，發芽率越高。此實驗結果，可提供日後噴植工法種子材料質量選擇上之參考。

(關鍵詞：埋入深度、種子發芽率、噴植)

Germination Test on Woody Seeds Buried in Hydroseeding Materials with Different Depth

Lin Hao-Chiang⁽¹⁾ Chen Yi-Chang⁽²⁾ Hsieh Cheng-Yen⁽³⁾ Lin Shin-Hwei⁽⁴⁾

Associate Graduate Student⁽¹⁾, Assistant Professor⁽²⁾, Master⁽³⁾, Professor⁽⁴⁾

ABSTRACT

Hydroseeding is often utilized for landslide treatment, for which the germination rate of seeds used would affect the vegetation effectiveness. This study intends to

(1)國立中興大學水土保持學系 碩士生

(2)逢甲大學水利工程與資源保育系 兼任助理教授 (通訊作者 e-mail:yc.chen@mail.lceb.gov.tw)

(3)國立中興大學水土保持學系 碩士

(4)國立中興大學水土保持學系 教授

test the effects of woody seeds being buried 1cm, 3cm, and 5cm in commonly used hydroseeding materials on the germination. Two materials (I: mushroom compost 80%+loamy sand 20%+cement 5% and II : 100% mushroom compost) are applied to the treatment. Seeds of *Acacia confuse*, *Koelreuteria elegans*, and *Rhus javanica* are selected for comparing the germination rate in outdoor environments. The results show *Acacia confuse* seeds buried 1cm in material I presents the highest germination rate, followed by 3cm, and the lowest rate at 5cm, while the burying depth in material II does not show significant effect on the germination rate. The 1cm burying depth in both materials I and II for *Koelreuteria elegans* seeds reveals the highest effects on the germination rate, followed by 3cm, and the lowest rate at 5cm. In material I, the germination rate of *Rhus javanica* seed is extremely low, regardless of the depth, while the shallower burying depth in material II presents the higher germination rate. Such results could be the reference for choosing hydroseeding materials in the future.

(**Keywords** : buried depth、seed germination percentage、hydroseeding)

前言

噴植為大面積崩塌地主要應用之水土保持工法，其具有施工迅速、快速達到植生綠化之優點。目前崩塌地噴植工法之植生基材配方常以菇類太空包廢料堆肥為主要材料，配合黏著劑、化學肥料，並混合草本植物種子為主，菇類堆肥雖具有節省成本及廢棄材料之利用等優點，但噴佈於坡面後因日曬、過度乾燥會固結收縮，並於表層產生硬殼狀態，產生片狀乾裂之情形，導致基材脫落及水分不易入滲，若種子無法在基材乾裂及硬殼化前發芽，發芽率將受影響，(朱祐賢 2011)。若將壤植砂土混入基材中，藉由其高孔隙率，能改善其材料收縮之情形，或有助於植生種子發芽生長。

依水土保持手冊植生篇所述，鋪網客土噴植則於坡面上先鋪上一層鐵絲網，增加坡面穩定性後，再噴客土、粘著劑、種子之方

法；適用於坡度 50°左右之挖方坡面，由於噴植厚度大於 3cm 者，噴植基材內埋入較深之種子可能影響其發芽及生長，故會先噴佈形成 3cm 以上之客土層，再將種子與黏著劑混合後再噴於客土層上。但考量施工之方便性，亦可於鋪網後，將有機質土、肥料、黏著劑、種子及水一次噴植於坡面上 3~5cm，但會導致下層之植物種子發芽率低（行政院農業委員會，2005）。本研究為了解不同木本植物種子在不同埋入深度中之發芽情形，採取 3 種埋入深度處理，對其發芽率進行探討。

前人研究

1. 野外噴植試驗

李元智等人（2007）利用常用之六種噴植植生工法於道路邊坡上進行植生工法之試驗，土壤團粒化劑當作粘著劑及土壤改良

劑，配合加上 1cm 厚之木屑堆肥噴植植生工法（TCP）對中高海拔板岩地區道路邊坡草本類植物生長之成活株數有較好之效果，而厚層之木屑堆肥噴植工法則效果較差。薄層紙漿團粒化劑噴植植生工法（TKPP）之植物株高生長於後期（施工後 105 天）為最矮，且植物葉片有黃化現象；後期，厚層噴植植生工法明顯優於薄層噴植植生工法。巫清志等人（2013）亦利用菇類堆肥及樹皮堆肥等纖維資材，再混合其他水泥、台肥 43 號複合肥料及苦土石灰等資材，進行崩塌地實作試驗，由植生覆蓋率瞭解坡面保護功能，其中以樹皮堆肥配方後期生長較佳。

2. 混合基材配比試驗之相關研究

噴植工法之黏著劑的種類、不同配方濃度以及不同纖維資材對不同植物種子發芽影響均有不同程度的影響，相關的研究及試驗亦持續進行。張瑋珈（2013）於室內發芽試驗中二種纖維資材依有無添加水泥分為 4 種處理，並表示雖然添加水泥會使種子不易發芽，但仍有一定成效，覆蓋率皆可達 90% 以上，並表示波特蘭水泥在 10 kg/m³ 之用量時對噴植種子發芽及初期生長影響並不大；菇肥組別之發芽率高於樹皮堆肥之混合基材，但初期生長較為緩慢且有黃化現象，顯示菇肥中有效態氮素含量不足之問題，添加適量樹皮堆肥可使碳氮比降低，但亦使保水力降低。朱祐賢（2011）採用高分子黏著劑進行發芽試驗結果顯示使用少量黏著劑（0.01%~0.1%）時，就有相當良好之黏著效益。其中以黏著劑濃度 0.015% 之發芽狀況最佳（萌芽率 92%）其他濃度之發芽狀況也相當良好（皆達萌芽率 85%）顯示高分子黏著

劑在添加濃度 0.01%~0.1% 之範圍時，對種子發芽無顯著影響。同時，亦進行菇類堆肥減量試驗，添加砂質壤土以及泥炭苔。而結果顯示，泥炭苔比例較高的組別，在不再給水的情況下，發芽率較高，推論其原因為添加泥炭苔可增加基材保水力。

3. 添加壤質砂土及水泥試驗之相關研究

Chen 等（2013）對於不同菇類堆肥及壤質砂土基材比例，添加水泥試驗，選擇基材體積比例分別為 10%、20% 與 40% 之壤質砂土，搭配分別為 90%、80% 與 60% 之菇類堆肥之資材，混合基材乾重比例為 1%、3%、5% 與 7% 之波特蘭水泥，將各基材配方分別添加多花黑麥草、相思樹等種子進行室內發芽試驗，其中相思樹於配方菇類堆肥 80%+壤質砂土 20%+水泥 5% 之發芽率，高於其他配方；另參考林志尚（2013）於南投縣埔里鎮卓社林道邊坡之噴植實作試驗中材料採用 5% 水泥濃度，為本研究之試驗參考配方。

4. 埋入深度相關研究

種子埋入土壤之深度對於多數種子發芽有顯著影響性，亦有不受埋入深度影響之情形，詳細內容整理於表 1，故本研究採分別將種子埋入基材 1 公分、3 公分及 5 公分等不同深度，選用常用於噴植工法之台灣原生木本植物種子，進行發芽試驗。探討種子埋入不同深度之基材時，對於發芽率之影響，以找出常用基材中利於各木本植物種子發芽之深度，建立相關可用基本資訊，以提供未來噴植工法應用效益上之佐證與參據。

表 1 種子埋入深度相關研究

Table1 The study of being buried depth

植物名稱	結果	作者
馬尾松	1. 當不考慮覆土種類時，馬尾松發芽率以埋入0.5cm及1.0cm為最高，福建柏方面則是以埋入0.5cm最高。 2. 使用腐植土、黏質壤土、砂質壤土及紅土為植生材料時，埋入深度在1.5cm以內皆可具有相當之發芽率。	林渭訪、劉業經(1947)
福建柏		
油杉	1. 油杉發芽率以埋入1cm為最高，覆土種類對於油杉發芽率無顯著之影響。 2. 對於木麻黃之發芽率來說，基材為紅土時，埋入深度0.5cm有最佳之發芽率。	陳振威(1956)
木麻黃		
光臘樹	覆土深度以 0.5 公分最佳，1.5 公分最差，但苗木生長以後者為最佳。	廖天賜(1984)
油松	0.5cm的覆土厚度有最高之發芽率，達94.67%。當覆土厚度達2.5cm或以上時，幾乎不能發芽。	邊銀霞、王輝、李永斌、韓芬(2009)
鐵掃帚	合適之埋入深度為 0.2~0.5cm	林信輝(2013)
山胡枝子		
赤楊類		
松樹類		
槐樹	不受埋入深度影響	柴勝丰(2008)

研究材料與方法

1. 試驗材料

本研究使用相思樹、台灣欒樹及羅氏鹽膚木等台灣原生種之種子。基材方面，處理 I 含有菇類堆肥(纖維資材)，水泥(黏著劑)，砂質壤土(土壤)，處理 II 為純菇類堆肥。各試驗材料說明如下：

1.1 菇類堆肥

菇類堆肥是香菇採收後之剩餘栽培材料(廢棄之太空包)，經堆肥發酵後成為纖維材料，主要的成份為約 95%的天然木屑，然後再添加米糠，玉米粉，麥粉等五穀類有機物混合，發酵後製成，如圖 2 所示。

1.2 壤質砂土

壤質砂土因孔隙率大，可作為改善菇類多肥收縮之材料，雖然含砂土量多，但仍含有少量粉土及粘土，具有土粒間之結合性，且排水性良好。

1.3 波特蘭水泥

本研究使用第 I 型普通水泥，係以水硬性矽酸鈣類為主要成分之熟料研磨而得之水硬性水泥，通常與一種或一種以上不同型態之硫酸鈣為添加物共同研磨，適用於一般構造物使用。

1.4 木本種子

本研究使用之木本種子分別為：相思樹、台灣欒樹及羅氏鹽膚木三種台灣原生種

之種子，並在試驗前，放入培養皿於發芽箱內進行標準發芽試驗(使用蒸餾水，溫度控制於 25℃，光照 10 小時，試期 28 天)，結果如圖 1 所示。此結果為種子在無基材影響及無外力干擾下之發芽情形，試驗目的在於了解此批種子品質。

2. 試驗基材理化特性分析

本研究將試驗基材送至中興大學土壤調查試驗中心化學實驗室作理化分析，檢測結果如表 2 所示。檢測項目包括酸鹼度、電導度、碳氮比、全氮、全磷酐、全氧化鉀、有機質含量等理化特性，再將檢測結果與「植

生工程客土適用性之評估依據」(林信輝，2004)、「植生資材應用手冊」(謝杉舟，2005)進行比較。結果顯示：處理 I 中，加入壤質砂土導致有機質偏低，加入水泥使 pH 值高達 9.9，較不適合一般植物生長。適合種子發芽及植物生長之碳氮比 (C/N) 應低於 20 較有利於微生物分解，處理 II 檢驗結果為 25，雖偏高，但已接近腐熟的標準，而其他檢驗項目之檢測結果，均於正常範圍內。本試驗之砂土採取地點為濁水溪河床，經檢測結果質地，屬壤質砂土。茲將二處理之基材配方作為後續種子發芽試驗。

表 2 噴植基材理化性質分析

Table 2 Material analysis of physicochemical characteristics for mixed materials

處理 噴植基材	處理 I	處理 II
測定項目	菇肥 80%+壤質砂土 20%+5%波特蘭水泥	菇肥 100%
電導度 (EC)	1.02dS/m	0.534 dS/m
碳氮比 (C/N)	20.2	25
全氮 (N)	0.625%	1.86%
有機質 (O.M.)	21.8%	80.3%
全磷酐	0.714%	2.95%
全氧化鉀	1.00%	0.269%
酸鹼度(pH)	9.9	7.8

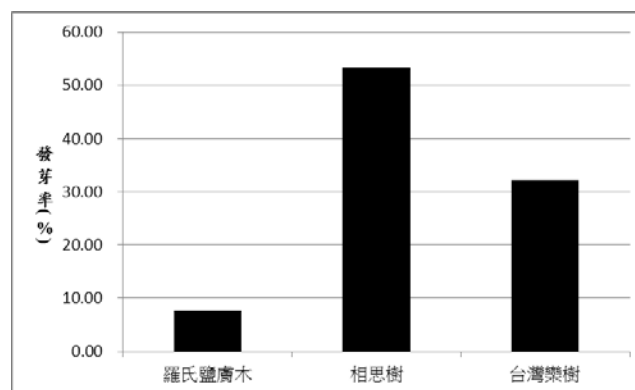


圖 1 發芽箱試驗結果

Fig. 1 The result of germination test

3.試驗地點及時間

試驗地點位於彰化縣溪湖，室外通風，屋頂為壓克力採光罩，以數位式照度計實測約為 26%透光度，此可排除雨水沖蝕之變因。並將噴植基材於 35 度人工坡面上。試驗時間由 2013 年 8 月 6 日至 9 月 4 日。

4.埋入深度發芽試驗

本試驗選擇相思樹、台灣欒樹、羅氏鹽膚木三種木本種子進行試驗。試驗基材為處理 I、處理 II。三種埋入深度處理（分別為自表土面 1cm、3cm、5cm），以及種子預先處理與否，並採二重複，共 24 組試驗基材（詳如圖 2 及表 3）。

種子撒佈完成後，將試驗容器移置於 35 度人工坡面上。每天以灑水器灑水，使其充分濕潤，並於下午 3 時進行觀察及記錄，為期 28 天。

使用公式計算發芽率，發芽率 = $\Sigma A/N$ 。（A 為發芽種子數，N 為灑播種子數量）。並使用 SPSS 統計軟體分析預措處理、埋入深度、基材配方對種子發芽率之顯著性。

4.1 種子預措處理

預措種子有許多方法，例如：溫湯浸種、浸泡濃硫酸、刻傷處理、滲調處理等等，但考量於野外之施工方便性，溫湯浸種為一快

速與簡便之預措方法，故本試驗採用之。將相思樹種子置於沸水中待其自然冷卻後撈起，風乾後備用；台灣欒樹的種子置於沸水中待其自然冷卻後撈起，風乾後備用。羅氏鹽膚木的種子則置於 80℃ 熱水中 15 分鐘後撈起，風乾後備用。本研究將種子分為 2 種處理，各種子經上述溫湯浸種處理者屬於預措組，未經過任何處理者則屬於未預措組。

4.2 種子埋入深度處理

每一組別之試驗基材共 6 公分，埋入深度 1 公分之處理為在容器底部平鋪 5 公分之基材後，將 3 種木本植物種子各 30 顆平均鋪於基材上，再覆上 1 公分之基材，埋入深度 3 公分之處理為在容器底部平鋪 3 公分之基材後，將種子平均鋪於基材上，再覆上 3 公分之基材，埋入深度 5 公分之處理為在容器底部平鋪 1 公分之基材後，將種子平均鋪於基材上，再覆上 5 公分之基材，以此方法控制種子埋入深度。選用的基材配方分別為處理 I 及處理 II 配方（配方詳如表 3）。分別在 24 組試驗基材中置入木本種子各 30 顆，每天進行澆水並觀察記錄其於 28 天內試驗種子之發芽率。

綜上，本試驗設計為：二種種子處理（預措組、未預措組）X 二種基材種類（菇肥 80%+壤質砂土 20%+5%波特蘭水泥、菇肥 100%）X 三種埋藏厚度（1cm、3cm、5cm）X 重複數（二重複），共 24 組。

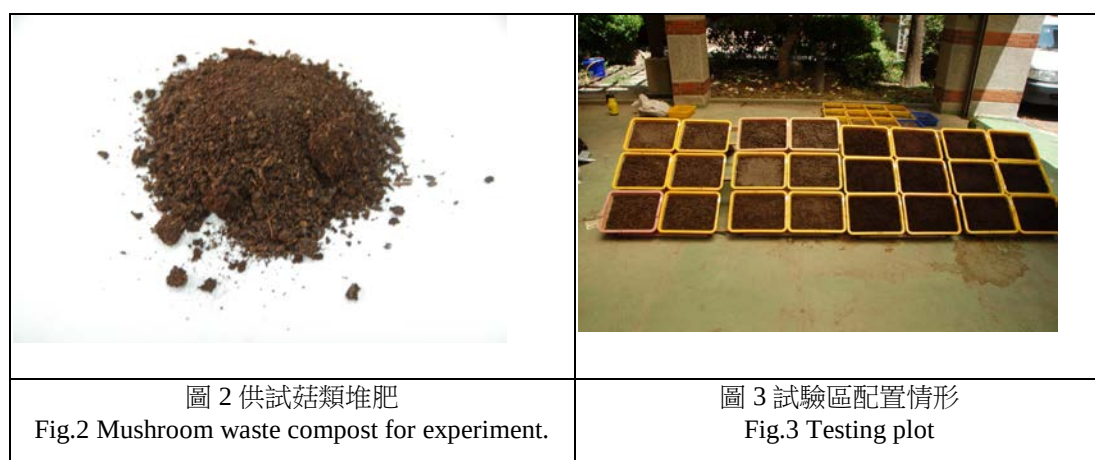


表 3 噴試驗基材配比表
Table 3 Test medium scale form

組別 \ 基材	主要基材配方			水(g)	種子材料	
	菇類堆肥(g)	壤質砂土(g)	水泥(g)		預措處理	埋藏深度 (cm)
1	(80%) 2704.3	(20%) 2025.3	236.5	1200	是	5
2	(80%) 2704.3	(20%) 2025.3	236.5	1200	是	3
3	(80%) 2704.3	(20%) 2025.3	236.5	1200	是	1
4	(80%) 2704.3	(20%) 2025.3	236.5	1200	否	5
5	(80%) 2704.3	(20%) 2025.3	236.5	1200	否	3
6	(80%) 2704.3	(20%) 2025.3	236.5	1200	否	1
7	3380.4	0	0	1500	是	5
8	3380.4	0	0	1500	是	3
9	3380.4	0	0	1500	是	1
10	3380.4	0	0	1500	否	5
11	3380.4	0	0	1500	否	3
12	3380.4	0	0	1500	否	1

註：

1. 菇類堆肥容積密度： 0.466 g/cm^3 ，壤質砂土容積密度： 1.396 g/cm^3
2. 水泥使用量為材乾重之 5%
3. 每組內含種子三種試驗植物每種 30 粒，共 90 粒。
4. 總基材厚度：6 cm。
5. 菇類堆肥 80%+壤質砂土 20%之處理(1~6 組)，簡稱為處理 I
6. 菇類堆肥 100%之處理(7~12 組)，簡稱為處理 II

結果與討論

種子發芽試驗結果，本試驗以菇類堆肥 80%+壤質砂土 20%+5%水泥（處理 I）以及菇類堆肥 100%（處理 II）等二種處理資材配方，種子則採取預措及未預措等二種處理，選取相思樹、台灣欒樹及羅氏鹽膚木等三種的木本植物種子，埋入深度分別為 1 公分、3 公分及 5 公分，試驗結果依不同基材處理分述如下：

1. 基材處理 I 中埋入深度對發芽率之影響

由圖 4 得知；未經預措處理之相思樹，僅於埋入 1 公分時有發芽情形，發芽率為 6.67%，埋入 3 公分及 5 公分時無法發芽。種子經預措處理後，在埋入深度 1 公分時發芽率最佳，為 33.3%，其次為 3 公分，發芽率為 5%，埋入 5 公分時最低，為 1.67%，顯示出於基材處理 I 中，埋入 1 公分時之發芽率為最佳，預措處理能大幅提高相思樹種子發芽率，且影響顯著(表 4)。

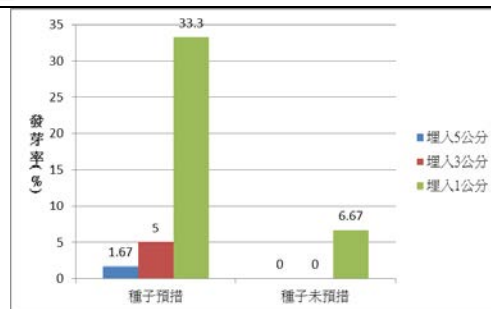


圖 4 相思樹於處理 I 之發芽率
Fig.4 The seed germination percentage of *Acacia confuse* in material I

由圖 5 得知，未經預措處理之台灣欒樹，種子於埋入 1 公分時發芽率最高，為 26.7%，埋入 3 公分及 5 公分時則無法發芽。種子經預措處理後，在埋入 1 公分時發芽率略為提高至 38.3%，埋入 3 公分及 5 公分時發芽率分別為 1.67%、0%，顯示於基材處理 I 中，埋入深度 1 公分發芽率最佳，統計分析結果顯示，埋入深度對台灣欒樹種子發芽率之影響甚為顯著，(表 5)。

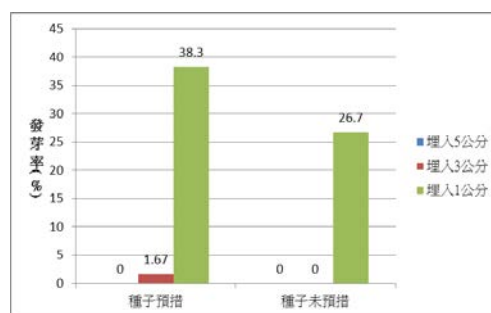


圖 5 台灣欒樹於處理 I 之發芽率
Fig.5 The seed germination percentage of *Koelreuteria elegans* in material I

羅氏鹽膚木之發芽情形圖 6 所示，基材處理 I 中，整體發芽率極低，種子未經預措處理時，不論何種埋入深度，均無發芽情形。種子經預措處理後，僅於埋入 1 公分時發芽，發芽率為 3.33%，其他組別均無發芽，統計結果亦顯示羅氏鹽膚木發芽率受基材影響非常顯著，(表 6)。

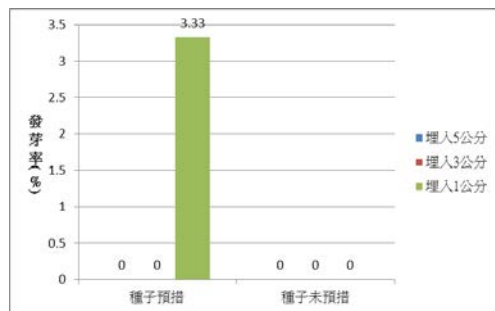


圖 6 羅氏鹽膚木於處理 I 之發芽率
Fig.6 The seed germination percentage of *Rhus javanica* L var. in material I

綜合上述結果，本研究所採用之 3 種木本植物在基材處理 I 中，發芽情形均以埋入深度為 1 公分處理有最佳發芽率，埋入 3 公分以上發芽率極低。推測與噴植基材中添加水泥會提高整體硬度及 pH 值，這一現象有關，Chen 等(2013)。巫清志(2013)之試驗結果亦表示，土壤團粒化程度及硬度均隨著水泥比例增加而升高，可增加基材穩定性，並使抗沖蝕能力提高，但亦造成種子發芽受阻。此外，添加壤質砂土後，因其孔隙率高，填補菇類堆肥中之孔隙，具有改善菇類堆肥收縮之效果，使基材質地較緻密，亦造成得陽光、空氣較不易穿透基材，而導致埋入較深層之種子無法發芽。

2. 基材處理 II 中埋入深度對發芽率之影響

由圖 7 得知：未經過預措處理之相思樹，在埋入深度 3 公分時發芽率最高，為 16.7%，

其次為埋入 1 公分之處理，發芽率為 15%，埋入 1 公分時最低，為 11.7%，3 種埋入深度處理下之發芽率相近，預措處理後發芽率大幅提升，亦在埋入深度 3 公分時發芽率最高，為 86.67%，其次為埋入 5 公分及 3 公分，發芽率分別為 83.3%、76.7%，顯示出於基材處理 II 中，在埋入深度 3 公分時發芽率最高，各埋入深度處理發芽率相近，統計結果亦表示，埋入深度對發芽率無顯著影響，(表 4)。

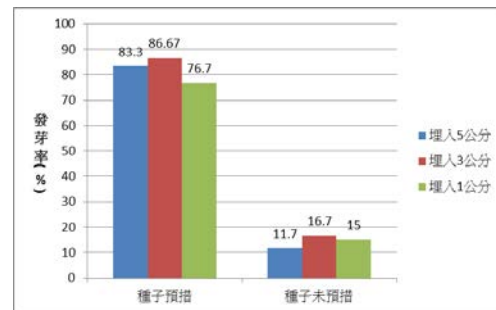


圖 7 相思樹於處理 II 之發芽率
Fig.7 The seed germination percentage of *Acacia confuse* in material II

由圖 8 得知：未經預措處理之台灣欒樹，埋入深度為 1 公分時，發芽率最佳，為 31.7%，其次為埋入 3 公分，發芽率 25%，埋入 5 公分時發芽率最低，為 6.67%，種子經預措處理後，埋入 3 公分者發芽率提高至 33.3%，埋入 5 公分者提高至 21.7%，唯埋入深度為 1 公分之組別例外，發芽率降至 15%，此結果較不合理，推測其原因可能為種子遭螞蟻搬運、昆蟲啃食等外力影響所導致。

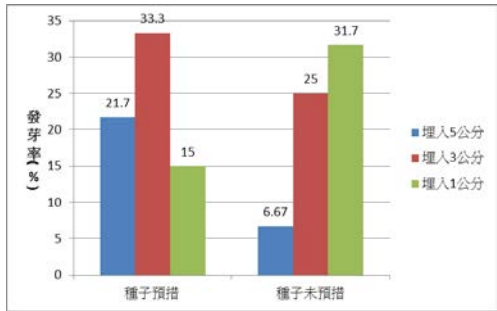


圖 8 台灣欒樹於處理 II 之發芽率
Fig.8 The seed germination percentage of *Koelreuteria elegans* in material II

由圖 9 得知；未經預措處理之羅氏鹽膚木，埋入深度為 1 公分時，發芽率最佳，為 10%，其次為埋入 3 公分，發芽率 6.67%，埋入 5 公分時發芽率最低，為 3.33%，種子經預措處理後，亦在埋入深度 1 公分時發芽率最佳，為 40%，其次為 3 公分及 5 公分，發芽率分別為 33.3%、25%，顯示羅氏鹽膚木於基材處理 II 中，埋入深度越淺，發芽率越高，預措處理大能幅提升發芽率，對其影響顯著，(表 6)。

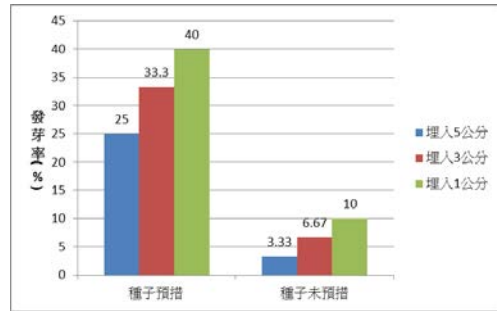


圖 9 羅氏鹽膚木於處理 II 之發芽率
Fig. 9 The seed germination percentage of *Rhus javanica* L var. in material II

綜合上述結果，本研究所採用之 3 種木本植物在基材處理 II 中，種子埋入深度對於相思樹影響不顯著，而台灣欒樹在埋入 3 公分時發芽率為最佳，在種子未預措之情形下，埋入深度為 5 公分時發芽率偏低，羅氏鹽膚木則埋入深度越淺，發芽率越高。整體發芽率相較於基材處理 I 高出許多，推測其原因為菇類堆肥質地蓬鬆，使陽光及空氣能穿透基材，使下層種子較易發芽，且 pH 值接近中性，較適合植物生長，使整體發芽率提高。

表 4 相思樹發芽率變異度檢測

Table4 One - way ANOVA analysis of *Acacia confuse* germination percentage

分析項目	F 檢定	p-value	顯著性
預措處理	201.640	0.000***	非常顯著
埋入深度	3.430	0.066	不顯著
基材配方	213.160	0.000***	非常顯著

表 5 台灣欒樹發芽率變異度檢測

Table5 One - way ANOVA analysis of *Koelreuteria elegans* germination percentage

分析項目	F 檢定	p-value	顯著性
預措處理	0.576	0.463	不顯著
埋入深度	7.644	0.007**	非常顯著
基材配方	6.400	0.026*	顯著

表 6 羅氏鹽膚木發芽率變異度檢測

Table6 One - way ANOVA analysis of *Rhus chinensis* var. germination percentage

分析項目	F 檢定	p-value	顯著性
預措處理	45.305(1,12)	0.000***	非常顯著
埋入深度	3.189(2,12)	0.078	不顯著
基材配方	89.830(1,12)	0.000***	非常顯著

註：*： $p < \alpha = 0.05$ ，**： $p < \alpha = 0.01$ ，***： $p < \alpha = 0.001$ 。

(NDF,DDF)：NDF：為 F test 中分子之自由度，DDF：為 F test 中分母之自由度。

結論

1. 經發芽試驗後得知，於基材處理 I 中(菇類堆肥 80%+壤質砂土 20%+水泥 5%)，各種子均以埋入深度 1 公分時發芽率最佳，埋入深度大於 3 公分時發芽率甚低，幾乎無法發芽，故施工時噴植厚度大於 3 公分時，須酌量增加種子使用量，以確保最上層 1 公分基材內有足夠之種子，方可達到預期成效。
2. 基材處理 II (純菇類堆肥)中，整體發芽率較處理 I 高，相思樹與台灣欒樹於埋入 5 公分內，皆有發芽情形，故施工時噴植厚

度於 5 公分內可不需增加種子使用量，惟羅氏鹽膚木於埋入深度為 5 公分時發芽率較低，建議增加種子之使用量，以確保其發芽成效。

3. 不論在基材處理 I 及基材處理 II 中，種子經預措處理後發芽率均有增加，故建議於施工前以溫湯浸種的方式將種子預措，此方法簡便快速，於野外施工時方便性佳，實用性高。
4. 噴植工法實際於野外施工時，所使用之基材配方以及噴植厚度須視當地立地條件而定，若所用基材配方與本研究相似時，本研究可提供種子材料質量選擇上之參考。

參考文獻

1. 行政院農業委員會，(2005)，水土保持手冊植生篇。
2. 朱祐賢，(2011)，噴植工法應用菇類廢棄木屑堆肥材料之適用性研究，國立中興大學水土保持研究所碩士論文。
3. 巫清志、張瑋珈、林信輝，(2013)，噴植工法不同資材種子發芽與覆蓋率比較分析，水土保持學報(已審查通過)。
4. 何怡增，(2001)，噴植基材對植物發芽生長之探討，國立中興大學水土保持研究所碩士論文。
5. 李元智、李錦浚、黃育珍、張禎驩，(2007)，不同噴植植生工法應用於道路邊坡之研究，水土保持學報，39(2):201-215。
6. 林信輝、王英任、徐憲生，(2011)，崩塌地噴植植生復育及其應用資材之探討，水土保持學報 43(2):147-170。

7. 林信輝，(2004)，水土保持植生工程，高立出版社。
8. 林志尚，(2013)，不同基材現地噴植實作試驗與後續植生演替分析 - 以南投縣埔里鎮卓社林道邊坡為例，國立中興大學水土保持研究所碩士論文。
9. 巫清志，(2013)，噴植基材應用水泥與菇類堆肥之試驗研究，國立中興大學水土保持研究所碩士論文。
10. 張瑋珈，(2013)，不同資材配方應用於坡面噴植之研究。國立中興大學水土保持研究所碩士論文。
11. 謝杉舟主編，(2005)，植生資材應用手冊，行政院農業委員會水土保持局編印。
12. 謝政諺，(2014)，噴植工法應用木本植物種子發芽機制之研究。國立中興大學水土保持研究所碩士論文。
13. 林渭訪，劉業經(1947)，覆土種類及播種深度對於馬尾松福建博種子發芽之關係試驗，台灣省林業試驗所報告第十二號，台北，台灣省林業試驗所印行。
14. 邊銀霞、王輝、李永斌、韓芬(2009)，土壤水分和覆土厚度對油松種子萌發和幼苗出土的影響。甘肅農業大學學報，44(2)：116-121。
15. 陳振威(1956)，土壤種類及覆土深度對於油杉及木麻黃種子發芽及幼苗生長關係之試驗，台灣省林業試驗所報告第五十二號，台北，台灣省林業試驗所印行。
16. 廖天賜(1985)，台灣光臘樹之育苗試驗，國立中興大學農學院森林學研究所碩士論文。
17. 柴勝丰、蔣運生、韋記青、陳宗游、王滿蓮、李鋒(2008)，槐樹種子萌發特性研究，種子，27(6)：43-46。
18. Chen Yi-Chang, Shin-Hwei Lin, Edward Ching-Ruey Luo,(2013), The Different Vegetation Materials with Cement and Mushroom Waste Compost for Hydroseeding Test ,International Journal of Engineering and Innovative Technology,3(6):217-221。

104 年 05 月 27 日收稿

104 年 06 月 08 日修改

104 年 06 月 12 日接受