

台灣常用覆蓋草類覆蓋率之研究

A Coverage Study of Cover Grass Commonly Used in Taiwan

國立屏東科技大學
水土保持系
助理教授

江介倫*

Jie-Lun Chiang

國立屏東科技大學
水土保持系
副教授

黃國禎

Kuo-Cheng Huang

國立成功大學
水利及海洋工程學系
博士生

邱宏彬

Hung-Pin Chiu

國立屏東科技大學
水土保持系
學士

黃屢瑩

Ching-Ying Huang

摘要

種植覆蓋草類是防止沖蝕保育土壤資源的重要方法之一，主要是藉由其快速生長，葉面被覆直接保護地表，阻擋雨滴打擊，並可減緩地表逕流之流速，可有效防止土壤沖蝕，惟不同植生覆蓋特性及生長速度不同。本研究為探討台灣地區雨季前不同覆蓋草類在特定基材下覆蓋率之差異，自 2007 年 2 月開始將小葉百喜草、類地毯草、百慕達草、田菁、油菜和百花三葉草等 6 種覆蓋草類，種植於兩種土樣中進行盆栽試驗，定期拍攝照片分析影像後進行覆蓋率之計算。經過為期半年觀測，結果發現，田菁生長情形較好，覆蓋率最高可達 80% 以上，為本研究中覆蓋率較好之覆蓋植物；而小葉百喜草和類地毯草的覆蓋率，到八月時可達到 40% 左右，且持續成長，恰可於雨季時保護地表；油菜於前兩個月生長情形較好，較佳覆蓋率時可達 40% 以上，但至雨季時覆蓋率已下降。百慕達草和百花三葉草雖有持續成長，但生長情形較為緩慢，尤其是百花三葉草在觀測期間最高覆蓋率僅達 3.9%。

關鍵詞：覆蓋率，草類，土壤沖蝕。

ABSTRACT

Planting cover grass is one of the major methods for soil conservation. Cover grass can effectively slow down the runoff and also prevent the soil erosion because the fast growing grass can directly protect the ground from the impact of rain drops which could dislodge soil particles. However, due to different ground materials, the cover grass shows different germination rates. The purpose of this study is to probe into the germination rates of different cover grass among specific ground materials in wet season. In this

*通訊作者，國立屏東科技大學水土保持系助理教授，91201 屏東縣內埔鄉學府路一號，jlchiang@mail.npust.edu.tw

study, we chose six grass species including Bahia Grass (A₃₃), Bermuda Grass, Carpet Grass, Sesbania, Edible Rape and White Clover. We planted them in the potted plants filled with two different soils, and calculated coverage rates of these six species from images. Among six months, we discovered that the coverage of Bahia Grass (A₃₃) and Carpet Grass had continuous germination, and the coverage approached 40%, the germination was steady. The coverage of Sesbania approached higher than 80%. The result of the coverage was the best of the cover grass in this study. Edible Rape had better germination in the first two months. The coverage approached higher than 40% when it was under better germination situation. Although the coverage of Bermuda Grass and White Clover had continuous germination, the germination rate was still slow. Especially the germination rate of White Clover was no more than 3.9% in this period.

Keywords: Coverage, Grass, Soil Erosion.

一、前言

由於台灣地區的河川源短流急、地質脆弱、地震頻繁及高溫多雨等因素，再加上人為的開發，破壞了原有的地形地貌，每逢暴雨易造成崩塌、地滑及土石流等土砂災害，使土壤資源之保育與永續不易。因此，如何減低土砂災害及確保土壤資源的永續利用，時為刻不容緩之事。

而植物的葉面覆蓋與根系皆有保護土壤的功效。一般而言，草類根系如均勻分布在土壤內，藉其網結之作用，能夠固結土壤，提高土壤抗剪強度，防止土壤流失(顏正平等，1983)。而葉面覆蓋則可減低雨滴打擊之動能，減少表面逕流量，防止沖蝕擴大，以減免災害(林信輝，2006)，而本研究現階段之重點即著重於葉面覆蓋部份加以探討；由於土壤沖蝕時，植物覆蓋的狀況對於沖蝕量的影響遠大於土壤的理化特性的影響，且不同植生對於保護土壤的效應不一(Morgan, 2008)，良好的植生狀態，由於其覆蓋佳，可以保護地表，阻截雨滴打擊，減緩逕流之流速，能有效防止土壤沖蝕。本研究以兩種土樣當植物生長之立地資材，於盆栽內栽植小葉百喜草、百慕達草、類地毯草、田菁、油菜及白花三葉草等六種台灣常見之覆蓋草類，觀察種植自二月起六個月期間內覆蓋率之變化，以瞭解雨季前適合種植哪種植生以便於雨季時有較好之植生

覆蓋率以保護土壤，減少沖蝕。

二、文獻回顧

植生的覆蓋情況良好與否，會主導一地之土壤資源之沖蝕保育情況，而植生對於土壤的保護與邊坡的穩定前人已有許多探討，如葉建軍等人(2008)、沈哲偉等人(2009)皆對此相關議題有深入研究。在植物適合生長的土壤 pH 值方面，張雙滿等人(1972)利用戀風草、百喜草和營多藤等三種草類進行土壤 pH 適應性測驗，發現百喜草對土壤 pH 值之適應範圍廣，在 pH 值 5.5-8.9 之間均能正常生長。呂福源等人(1987)於林口紅土台地進行植生草類之試驗，其所選用的供試材料有大葉百喜草(A₄₄)、小葉百喜草(A₃₃)、地毯草、百慕達草和蜈蚣草，發現小葉百喜草和地毯草對林口地區土壤及其他環境適應性最佳，適合當地栽植，其成活率及相對覆蓋率均與其他草種呈顯著差異。

植生之覆蓋亦會影響一地之土壤肥力和土壤理化性質。Ethan *et al.* (1960)指出，種植百慕達草可增加土壤有機質含量。Blue (1973)指出，百喜草地上部和地下部能形成大量植物殘體的累積。Mazurak *et al.* (1977)指出土壤中有機質經過長期作用，可使土壤之粘粒、粉粒及砂粒膠結而成穩定的團粒。黃俊義(1978)認為覆蓋可以使土壤有機質維持一定之含量，不致過度降低，並

表 1 國立屏東科技大學教學氣象站氣象資料

年份	月份	月總降水量(mm)	日平均溫度(°C)
2007	2	4.0	21.3
2007	3	20.5	23.0
2007	4	42.5	24.4
2007	5	160.0	27.0
2007	6	376.5	27.6
2007	7	208.0	28.6
2007	8	1773.0	26.3

可增加土壤交換性鉀素含量，土壤中有有效磷素含量因處理之不同而有差異。鄭慶生(1979)指出，百喜草覆蓋能有效改善土壤假比重、分散率、孔隙率、滲透率、飽和導水度及硬度等土壤物理性之功效，並能提高土壤有機質含量，加上生長勢強，地面莖葉茂密，覆蓋率亦佳，能有效控制土壤流失。盧惠生等人(1979)在 20 度坡地進行杉木、百喜草及裸露區之土壤滲透率測定，指出土壤水分最初滲透率及最終滲透率均以百喜草最高。陳慶雄(1981)指出，百喜草覆蓋能達到改善土壤理化性質，諸如增加土壤孔隙度，提高有機質、氮及交換性鉀等之含量，進而促使土壤團粒更趨於穩定，且達到增加養分之目的。廖綿濬(1985)指出，百喜草在抑制水土流失效能上較優於內斜式平台階段，而且在果園經營管理的應用上，亦有增加土壤有機質、改善土壤理化性質、提高農產品品質等多方面的優異效果。林俐伶(1998)指出，影響土壤有效水分之主要因子為土壤團粒之大小，其次為有機質含量和假比重，而與土壤質地相關性較小。邱勝範(2004)指出，百喜草覆蓋處理能有效抑制逕流和土壤沖蝕之產生，且能改善土壤理化性質。國內以往雖然已有對植生與土壤相關研究之基礎，但對於覆蓋草類在雨季前及雨季的覆蓋率變化與比較則無完整研究，因此本研究擬將此分析結果提供國內植生保護工程實施之參考。

三、材料與方法

3.1 試區概況

本研究試驗區位於台灣南部屏東縣境內之國立屏東科技大學資源工程館，於 2007 年 2 月

表 2 土樣 A 和 B 之基本理化性質

分析項目		土樣 A		土樣 B	
顆粒密度(g/cm ³)		2.67		2.67	
總體密度(g/cm ³)		1.33		1.43	
質地	砂粒(%)	壤質砂土	84.40	砂質壤土	67.85
	粉粒(%)	(Loamy	14.77	(Sandy	29.84
	粘粒(%)	sand)	0.84	loam)	2.31
pH 值		8.33		8.36	
電導度(mS/cm)		1.23		1.46	

設置完成試驗區。本區位於北迴歸線以南，年平均溫度約為 25.2°C，屬於熱帶型氣候，年平均雨量 2600 公厘，分部集中於 5-9 月，多為午後雷雨型，茲將屏東科技大學教學氣象站自 2007 年 2 月至 2007 年 8 月份之氣象資料詳列於表 1。

本研究選擇於 2 月開始種植觀測，主要是因為台灣雨季自五月之梅雨乃至七、八月之颱風暴雨係主要造成土壤沖蝕及土砂災害原因，因此與保護土壤及符合技術規範之規定，即施作植生時，植物物種必須於雨季來臨前種植，使其有足夠之時間生長以穩固土壤，如於雨季間種植，則會導致植入之植物種子流失，無法達到穩固土壤之效果。故本研究將實驗日期訂在 2~8 月，以瞭解台灣雨季時適用之覆蓋植物的生長狀況與覆蓋率，以供後續實務參考。

3.2 土樣理化性質

本研究採用兩種土樣 A 和 B，其理化性質如表 2 所示。土樣 A 和 B 之土壤顆粒密度皆為 2.67 g/cm³，而總體密度方面，土樣 A 為 1.33 g/cm³，土樣 B 為 1.43 g/cm³，經由下式計算可得土樣 A 和土樣 B 之孔隙率各為 50.19% 和 46.44%。

$$f = (1 - \frac{\rho_b}{\rho_s}) \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

式中，f 為孔隙率(%)， ρ_b 為土壤總體密度(g/cm³)， ρ_s 為土壤顆粒密度(g/cm³)。

土壤質地方面，利用機械分析之吸管法所測得的砂粒、粉粒和粘粒如表 2 所示。根據美國農部土壤質地三角圖，土樣 A 屬於壤質砂土(Loamy sand)，土樣 B 屬於砂質壤土(Sandy loam)。

表 3 土壤 pH 值與其酸鹼性強弱的等級(美國農部 1975 年農業年鑑)

pH 範圍	土壤反應
<4.5	極酸性(Extremely acid)
4.5-5.0	極強酸性(Very strongly acid)
5.1-5.5	強酸性(Strongly acid)
5.6-6.0	中酸性(Medium acid)
6.1-6.5	微酸性(Slightly acid)
6.6-7.3	中性(Neutral)
7.4-7.8	弱鹼性(Mildly alkaline)
7.9-8.4	中鹼性(Moderately alkaline)
8.5-9.0	強鹼性(Strongly alkaline)
>9.0	極強鹼性(Very strong alkaline)

備註：本表摘錄自郭魁士編著之土壤學，1997。

pH 值方面，根據美國農部 1975 年農業年鑑 (U.S.D.A 1957 Year Book of Agriculture)對土壤 pH 值與其酸鹼性強弱的等級作如表 3 之分級。由表 3 可知，土樣 A 和土樣 B 之 pH 值介於 7.9-8.4 間，土壤反應屬於中鹼性。

電導度方面，正常土壤飽和抽出液之電導度為 0-2 mS/cm，若測值太高即表示土壤中所含之可溶性鹽類過高，此現象將會導致作物之生理障礙。本研究採用之兩種土樣，其電導度值皆介於 0-2 mS/cm，因此植物可正常生長。

3.3 受試草類

受試覆蓋草類計有小葉百喜草、類地毯草、百慕達草、田菁、油菜和白花三葉草等 6 種，說明如下：

3.3.1 百喜草(A₃₃)

百喜草學名為 *Paspalum notatum* Flugge，英名為 Bahia grass，原產於拉丁美洲，有不同的品系，本研究選用葉寬在 0.32 公分左右之小葉種 A₃₃ 品系，其葉片柔軟但草產量較低，較耐寒耐旱。百喜草走莖發達，具匍匐性，節節生根且節間短，根系茂密，無攀緣主作物習性，便於田間管理工作，且易剷除更新，每年 6 月上旬到 9 月抽穗開花，種子產量高，發芽率亦高，約在 50% 左右。百喜草喜高溫，最適生長溫度為攝氏 28-33 度，生育初期若遇低溫，生長則趨緩慢。對於土壤質地的選擇亦廣，砂土至粘質壤土間之各種土

壤均可正常生長，但以具有相當溼度的肥沃粘重土地為最適宜，pH 值之適應範圍約在 5.5-8.9 之間。光照以 40%-80%之間生長較好，草產量最高，但當光照降至 20%時，有嚴重直立陡長現象，植株分蘖數減少(林信輝，2006)。

3.3.2 類地毯草

類地毯草學名為 *Axonopus affinis* Chase，英名為 Carpet grass，為多年生耐陰性禾草，早期由美國南部及中南美洲引進國內栽培，其耐貧瘠、耐酸、不耐鹽鹼，土壤酸鹼值以 4.7-7.0 最適合。喜溫暖潮濕氣候，較其他草類耐潮濕，在全日照或些微遮蔭下生長良好，但不適宜沼澤地生長。耐寒性強，適生於台灣 2000 公尺以下之中海拔地區，冬季葉鞘出現明顯的紫紅色。莖匍匐延伸形成密生草皮，株高約 5-35 公分。葉鞘緊密，桿節光滑無毛，葉成深綠色，先端稍鈍，寬 2-8 公厘，長 15-30 公分。花為總狀花序，2-4 枚，長 2-10 公分，每年 5-9 月抽紫紅色花穗，穗桿長約 10-45 公分。小穗無梗，長 0.2 公分，長橢圓型至橢圓形。種子細小，每公克約含 2500 粒(林信輝，2006)。

3.3.3 百慕達草

百慕達草學名為 *Cynodon dactylon* (L.) Pers.，英名為 Bermuda grass 或 Coughgrass，分布於台灣之平地及丘陵地，群生於向陽之荒地、路邊、河堤、草原及海邊砂地。百慕達草屬禾本科，多年生宿根性草類，株高 5-40 公分，具匍匐莖，枝莖具節，有較長的節間，每節均能生根，蔓延快速，著生花之桿直立。葉線形或長披針形，葉寬 0.2-0.3 公分，色深綠或淡綠，大部份著生於稈基及匍匐莖上。葉長 5-8 公分，葉鞘平滑，葉片基部具長毛，葉舌極短，撕裂狀，具短毛。花為穗狀花序，3-7 枚，長 2.5-5 公分，小穗著生花軸一側，密生排成 2 排，幾無梗，長 2-3 公厘，具 1 小花，雄蕊 3，子房有 2 花柱，每年 3-10 月抽穗開花，桿長 10-15 公分。穎果細小，由堅硬的外桴包住，每公克約含種子 3800 粒，全年都可看到百慕達草開花結果(林信輝，2006)。

3.3.4 田菁

田菁學名為 *Sesbania roxburghii* Merr.，英名

為 *Sesbania*，一年生草本植物，性喜溫暖潮濕，耐濕且耐鹽，對土壤適應性強，惟以栽培在砂質壤土或壤土為佳，是台灣夏季水稻田常見的綠肥作物，其中又以中南部較多。不耐寒，早春栽培溫度若太低則有礙幼苗生長。田菁原產於亞洲熱帶地區，台灣於 1930 年代即引進栽培並馴化為本地種，但因採種成本過高，目前推廣品種大都由國外進口種子，其中以印度為進口大宗。莖為具軟木材的灌木，高 1-2 公尺，主莖直立，分枝不發達，幼枝上小葉有絨毛。葉互生，偶數羽狀複葉，長 12-15 公分，小葉對生，40-80 枚，先端鈍，有尖突，基部圓鈍，葉脈不明顯。花冠為黃色碟形，旗瓣有赤黑色斑點，5-12 枚，呈腋生的總狀花序，花萼 5 裂，齒萼交接處無腺毛，雄蕊 10 枚，二體，花藥同型。莢果長線形，直立如鐮刀狀，黃褐色，內含綠黑色橢圓形種子 25-35 粒，長 20-30 公分。因係短日照開花植物，若於 3 月以前播種，約於 4、5 月開花，4-8 月播種，約於 9、10 月開花(林信輝，2006)。

3.3.5 油菜

油菜學名為 *Brassica campestris* L.，英名為 Edible rape，屬十字花科，原產於歐洲與中亞一帶，台灣以彰化縣栽培最盛，台中、苗栗、嘉義、雲林、南投亦栽培不少。葉脈明顯，葉端成圓形，葉片長約 20-30 公分，視肥力和水分充足與否而定。十字花序，多為黃色，是蜜蜂很好的蜜源植物。莖高約 1 公尺左右，開花時多分枝，顏色有綠色和紫色，視品種而定。果實為短角果，由兩片莢殼組成，中間有一隔膜，兩側各有 10 個左右的種子。種子的顏色呈深紅色或黑色(中國種苗改進協會和台灣省農業試驗所，1994)。

3.3.6 白花三葉草

白花三葉草學名為 *Trifolium repens* Linn.，英文名 White clover，原產地為北美洲，台灣於 1910 年代引進作為牧草、水土保持植物，偶爾也供栽植觀賞。白花三葉草為豆科(Fabaceae)菽草屬(*Trifolium*)，多年生草。莖具匍匐性，但有時亦能呈斜上昇狀，長 10-30 公分，偶具有分枝，光滑無毛或散生毛茸。葉為三出複葉且具有長柄，柄長 4-8 公分，光滑無毛；小葉倒卵形或卵

形，長 1.5-3 公分，寬 1-2 公分，先端圓而微凹，基部鈍，有細銳鉅齒，表面常有白色的斑塊，光滑無毛，背面顏色較淡；托葉卵葉披針形，長 1-2 公分，先端漸尖，膜質。花為白色，多數排列為一頭狀花序，徑 1.5-3 公分，花序軸腋生、細長，長 10-15 公分，光滑無毛；小花梗長 0.1-0.5 公分，小苞片膜質，授粉後反捲；花萼光滑無毛，萼筒鐘形，淡綠色但略帶紫色，先端 5 裂，裂片線形，長 0.2-0.3 公分，先端銳尖，上位兩枚裂片最大；旗瓣離生，長圓形，長 0.8-1.2 公分，先端圓而有一尖突，基部爪的部份寬大，翼瓣及龍骨瓣都具有長爪，翼瓣較長。莢果遠挺出於花萼外，線形，內有種子 2-4 枚，不開裂(應紹舜，1993)。

3.4 研究方法

3.4.1 盆栽配置

本研究採用直徑 26 公分，高 30 公分之植生試驗盆栽，分 A、B 土樣於每盆內各裝入 18 公斤。採用 6 種草類，做 3 次重複，共計 36 盆植生試驗。每種草類分 A、B 土樣盆栽，每種土樣栽植 3 盆，採用逢機設計將盆栽配置於試區內。

3.4.2 試驗種子播種量

依水土保持手冊植生方法種子播種量之計算，採用以下公式：

$$w = \frac{A}{B \times C \times D \times E \times F} \dots\dots\dots(2)$$

式中，w 為導入植物別的播種量(g/m²)；A 為期待發芽生長株數(株/m²)；B 為不同植物之覆土修正值；C 為立地條件之修正值；D 為施工時期之修正值；E 為種子發芽率(%)；F 為種子之單位粒數(粒/g)。

依水土保持手冊，使用草種之期待發芽株總數(A)約為 5000 株/m²，覆土修正值(B)與施工時期修正值(D)，立地條件修正值(C)均為 1；其單位面積為 0.053 m²，以撒播方式播種，並於盆栽上覆蓋不織布以防止鳥食。表 4 為不同草類之播種量。

3.4.3 覆蓋率調查

首先於植生後每兩週以數位相機固定高度

表 4 覆蓋草類之播種量計算表

草類	平均發芽率 (%)	單位粒數 (粒/g)	播種量 (g/m ²)
小葉百喜草	100	350	0.758
百慕達草	100	3800	0.007
類地毯草	100	2500	0.106
田菁	100	70	3.792
油菜	100	390	0.681
白花三葉草	100	1200	0.221

及垂直拍照，並且將照片編號存檔，再利用軟體 PhotoImpact 及 Image-Pro 將照片經人為修飾，排除影像分析干擾物，再利用 SigmaScan Pro 5 軟體進行植生覆蓋率影像分析。其影像處理的基本原理是回歸到構成影像的最原始像素(pixel)，由使用者對原影像(如圖 1)先進行前置處理，選定目標植物像素範圍之色階，重新定義所選定植物色階為另一種不易混淆的色調，並檢查其定義後所呈現之影像(如圖 2)，再將分析後的像素除以範圍的總像素(1050*1050)即為覆蓋率。

四、結果與討論

經 SigmaScan Pro 5 軟體分析所得的覆蓋率結果如表 5 所示。由表 5 可知，百慕達草、類地毯草、田菁、油菜和白花三葉草於觀測第 8 天開始有覆蓋率，其中 A、B 土樣皆以油菜之覆蓋率較佳(土樣 A 為 23.20%，土樣 B 為 7.80%)。以最佳覆蓋率而言，小葉百喜草和類地毯草於第 183 天可達到最佳之覆蓋率，覆蓋率為 40% 左右；田菁為六種受試草類內，覆蓋率較高之覆蓋草類，其中土樣 A 之最佳覆蓋率可達 88.17% (觀測第 131 天)，土樣 B 之最佳覆蓋率可達 43.74% (觀測第 85 天)；油菜為初期生長較快之覆蓋草類，於觀測第 25 天即可達到最佳之覆蓋率(土樣 A 之最佳覆蓋率為 42.83%，土樣 B 為 23.00%)；至於百慕達草和白花三葉草之最佳覆蓋率，除了百慕達草土樣 B 可達到 29.26% 外，其餘三種處理之最佳覆蓋率皆未能達到 10% 以上。

表 6 為觀測期間覆蓋率之標準偏差。由表 6 可知，小葉百喜草、類地毯草和白花三葉草於土樣 A 及土樣 B 之標準偏差值較低，顯示單一處



圖 1 影像分析前(圖為田菁於觀測第 43 天之影像)

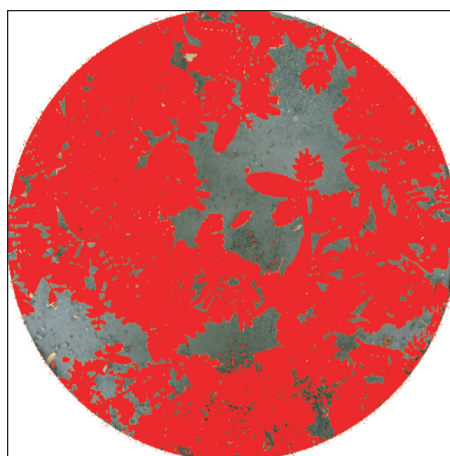


圖 2 影像分析後(圖為田菁於觀測第 43 天之影像)

理之各重複間差異較小，表示小葉百喜草、類地毯草和白花三葉草於土樣 A 及土樣 B 之生長情形較為穩定。百慕達草於土樣 A 之標準偏差值較低，表示百慕達草於土樣 A 之各重複間差異較小，生長情形較為穩定，但於土樣 B 卻有上升之趨勢，顯見百慕達草於土樣 B 之各重複間差異較大，生長情形較不穩定。田菁於土樣 A 及土樣 B 之標準偏差值皆較大，表示田菁於土樣 A 及土樣 B 之各重複間差異較大，生長情形較不穩定。油菜之標準偏差值於觀測第 36 天前較低，但於觀測第 43 天開始，標準偏差值偏高，顯示油菜之生長情形並不穩定，其中以在土樣 A 時更為明

表 5 觀測期間之覆蓋率(%)

草種 天數	小葉百喜草		百慕達草		類地毯草		田菁		油菜		白花三葉草	
	土樣 A	土樣 B	土樣 A	土樣 B	土樣 A	土樣 B	土樣 A	土樣 B	土樣 A	土樣 B	土樣 A	土樣 B
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.08	0.80	1.24	23.20	7.80	0.30	0.35
25	1.10	1.67	0.32	0.27	2.01	1.28	51.02	12.62	42.83	23.00	0.49	1.17
36	1.83	1.02	0.74	0.32	1.51	1.08	71.32	11.79	16.65	18.14	0.81	2.77
43	1.52	2.29	0.52	0.91	2.26	1.68	68.71	11.13	13.54	14.27	0.48	1.15
50	2.38	3.08	0.23	0.75	1.70	1.85	63.78	16.10	15.69	17.51	0.24	0.77
57	4.32	4.09	0.37	1.24	4.99	3.18	69.65	18.87	18.78	13.35	0.19	0.73
64	4.62	7.43	0.31	2.23	4.70	5.26	69.19	29.05	17.86	13.82	0.24	1.13
78	5.71	12.21	0.40	7.36	8.83	12.72	63.74	23.01	9.25	6.26	0.48	1.08
85	8.44	16.08	0.46	10.84	12.13	19.49	58.73	43.74	8.30	9.17	0.52	1.60
96	13.73	15.75	0.59	11.99	14.83	18.28	50.45	16.89	5.74	7.68	0.67	2.08
103	14.70	17.13	0.64	13.14	20.03	19.96	37.85	17.43	3.70	7.24	0.76	2.21
110	17.24	18.52	1.29	14.29	25.06	21.63	60.70	17.98	1.93	6.80	0.89	2.34
124	23.46	21.29	3.20	16.58	29.04	24.97	82.76	19.07	0.91	5.91	1.21	2.61
131	27.81	22.68	4.18	17.72	35.12	26.65	88.17	19.61	0.84	5.47	1.73	2.74
169	33.90	23.16	5.46	25.21	36.46	34.05	59.82	19.90	0.73	0.09	2.77	3.36
183	37.33	38.82	6.04	29.26	40.04	44.26	60.62	14.97	0.00	0.09	3.04	3.93

表 6 觀測期間覆蓋率之標準偏差(%)

草種 天數	小葉百喜草		百慕達草		類地毯草		田菁		油菜		白花三葉草	
	土樣 A	土樣 B	土樣 A	土樣 B	土樣 A	土樣 B	土樣 A	土樣 B	土樣 A	土樣 B	土樣 A	土樣 B
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.03	0.05	0.01	0.20	0.22	1.76	2.20	0.03	0.26
25	0.42	0.35	0.08	0.27	0.06	0.19	4.47	0.89	5.55	6.24	0.20	0.10
36	0.35	0.53	0.04	0.38	0.40	1.22	2.88	4.54	5.35	8.07	0.23	0.25
43	0.44	0.49	0.02	0.20	0.55	0.35	6.75	9.37	17.11	14.93	0.29	0.53
50	0.17	0.29	0.23	0.12	0.62	0.42	8.52	12.53	12.44	11.91	0.15	0.50
57	0.92	0.77	0.12	0.28	0.54	0.31	6.05	11.33	16.40	8.86	0.13	0.53
64	0.72	0.95	0.13	0.32	0.46	0.61	11.32	15.46	10.58	9.65	0.31	0.55
78	2.14	1.24	0.02	0.47	0.55	1.19	11.57	15.97	10.64	7.51	0.05	0.43
85	2.51	1.45	0.05	0.85	0.69	3.03	10.63	17.35	10.66	9.19	0.03	1.25
96	3.83	1.77	0.15	3.15	2.26	6.24	12.50	11.92	12.36	3.13	0.18	0.81
103	4.76	2.91	0.09	3.95	3.13	10.72	10.66	19.83	11.45	5.04	0.16	1.02
110	4.99	2.11	0.27	3.98	2.65	5.15	7.55	18.49	11.84	6.24	0.19	1.03
124	5.18	2.40	0.22	4.46	3.59	5.23	2.07	18.47	8.99	6.00	0.54	1.11
131	5.08	3.06	0.29	5.52	5.04	5.26	10.36	17.89	5.62	5.34	0.39	1.37
169	5.32	3.42	0.33	6.08	6.11	5.20	17.84	17.34	3.19	4.92	0.45	1.56
183	3.54	6.26	0.44	10.97	6.67	2.27	16.13	12.52	1.90	0.12	0.70	3.30

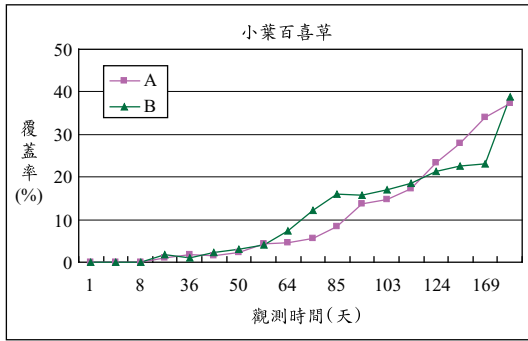


圖 3 小葉百喜草之覆蓋率變化

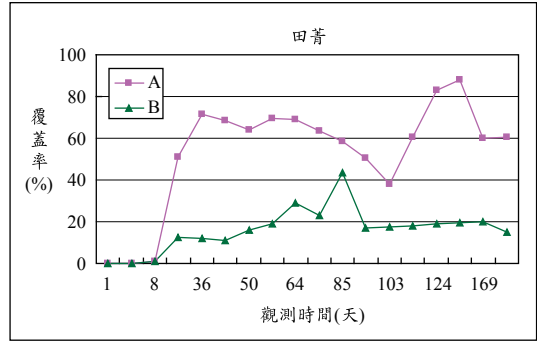


圖 6 田菁之覆蓋率變化

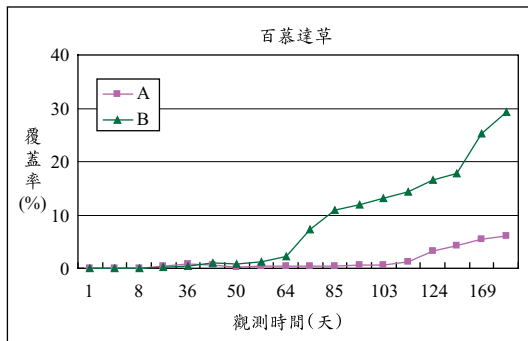


圖 4 百慕達草之覆蓋率變化

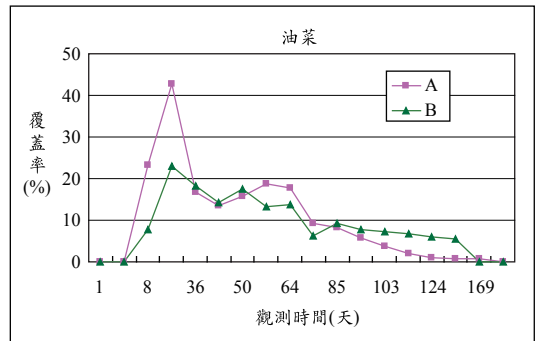


圖 7 油菜之覆蓋率變化

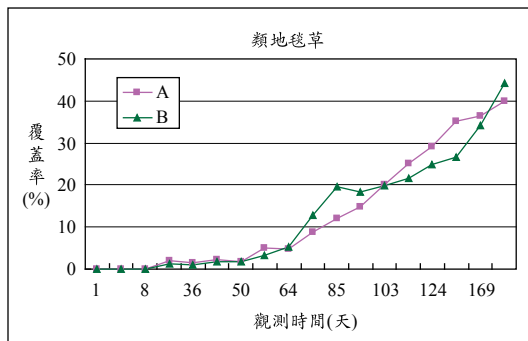


圖 5 類地毯草之覆蓋率變化

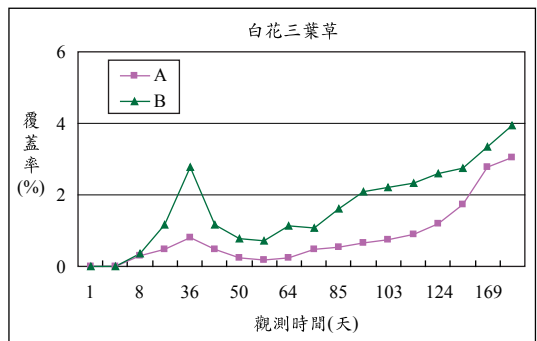


圖 8 白花三葉草之覆蓋率變化

顯，而從觀測第 131 天開始有降低之趨勢，主要是因為油菜逐漸枯萎所致。

觀測期間內，六種受試草類之覆蓋率變化如圖 3-圖 8 所示。小葉百喜草和類地毯草於 A、B 土樣之覆蓋率皆有逐漸增加之趨勢，且兩種土樣之差異不大，如表 6 和表 7 所示 ($\alpha = 0.05$)，顯見小葉百喜草和類地毯草之生長在此兩種立地條

件下並無顯著差異；百慕達草和 白花三葉草雖也有成長之趨勢，但百慕達草之 A、B 土樣差異太大 ($\alpha = 0.05$)，而 白花三葉草則是覆蓋率過低 (不到 4%)。田菁為六種受試草類中，最佳覆蓋率較高之草類，但由圖 6 與表 7 發現，其 A、B 兩土樣生長情形差異較大，顯見田菁之生長因立於不同基材而有所差異。油菜為初期生長較快之覆蓋

表 7 各種草類多變異域分析

(a)小葉百喜草鄧肯多變異域分析

土樣	個數	$\alpha = 0.05$ 的子集	
		1	
A	18	11.005	
B	18	11.401	

(b)百慕達草鄧肯多變異域分析

土樣	個數	$\alpha = 0.05$ 的子集	
		1	2
A	18	1.375	
B	18		8.453

(c)類地毯草鄧肯多變異域分析

土樣	個數	$\alpha = 0.05$ 的子集	
		1	
A	18	13.134	
B	18	13.263	

(d)田菁鄧肯多變異域分析

土樣	個數	$\alpha = 0.05$ 的子集	
		1	2
A	18	16.300	
B	18		53.184

(e)油菜鄧肯多變異域分析

土樣	個數	$\alpha = 0.05$ 的子集	
		1	
A	18	8.700	
B	18	9.997	

(f)白花三葉草鄧肯多變異域分析

土樣	個數	$\alpha = 0.05$ 的子集	
		1	2
A	18	0.823	
B	18		1.668

草類，於觀測第 25 天即可達到最佳之覆蓋率，但種植 60 天之後，其覆蓋率即下降(如圖 7)，顯見油菜不適合作為長期植生之覆蓋草類。

綜合觀測結果可發現，油菜於 A、B 兩類土壤生長狀況差異很小，而種植後 10~60 天期間可以達到 15% 以上之覆蓋率。田菁於 A、B 兩類土壤生長狀況差異較大，而種植後 25~180 天期間可以達到 11% 以上之覆蓋率，而在 A 土壤中，除了觀測第 1-25 天、第 85-103 天及第 169 天之覆蓋率未達 60% 以上外，其於觀測資料之覆蓋率皆在 60% 以上。白花三葉草在試驗期間覆蓋率皆在 4% 以下，為較不適合用於此期間之保護草種。類地毯草在種植 85 天以後覆蓋率開始有較明顯之增長，而至 180 天以後有 40% 以上之覆蓋率，且仍持續增長。小葉百喜草之覆蓋率變化與類地毯草類似。百慕達草初期生長較慢，於種植第 64 天後覆蓋率才開始有明顯上升，且於 A、B 兩類土壤生長狀況差異較大。

五、結 論

為有利應用，本研究於雨季前進行種植觀測，所以此結果可供給施工時選擇保護草種之參考，以於雨季來臨時達到較佳之覆蓋率。本研究

以 A、B 兩種土樣當立地基材，探討小葉百喜草、百慕達草、類地毯草、田菁、油菜和白花三葉草等六種覆蓋草類之覆蓋率變化。種植初期，以油菜之生長較快，於觀測第 25 天即可達到該植生之最佳之覆蓋率(土樣 A：42.83%；土樣 B：23.00%)，且於兩種土樣中差異不大。以最佳覆蓋率而言，田菁為覆蓋率較高之覆蓋草類(土樣 A：88.17%；土樣 B：43.74%)，而在不同基材之生長狀況，則以小葉百喜草和類地毯草之差異較小。百慕達草和白花三葉草生長情形較為緩慢。尤其以白花三葉草最慢。由本研究觀察結果可知，至五月雨季來臨前田菁於兩土樣之覆蓋率分別可達 69.19% (A)與 29.05% (B)。而油菜之覆蓋率次之，且於兩土樣分別達到 17.86% 與 13.82%，但七、八月颱風季節來臨時油菜之覆蓋率已明顯下滑至 1% 以下，故不適合用於此期間之保護。而類地毯草之覆蓋率在颱風季節來臨時可增加至 34% 以上，並持續增加，而小葉百喜草之覆蓋率亦可增至 37% 以上，並持續增加。因此若要防止七月以後暴雨及颱風之土壤沖蝕，可採用類地毯草或小葉百喜草，而若為保護五月之梅雨季及六月之暴雨時期之土表，則可以考慮栽植田菁，可以快速有良好覆蓋。

六、參考文獻

1. 中國種苗改進協會和台灣省農業試驗所編，1994。「台灣地區現有作物栽培品種名錄—十字花科篇」，行政院農業委員會農業試驗所出版，第327頁。
2. 呂福源、廖秋成、吳正雄，1987。「林口紅土台地植生草類及其栽植方法之研究」，中華水土保持學報，18(2): 90-96。
3. 林俐伶、楊長秦，1998。「茶園不同水土保持處理下土壤水分含量之量測與作物需水量之推估」，29(4): 339-349。
4. 林信輝，2006。「水土保持植物解說系列—坡地植生草類與綠肥植物」，行政院農業委員會水土保持局。
5. 沈哲緯、曹鼎志，2009。「邊坡防護工程中植物根系固土機制與穩定分析初探」，水土保持技術，4(1): p47-55。
6. 邱勝範，2004。「覆蓋與敷蓋對坡地茶園水土保持效益與生長之影響」，國立屏東科技大學水土保持系碩士論文。
7. 張雙滿、蔡鴻一，1972。「主要覆蓋作物之土壤 pH 適應性試驗」，中華水土保持學報，4(1)：20-25。
8. 陳慶雄，1981。「覆蓋與敷蓋對東台坡地土壤理化性質之影響(第二報)」，中華水土保持學報，12(2): 37-44。
9. 黃俊義，1978。「覆蓋與敷蓋對坡地土壤肥力之影響」，中華水土保持學報，9(2): 83-92。
10. 葉建軍、鄺朝勇、郭聲波、徐福衛，2008。「植物覆蓋下的邊坡穩定性分析方法研究」，水土保持通報，28(6): 78-81。
11. 廖綿濬，1985。「百喜草在水土保持上之研究及其應用」，中華水土保持學報，16(2): 1-15。
12. 鄭慶生，1979。「坡地芒果園覆蓋作物與敷蓋之研究」，中華水土保持學報，10(2): 131-144。
13. 盧惠生、楊炳炎，1979。「不同覆蓋坡地土壤滲透之探討」，中華水土保持學報，10(2): 111-120。
14. 應紹舜，1993。「台灣高等植物彩色圖誌」，台北：應紹舜印行，第二卷(增訂一版)，第209頁。
15. 顏正平、林信輝、周天穎，1983。「水土保持應用草類生育習性及種子繁殖試驗」，中華水土保持學報 14(1): 7-20。
16. Blue W.G., 1973. Role of Pensacola Bahiagrass Stolon-Root System in Fertilizer Nitrogen Utilization on Leon Fine Sand. Agron J., 65: 88-91.
17. Ethan C.H., F.L. Fisher, 1960. Root Development of Coastal Bermudagrass with High Nitrogen Fertilization. Agron J., 52: 593-596.
18. Mazurak A.P., L. Chesnin and A.A. Thueel, 1977. Effects of Beer Cattle Manure on Water-Stability of Soil Aggregates, Soil Sci. Am. J., 41: 613-615.
19. Morgan, R.P.C. and J.H. Duzant, "Modified MMF (Morgan-Morgan-Finney) model for evaluating effects of crops and vegetation cover on soil erosion", Earth Surface Processes and Landforms 32: 90-106, 2008.

收稿日期：民國 98 年 5 月 6 日

修正日期：民國 98 年 6 月 23 日

接受日期：民國 98 年 7 月 28 日