

第一章 草坪的功能

The functions of turfgrass

研讀目標：在讀完本章節後，可以了解到以下項目：

1. 草坪的主要特性。
2. 草坪對環境的重要性
3. 草坪為何具有水土保持的功能。

壹. 什麼是草坪

草坪(turfgrass)是一種可以做為地被(ground cover)的草(grass)，通常以無性的方式來繁殖漫延，不但具有防止水土流失(soil erosion)的功能，也具有景觀美化(landscape beauty)的目的，一個管理良好的草坪具有非常吸引人接近的功效。可以充當為遊憩活動以及運動(sports field)的場所。

草坪在歐美先進國家，使用率相當大，因此也具有較先進的管理技術，相對的在開發中國家的使用率以及管理技巧上較為落後，也因此草坪的使用率以及是否管理良好已經成為一個城市是否國際化的指標之一了(圖 1-1)。



圖 1-1. 草坪可以美化景觀亦可防止水土流失



圖 1-2. 草盤(thatch)的結構

貳. 草坪在環境中的重要性

為何草坪的使用受到重視，主要具有以下的特性：

- 一. 由於草坪的根系健全、濃密可以緊密的纏住土壤，因此非常具有水土保持的功能，讓水可以穿透土壤減少地表逕流(runoff)，並減少較好的表土被沖刷的機會。在斜坡舖上草塊(sod)可以產生立即的水土保持效果，不似樹木尚需要經過一個根系強健的階段。根據估計，一平方尺的濃密草坪約有 850 棵草株，而一棵單一草株在理想的情況下可以產生約 620 公里長的根系(圖 1-2)。
- 二. 在乾燥的季節可以減少塵埃飛揚(dust storm)，雨季也不會產生泥濘積水(muddy swamp)。根據估計，美國一年利用草坪就吸收了約一千兩百萬噸的灰塵。一公畝草地每年可吸收數百磅的二氧化硫(圖 1-3)。
- 三. 具景觀美化的效果，因為具有吸引人的綠色和外表，尤其忍受剪草(mowing)

而顯現出非常整潔乾淨的景觀，而提昇該城市或社區(community)的價值。草坪吸收二氧化碳有助於減低全球暖化的問題。根據估計，草坪可以減少噪音達 20~30% (圖 1-4, 1-5, 1-6)。

四. 草坪大多是多年生(perennial)的，因此不需年年更換，而其本身非常容易生長，經常在毫無管理的情況下仍持續生長。

五. 提供一個舒適安全的運動場所，許多球類活動包括足球、美式足球、棒球、跑馬場、高爾夫球場等都在草地上進行。而且草在磨損後恢復的速度也很快 (圖 1-7, 1-8, 1-9, 1-10, 1-11)。

六. 草坪不僅可以提供人在上面使用，本身也具有提供氧氣的效果，一個 15 公尺 x 15 公尺的草坪可以提供一家四口人一天的氧氣量。一個 6000~9000 平方英尺 (約 540~810 平方公尺) 的草地維持 2 吋的剪草高度可以提供一個人一年的氧氣量。由於蒸散(transpiration)的因素，草地在熱天中可以迅速降低地表溫度在 38 天氣下的人行走道，在草地上僅 24 ，而且也可以減少炫光的產生。



圖 1-3. 草坪用於住宅區減少塵埃飛揚



圖 1-4. 草種於道路邊坡



圖 1-5. 草用於鋪面



圖 1-6. 草用於公園



圖 1-7. 草用於棒球場



圖 1-8. 草用於足球場



圖 1-9.草用於跑馬場



圖 1-10.草用於美式足球場

七.草坪是最佳的鋪面，不僅本身具有光合作用能力，還可以提供校園意象，機場安全跑道，住宅與道路的緩衝帶，及視覺享受(圖 1-12, 1-13, 1-14, 1-15, 1-16)



圖 1-11.草用於高爾夫球場



圖 1-12. 草坪提供校園意象



圖 1-13.草坪用於墓地



圖 1-14.草坪的綠色視覺享受



圖 1-15.草坪用於飛機場



圖 1-16.草坪充當住宅與道路的緩衝帶

第二章 耐熱性草坪品種

Warm-season turfgrasses

研讀目標：在讀完本章節後，可以了解到以下項目

1. 了解耐熱性草種的生長環境。
2. 了解耐熱性草種的重要性。
3. 了解有那些重要的耐熱性草坪品種及其特性。
4. 了解在台灣何時可以利用這些耐熱性草坪品種。

耐熱性草坪最適宜的生長溫度在土溫 21 ~32 及氣溫 27 ~35 之間最為合適，大部份的品種在 10 以下便進入休眠，有些品種例如百慕達草、結縷草或野牛草的耐寒性較佳可以用在部份溫帶區域，但如聖奧古斯汀草、地毯草、假儉草、百喜草則只適宜用在熱帶或亞熱帶地區。

壹.百慕達草

一. 草坪特性分析及管理

百慕達草是目前澳洲、非洲、印度、南美洲、美國南方以及台灣等國最常用的草坪品種，估計有 100 個國家都使用百慕達草草坪 (圖 2-1)。百慕達草分別被利用在公園、庭園、運動場、高爾夫球場等地 (圖 2-2)。Cynodon 屬一共有 9 個種,其中 *Cynodon dactylon* 稱為狗牙根或普通百慕達，在世界上分布最廣，主要是因為其為 4 倍體所致。生育能力強，產生豐富的種子，所以狗牙根有時被視為極難清除的雜草。百慕達草被視為是蔗田、棉花田、玉米田的三大雜草之一，主要是因為其地上和地下莖所致。其他許多種由於是 2 倍體，引此很少產生存活的種子。百慕達草在許多國家中並不叫做 Bermudagrass 的，例如南非叫做 Kweekgrass，在澳洲及非洲其他地區稱為 Couchgrass。

百慕達草主要靠種子、地上莖及地下莖繁殖。因此在結處極難生根、生芽，從節生出的直立葉，甚少超出 90 公分高。這些從莖長出來的枝葉又具有多葉的節，因此長的非常強健。分類標準上其間葉鞘部分邊緣具有 2~5 公厘長的短毛，葉舌環狀有毛，無葉耳，葉環窄成連續性，折疊性葉芽，葉片大小從 2~16 公分長，2~5 公厘寬。指狀般的穗狀花序一般有 3~7 穗，約 3~10 公分長，種子大小約 1.5 公厘。百慕達草在溫度攝氏 16 以下停止生長。10 以下始進入休眠，當溫度低於零下 1.1 時，枝葉死亡，當然在常年無霜害的熱帶區域，百慕達草可常年保持綠色。每日平均溫度在 24 以上可以生長良好，在白天 35.0~37.7 之間的溫度最適合。至於土壤溫度，18.8 以上才可生長良好，26.7 是最佳的土溫。百慕達草並不耐蔭，光強度影響生長很大。百慕達草需要灌溉，但也可以生長在乾旱的土壤中，尤其是 4 倍體的普通百慕達，可深根吸水。百慕達草對土壤適應性極廣，從砂質到黏質土壤、耐酸、耐鹽性皆佳，雖然百慕達草也可生長在貧瘠的土壤中，但是需要高氮肥才能讓其品質良好。其耐磨性極佳，因此也用在

交通頻繁之處。如果想要擁有濃密的草坪的話，必需給予適當的肥料、水分及定期的剪草，才可以做到。

二. 品種介紹

1. U-3 (*Cynodon dactylon*) : 1936 年選拔自喬治亞州，主要是其耐寒性極佳，質地細，生長快速，土壤及氣候適應性都不錯。目前被使用在庭園、職業運動場及高爾夫球場。
2. Sunturf (*Cynodon magennissii*) : 源自於南非，主要是 *C. dactylon* 和 *C.transvaalensis* 雜交而來，約 1944 才使用在美國阿拉巴馬州、阿肯色州、奧克拉荷馬州。葉暗綠色，質地細，匍匐性強，可以形成濃密草坪，由於是雜交種，所以無種子。
3. Tiflawn (*Cynodon sp.*) : 也是雜交種，1952 年由由喬治亞州育出，質地中細，生長快速，抗磨性佳，不易產生雜草，常用在庭園和職業運動場草坪。
4. Tifgreen (*C. dactylon* * *C. transvaalensis*) : 來自北卡羅蘭納州育出的 *C. dactylon* 和喬治亞州育出的 *C. transvaalensis* 支雜交種。Tifgreen 生長低矮、快速，濃密，雜草不易侵入，質地細且軟，而且冬季交播的寒帶草也不致於對 Tifgreen 造成威脅，因此 Tifgreen 被廣泛運用於高爾夫球場果嶺上。但是此品種極易受春枯苗病(spring dead spot)感染，也易受地下害蟲土珍珠(ground pearl)感染。
5. Texturf-10 (*C. dactylon*) : 1957 年由德州育成，從普通百慕達草選拔而來，質地中寬，暗綠色，開花少，可形成濃密草坪，耐寒性不錯，耐磨性也佳。早春綠化(green up)的時間也早過普通百慕達草，對於一些碳氫類的殺蟲劑，如加保利較為敏感。
6. Tifway (*C. dactylon* * *C. transvaalensis*) : 源自 1954 年南非而來，自然雜交而來，1960 年由喬治亞州正式推出，品種特性和 Tifgreen 類似，但是葉片較硬，暗綠色，為目前許多高爾夫球場常用品種。
7. Ormond (*C. dactylon*) : 由 1962 年時佛羅里達州所推出，葉藍綠色，生長強健低矮，質地中寬，耐各種葉部疾病，但缺乏耐寒性。目前被用於庭園、運動場、高爾夫球場。
8. Midway (*C. dactylon* * *C. transvaalensis*) : 1965 年由堪薩斯州推出，耐寒性極佳。目前被推薦在庭園、運動場和高爾夫球場。
9. Tifdrawf (*C. dactylon* * *C. transvaalensis*) : 主要是由 Tifgreen 的變異種選拔而來。Tifdrawf 和 Tifgreen 的性狀特徵很像，但其節間較短，葉子也較短，耐寒性較差，秋季施肥可以減緩其休眠。自從 1965 年在喬治亞州推出之後，絕大多數的高爾夫球場果嶺開始使用此一品種。
10. Pee Dee(*C. dactylon* * *C. transvaalensis*) : 由 1968 年南卡羅南納州推出，也是由 Tifgreen 突變而來。暗綠色，質地細，生長快速。目前也用在果嶺上。
11. Midiron : 1966 年被推出，質地中寬，耐寒性佳，耐磨性也不錯，需肥力低，且抗春枯苗病、百慕達躑、銹病、及葉斑病，由於生長密度普通，因此可用

於交通頻繁之處。

12. Midmo：葉灰綠色，耐旱及耐寒性極佳，質地中寬，一般被利用在氣候冷熱交界的地方。
13. Santa Ana：暗藍綠色，耐磨、耐鹽性佳，質地中寬，抗百慕達蹣，但耐寒性普通，容易產生草磐，一般被利用在溫暖地區的沿海一帶。
14. Tifgreen：比 Tifgreen 的顏色深，但是抗線蟲及螻蛄的侵害，春天綠化的時間較早。
15. Tifway：暗綠色，質地中寬，可以低剪至 1/8 吋，抗葉斑病，低溫時仍保持色澤品質。
16. Tifcote：耐鹽、耐寒、耐踐踏，質地中寬，可產生濃密草坪，但是對百慕達蹣類和春枯苗病皆敏感，因此被建議使用在冷熱交界處。
17. Westwood：1970 年被推出，藍綠色，耐寒性極佳，抗春枯苗病，質地中寬，早春綠化的時間較早，生長勢強

表 2-1.百慕達草之品種、生長特性及管理方式摘要

中文名	百慕達草	
英名	Bermudagrass	
學名	<i>Cynodon</i> L.C. Rich	
栽培品種	Common-type, U-3, common, ormand, Tifgreen, Tifway, Tifdwarf, Midiron, Midiron, <i>C.transvaalensis</i> , etc.	
植物特性	生長習性	匍匐狀地下莖及地上莖
	質地	中等
	密度	高
	顏色	中等深綠
	分類性狀	折疊型葉芽，葉舌環狀有毛
生殖作用	生活史	多年生
	繁殖法	種子有性生殖及草塊繁殖
	種子大小	4000 個/克
環境適應性	光需求	需陽光
	土壤	適應性廣
	水分	耐旱,根可長至 1.5 公尺以上
	適合剪草高度	0.6~2.5 公分
	肥料	中至高
利用性	公園、庭園、高爾夫球場、運動場	
	播種率	5~10 克/平方公尺



圖 2-1. 百慕達草草種



圖 2-2. 百慕達草草坪

貳. 結縷草

一. 草坪特性分析及管理

結縷草又稱日本芝草或韓國草(圖 2-3)。在本省所俗稱的台北草、斗六草都是結縷草的一種，原產於中國、日本及東南亞。這個品種主要是在 18 世紀時，由澳洲植物學家 Zarl von Zois 所命名，在 1911 年時 *Zoysia matrella* 又稱為馬尼拉草，被引進美國。馬尼拉草如果定期剪草，可以產生相當優美的草坪，由於結縷草可以累積過多的鹽類，所以其耐鹽性和百慕達草一樣甚佳，可以運用在沿海一帶馬尼拉草的質地比一般結縷草的質地來的細。第三種學名為 *Zoysia tenuifolia*，又稱韓國絨草，即過去中國式庭園經常使用的地被草坪，質地極細，又容易產生草磐，成為一簇一簇的小凸起，不易剪草且耐寒性差，原生於遠東地帶，由於生長慢一般用於庭園地被及平常不太剪草的地方(圖 2-4)。結縷草具種子，但因為具地上莖和地下莖，因此馬尼拉草靠草莖或草塊繁殖。通常結縷草在第一次早霜後進入休眠，葉子變黃，到春天才慢慢綠化。在分類上，芽型是捲心型的，葉的基部有毛，葉舌環狀有毛，無葉耳，葉鞘扁圓形，花序短，多單枝花序。結縷草土壤適應性極廣，從砂質到黏土，從酸性到鹼性土壤皆可適應，因此公園、庭園、運動場、高爾夫球場都可以使用結縷草。結縷草在美國東部海岸區從佛羅里達到康乃狄克州都有，從西部加州到東岸各州，從南方一直到中部冷熱交界之州都可見其蹤跡，足見在台灣各地包括山區都可以使用。在溫度較高的地區，結縷草可在稍具遮蔭的情況下生長，若在溫度較低的地區，則無法在遮蔭的環境下生長。

結縷草的耐鹽性特強，因此職業球場中，棒球場是一個可用之處，但是由於生長特慢，恢復性慢，因此不建議使用在足球場或是橄欖球場。在管理上，結縷草每平方公尺每個月需要有 5 公克的全氮，可以用氮磷鉀 1:2:1 的完全肥料施用，種植時期從晚春到初夏皆可，當碰到乾旱時，結縷草停止生長，因此在生長期間，每週至少要有 1 吋的水，而結縷草每週至少要有 0.5 吋的水，才可維持基本的生長。剪草高度在 1 吋左右，生長季大約 3 到 5 天得剪草一次(果領上除外)，如此可以長出優良的草坪。由於結縷草很容易產生草磐，因此經常性的剪草可以減緩草磐的累積。

二.品種介紹

1. *Zoysia japonica*：質地較粗，耐寒性差，是唯一具有種子繁殖的結縷草品種。
2. Meyer：是 1941 年由美國農業部從 *Zoysia japonica* 中選拔出來，在 1951 年才正式推出，Meyer 名稱的由來，主要是從 Frank N. Meyer 這個美國人最早自韓國引種進美國所紀念命名。Meyer 品種需要靠草莖或草塊繁殖，生長強健，耐寒性佳，耐部分遮蔭。質地中細，一般在冷熱交接處都選用這個品種。
3. Belair：從 *Zoysia japonica* 選拔而來。由美國農業部和加州大學育出，質地較寬，但是生長速度較 Meyer 快。
4. El Toro：和 Belair 品種類似。
5. *Zoysia matrella*：1911 從馬尼拉引進，所以又稱馬尼拉草，葉子細尖，耐寒性較差，須靠無性繁殖。
6. *Zoysia tenuifolia*：質地極細，耐寒性差，針狀葉，細短，生長速度慢，一但生長濃密時，很容易有凸起的草盤，因此多被利用在地被。
7. Emerald：是 *Zoysia japonica* 和 *Zoysia tenuifolia* 的雜交種，由美國農業部和喬治亞州農業站合作育出，這個品種結合了 *Zoysia japonica* 的生長快速和耐寒性，以及 *Zoysia tenuifolia* 的細質地之優點，在外表和生長習性和 *Zoysia matrella* 很類似。

表 2-2. 結縷草之品種、生長特性及管理方式摘要

中文名	結縷草	
英名	Zoysiagrass	
學名	<i>Zoysia spp.</i>	
栽培品種	Meyer、Emerald,etc.	
植物特性	生長習性	匍匐狀地下莖及地上莖
	質地	細至中細
	密度	高
	顏色	中綠至淺綠
	分類性狀	捲型葉芽，環狀葉舌有毛
生殖作用	生活史	多年生
	繁殖法	種子有性生殖及草塊
	種子大小	2600 個/克
環境適應性	光需求	需陽光
	土壤	廣
	水分	耐旱
	適合剪草高度	1.2~2.5 公分
	肥料	適中(氮肥每年 5-15 克/平方公尺)
利用性	公園、庭園、高爾夫球場、運動場	
	播種率	5~15 克/平方公尺



圖 2-3. 結縷草草種



圖 2-4. 結縷草草坪

參. 假儉草

一. 草坪特性分析及管理

假儉草又稱蜈蚣草，為具地上莖的耐熱性多年生草種(圖 14)。蜈蚣草是因為有這些短的直立的莖節，有點像是蜈蚣一樣，而生出的花也極像是蜈蚣，因此有蜈蚣草之稱。假儉草原生於中國及東南亞，其主要是靠種子繁殖。假儉草用於草坪主要是可以適應低肥度的土壤狀況，因此不需要太多的管理。它可以適應在砂質、酸性的土壤，但不可以在鹼性的土壤生存，因為其缺鐵會造成生長衰退。假儉草的生長較緩慢，因剪草頻率不需那麼高，所以有人稱假儉草是『懶人的草』。假儉草在熱帶地區保持全年常綠，但是不太耐寒。施肥量在砂質土壤每年每平方公尺不要超過全氮 15 克，在黏質土壤每年不要超過 10 克。假儉草在分類上的特色是葉舌膜狀有毛，葉環有軟毛、葉鞘重疊，花序如蜈蚣 3~5 吋長。

假儉草主要被推薦利用在庭園、公園、高爾夫球場長草區及邊坡上，由於和聖奧古斯汀草類似，都不適合在太多人踩的地方種植，所以不建議用在運動場上(圖 15)。假儉草並不是太耐旱，因此仍需要水的，當草表現出熱的壓迫時，必須給予 4~6 吋的水，若為砂質土壤則需要 6~8 吋的水深。施肥的比例可用 3 : 1 : 2 的完全肥料，防止磷的短缺。若發現土壤 pH 值太高且超過 7 時，可加硫降低 pH 值，防止鐵短缺。雜草防治方面可使用亞脫淨、2,4-D 來防止闊葉性雜草，利用萌前殺草劑如倍尼芬、DCPA 等來控制馬唐草。假儉草的病蟲害較少，只有土珍珠(ground pearls)這種地下害蟲會危害假儉草，但這種害蟲只有靠強健的植株來抵抗。

二. 品種介紹

由於舊有的假儉草具有種子，其餘幾種新育成的品種都沒有種子，得靠無性繁殖，因此減低了利用性。

1. Oklawn：由奧克拉荷馬大學於 1965 年所育出，有較佳的耐旱及耐寒性。
2. Hardy：由田納西大學所育出，也是耐寒性較佳的品種。
3. AU Centennial：結間較短，密度較佳，生長低矮，花梗較短，由奧本大學在 1983 年所育成。

表 2-3. 假儉草之品種、生長特性及管理方式摘要

中文名	假儉草	
英名	Centipede grass	
學名	<i>Eremochloa ophiuroides</i> (Munro) Hack	
栽培品種	Oaklawn, Common, etc.	
植物特性	生長習性	地上莖,且生長緩慢
	質地	中等
	密度	中低
	顏色	淺綠
	分類性狀	折疊型葉芽,膜狀葉舌具短毛,穗狀花序似蜈蚣
生殖作用	生活史	多年生
	繁殖法	種子有性生殖
	種子大小	2 萬個/克
環境適應性	光需求	需陽光
	土壤	低肥性的砂質土壤
	水分	需水但不可太濕
	適合剪草高度	2.5~5.0 公分
	肥料	低
利用性	路旁及其他不易管理的地方	
	播種率	5~10 克/平方公尺



圖 2-5.假儉草草種



圖 2-6.假儉草草坪

肆.地毯草

一.草坪特性分析及管理

地毯草是一種具地上莖的多年生耐熱性草，原生於西印度和中美洲，葉尖鈍，地上莖扁平，花梗長，穗狀花序都只有兩根，有時下面會伴隨有另一根花穗，可以產生濃密的草坪(圖 2-7)。外表有點像是馬唐草，葉鞘的部份佈滿細毛，邊緣處具濃密短毛，葉舌短具短毛，葉片寬、平坦、具毛，種子黃褐色，大約 1.25 毫米大小(圖 2-8)。地毯草在潮濕的砂質土壤可以生長良好，耐寒性佳，耐蔭性比百慕達草好，由於可以在貧瘠的土壤上生長，因此在不需要管理或管理不方便的地方都可以使用，像公園、路旁邊坡、機場、高爾夫球場長草區，或需要水土保持的地點。如新加坡就是利用地毯草於各地，但是由於地毯草的花期太長，因

此限制它用在更精密的地點，例如運動場或高爾夫球場果嶺等處，若不要產生花，就需要經常性的剪草。地毯草利用種子繁殖，每一平方公尺約需 10 公克的種子，大約 4 月中播種，不要超過 9 月中之後。播種後要讓土壤潮濕，但不可過濕，大約 8~10 週後，可以開始剪草，水份也可以慢慢減少，但是需要開始施肥，每年每平方公尺只要大約 5 克的全氮，分晚春和早秋時兩次施用，若是在路旁、公園、長草區是不太需要肥料的。剪草高度約在 1~2 吋之間，1 吋是指利用於高爾夫球場的球道時，且 5 天剪一次。

地毯草對於褐斑病和綿腐病較敏感，蟲害則是雞母蟲和螻蛄這種地下害蟲最為嚴重，必需使用殺蟲劑。雜草也是一個問題，利用 2,4-D 可以殺闊葉性雜草，一般的萌前殺草劑也都可以用在地毯草的草坪上，不會傷害本草。

二.品種介紹

地毯草無其他品種存在，有一個不同種稱為熱帶地毯草(Tropical carpetgrass; *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv.)，其使用無性繁殖，耐寒性比地毯草差。

表 2-4.地毯草之品種、生長特性及管理方式摘要

中文名	地毯草	
英名	Common carpetgrass	
學名	<i>Axonopus affinis</i> Chase	
栽培品種	無	
植物特性	生長習性	地上莖
	質地	寬
	密度	低
	顏色	淺綠
	分類性狀	摺疊型葉芽，環狀葉舌有毛，葉環窄
生殖作用	生活史	多年生
	繁殖法	種子有性生殖及草塊
	種子大小	2500 個/克
環境適應性	光需求	需陽光
	土壤	微酸性砂質或貧瘠土壤
	水分	低
	適合剪草高度	2.5~5.0 公分
	肥料	低
利用性	路旁及其他不易管理的地方	
	播種率	8~25 克/平方公尺



圖 2-7.地毯草草種



圖 2-8.地毯草草坪用於水土保持

伍.聖奧古斯汀草

一.草坪特性分析及管理

聖奧古斯汀草是一種耐熱性草坪品種，原生於西印度，分佈廣達墨西哥灣區、非洲、澳洲、美國南方、及中東地區，這種草最早是在海岸旁被發現的(圖 2-9)。聖奧古斯汀是一種色淺綠、生長低矮、質地較寬、具地上莖,莖部很平坦的一種草，由於具強健地上莖，因此相當具有水土保持的效果。在繁殖上主要靠無性繁殖，因此市面上大多來自草塊的生產，種子數目相當的少。目前曾有學者利用未成熟的胚培養成功的來做植體再生，因此增加種子數目一直是種子專家研究的目標，染色體數目有 18、27 和 36 都有研究者報導過。聖奧古斯汀草的耐磨性質雖比不上百慕達草和結縷草，但是恢復性還算不錯。在耐寒性方面，聖奧古斯汀草可以說是耐熱性品種中最差的，溫度一但低下來時，很容易進入休眠，但色澤都可以維持良好。這種草非常適合台灣這種潮濕又悶熱的環境，聖奧古斯汀草的耐旱性雖然不是太好，但是其耐蔭性卻極為傑出，而成為極具潛力的草種，土壤適應性從 pH5.5~7.5 皆可，在潮濕、排水良好的砂質壤土，以及含有鹽類的土壤都可以生長良好，通常都使用在一般草坪，而不用在運動場。也有斑葉種可當為地被植物(ground covers) (圖 2-10)。聖奧古斯汀草不大需要太強勢的栽培，其適合生長高度是 1.5~2.5 吋之間，若剪低於 1 吋以下，較容易產生雜草入侵，施肥量在生長季節每個月每平方公尺需要 2.5~5.0 克的全氮量。但是這種草容易有缺鐵的現象，缺鐵很容易導致葉部變黃，因此得施用硫化鐵或螯合性鐵來恢復，聖奧古斯汀草很容易產生草髒，因此得靠每年至少一次的剪草莖防止草髒的過度累積。在病蟲害方面，葉斑病、褐斑病、錢斑病、以及聖奧古斯汀草病毒都曾經出現過。椿象是最嚴重的蟲害，而殺草劑方面不可施用 2,4-D 這種闊葉性殺草劑，可以利用亞脫淨(atrazine)代替。

二.品種介紹

- 1.Bitter blue：原生於美國佛羅里達州，藍綠色，質地中寬，耐蔭性極佳，耐寒性也不錯，但耐磨性較差，可用於庭園草坪，但是容易感染病蟲害。
- 2.Floratine：1957 年被美國佛羅里達州所推出，藍綠色，質地較細，節間較短，地上莖的分枝較多，可以低剪並使用於一般草坪，但易感染病蟲害。
- 3.Floratam：質地寬，抗聖奧古斯汀草病毒及椿象，但密度較差，不耐低剪，遮

蔭性也不如其他品種。

- 4.Raleigh:在耐蔭性、耐寒性上都屬中等，質地雖寬，但密度佳。生長快速，可以抗聖奧古斯汀草病毒但不抗葉斑病、褐斑病及露菌病。
- 5.Seville：可低剪,耐寒性佳，質地中寬，抗病毒，但不抗葉斑病及椿象。
- 6.Texas Common：質地中寬，耐寒性及耐磨性佳，但不抗病蟲害侵襲。

表 2-5. 聖奧古斯汀草之品種、生長特性及管理方式摘要

中文名	聖奧古斯汀草	
英名	St. Augustinegrass	
學名	<i>Stenotaphrom secundatum</i> (Walt.)Kuntze	
栽培品種	Bitter blue, Floratam, Raleigh, Seville, Texas common,etc	
植物特性	生長習性	地上莖
	質地	寬
	密度	高
	顏色	淺綠
	分類性狀	折疊型葉芽，葉舌環狀具纖毛， ，葉環平寬不分隔
生殖作用	生活史	多年生
	繁殖法	種子，草塊
	種子大小	8800 個/克
環境適應性	光需求	耐強光，耐蔭
	土壤	排水良好的砂質介質
	水分	適中
	適合剪草高度	2.5~6.3 公分
	肥料	需肥度高
利用性	庭園、高爾夫球場長草區、遮蔭的地方	
	播種率	2.5~3.8 克/平方公尺



圖 2-9.聖奧古斯汀草草種



圖 2-10.聖奧古斯汀草斑葉草種

陸.海雀稗

一.草坪特性分析及管理

又稱為沙結草(sand knotgrass)，原生於澳洲，但事實上是 1935 年由南非帶入澳洲的耐熱性草坪品種，質地細，濃密，暗綠色，外表和百慕達草非常類似，目前被利用在公園、運動場、高爾夫球場等地，在台灣仍未被大量的利用(圖 2-11)。海雀稗原生在海邊的沙地，因此其最傑出的特性就是耐鹽性特強，對於有重金屬污染物的地區,或是沿海地區，都可以利用海雀稗來當地被，除此之外，水土保持、濕地復育也都可以利用，它可以忍受海水的鹽度，土壤生長 pH 值從 4.0~9.8 之間;每年 250 天雨季的地區，都可以生長良好，任何廢污水灌溉它皆可忍受，在高爾夫球場可以低剪到 1/8 寸，即可用於果嶺的高度，葉子質地極細，如同百慕達草中的”Tifdrawf”品種(圖 2-12)。美國到了 1965 年左右才開始利用這種極耐鹽的草坪品種種於高爾夫球場，目前世界有許多的高爾夫球場已經利用這種草於場內，例如澳洲 Carnes 球場，美國德州 King crossing 球場，加州的 Fairbanks Ranch 球場等都利用海雀稗在果嶺以外的區域，海雀稗由於可以吸收鹽類(離子)，因此在防止污染土地的利用上，或是耐旱性方面都是極具有潛力的，在台灣河口、海口地區都可以發現，例如:吉貝嶼、淡水紅樹林...等等。但是海雀稗必須靠無性繁殖，而且沒有種子，如果利用草莖繁殖，大約需要 4~5 個月才可以形成良好的草坪。

海雀稗具地上莖及地下莖，剪草高度在 1 吋時，可以產生濃密的草坪，剪愈短，草愈密，並可種在廢污水灌溉的地方。在管理海雀稗方面，施肥量只要 20 克/平方公尺/年氮肥及 10~15 克/平方公尺/年的磷、鉀肥，施用期大約是三月份施用 1 磅氮肥，五月和七月各用 0.5 磅，十月份施用 1 磅。由於海雀稗耐鹽性很高，在具有高鹽度土壤的情況下，只有海雀稗可以生存，而一些草坪雜草，例如:馬唐草、早熟禾等根本無法生存，因此也間接解決了雜草的問題。在殺草劑的施用，海雀稗都可以忍受樂滅草粒劑，Bentazan， Balan， Prograss， Drive， Dimension， Gallery 等萌前殺草劑，但是容易受一些萌後殺草劑所傷害，如 Ronstar 粉劑， Surflow, Asulox, Aatrex, Sencor, Daconate, Ventage, Princep, Image, Buecs, Trimer, Plus, Turflon, Ester, Trimer classic, Confront, Acclaim 等,冬季交播的草可以用多年生麥草或軍刀草，海雀稗在溫度 12.7 以下時即進入休眠。由於自交不親和的特性，便使得種子的產生成為另外一個極待解決的問題，不過海雀稗至今幾乎無病蟲害的問題。

二.品種介紹

Adalayd (Excalibre): 原生於澳洲，在加州 Palm desert、德州 Bay city、奧克拉荷馬州、喬治亞州都有分佈，具地上莖、地下莖，藍綠色，質地中細。

表 2-6. 海雀稗之品種、生長特性及管理方式摘要

中文名	濱海雀稗	
英名	Seashore paspalum	
學名	<i>Paspalum vaginatum</i> Swartz	
栽培品種	Excaliber, Futurf	
植物特性	生長習性	地下莖
	質地	寬
	密度	中低
	顏色	淺綠
	分類性狀	捲型葉芽，平截膜狀葉舌
生殖作用	生活史	多年生
	繁殖法	種子有性生殖
	種子大小	600 個/克
環境適應性	光需求	需陽光
	土壤	微酸性砂質介質，耐鹽性
	水分	耐旱
	適合剪草高度	3.8~6.4 公分
	肥料	低
利用性	路旁及其他不易管理的地方、海邊、重金屬污染區	
	播種率	20~40 克/平方公尺



圖 2-11.海雀稗草株型態



圖 2-12.海雀稗草株

柒.野牛草

一.草坪特性分析及管理

野牛草原生在北美洲大草原、奧克拉荷馬州、德州、亞利桑那州、肯薩斯州、科羅拉多州、蒙他拿州及北達可達州等。葉子質地細、藍綠色、柔軟、密度佳，葉尖有輕微捲曲為其特性，地上莖很旺盛，因此可以形成極佳的草塊，但是根系稍淺，繁殖法多為無性繁殖，但也有種子(圖 2-13)。野牛草為雌雄異株，雄性植株有 2~3 個旗狀，單邊穗狀花。雌株有 3~4 個，為在芒刺種球內 (bur) 的種子粒，芒刺球不易發芽，需在低溫下或是撥除外芒球皮，才可以幫助發芽。種子在 5~10 下 6~8 個星期，或用化學藥劑打破休眠，可達 80% 的發芽率(一般 20%)，

4~5 月是適當的播種時期，7~10 天可以發芽，播種量是每平方公尺約 20~30 克之間，如果在秋天播種，則會在次年春天才會發芽，秋天發芽率較差。野牛草可以忍受乾旱和極劇的溫度變化，產生可以抵抗較多種環境壓迫的種子，因此水牛草可以說是一種具生態效果又節省能量的草種(圖 2-14)。

野牛草是一種多年生的草種，大約 8~10 吋高，其耐旱性是最傑出的性狀，生長在黏質土壤較好，在每年降雨量少於 600mm 的地區皆適宜用水牛草，水牛草一旦遇上乾旱的季節，就可以立即進入休眠，保護自己。其耐寒性不太好，耐蔭性更差，但是耐鹼性土壤，也耐淹水，可以用在不大需要管理的地方，或當水土保持用，高爾夫球場之球道也可以，但不適合在使用頻繁的地區種植。初生的野牛草如簇生狀，但繼之就會產生地上莖，如果選擇無性繁殖的話，通常選擇雌株，因為花較短小，而且不易產生草盤，其剪草高度在 0.5~2.0 吋之間，而且水份的需求不大。在管理的方面肥料在生長季節每個月每平方公尺需 0.5~2.0 克的全氮，但每年不要超過 10 克 / 每平方公尺。

野牛草會建議種在不需管理的地方，在管理多的地方反而生長不好，目前水牛草在美國也被利用在高爾夫球場內的球道和長草區，在球道上如果剪 1 吋長的話才需要澆水，而長草區的剪草高度在 2~3 吋是不需要澆水的，但若給予灌溉的話，野牛草可以一直保持相當好的色澤，不過太多水反而會增加雜草產生。

二. 品種介紹

1. Pririe：種子繁殖，草坪品質佳
2. 609：種子繁殖，草坪品質佳
3. 315：種子繁殖，耐寒性佳,草坪品質佳
4. 378：種子繁殖，耐寒性佳,草坪品質佳
5. Stamede：種子繁殖，草坪品質佳
6. Cody：種子繁殖，耐寒性佳,草坪品質佳
7. Tatanka：種子繁殖，耐寒性佳,草坪品質佳
8. Bison：種子繁殖，耐寒性佳,草坪品質佳
9. Texokao：種子繁殖，耐寒性佳,草坪品質佳
10. Sharp's improved：種子繁殖，耐寒性佳,草坪品質佳
11. Topgun：種子繁殖，耐寒性普通,草坪品質佳
12. Piains：種子繁殖，耐寒性普通,草坪品質普通

表 2-7. 野牛草之品種、生長特性及管理方式摘要

中文名	野牛草	
英名	Buffalograss	
學名	<i>Buchloe dactyoides</i> (Nutt.) Engelm	
栽培品種	Sharp' Improved, Common, Texoka, etc.	
植物特性	生長習性	地上莖,雌雄異株
	質地	細
	密度	低
	顏色	灰綠
	分類性狀	捲型葉芽,葉舌環狀具纖毛,葉環平寬分隔
生殖作用	生活史	多年生
	繁殖法	種毯
	種子大小	2~6 棵/種毯;110 個種毯
環境適應性	光需求	需陽光
	土壤	中細質地,鹼性土壤
	水分	耐旱性強
	適合剪草高度	1.3~3.8 公分
	肥料	低
利用性	可用於乾旱及土壤貧瘠之處	
	播種率	15~35 克/平方公尺



圖 2-13. 野牛草草株



圖 2-14.野牛草亦可當為觀賞草

捌.百喜草

一. 草坪特性分析及管理

百喜草是一種質地寬、生長強健的亞熱帶多年生草類，具有地下莖，可以適應在具有砂質土壤或貧瘠酸性的土地上，沿海地區也常見，其耐蔭性及耐旱性和百慕達草或韓國草比起來都還算不錯(圖 2-15)。百喜草過去常被用於牧草，但近年來也有用在庭園草坪，主要是可以產生種子，但種子多經由孤雌生殖而來。分類標準上具膜狀短葉耳，葉鞘上有少許短毛，適合的剪草高度在 1.5~2.5 吋之間，每平方公尺的草坪上需約 5~20 克的氮肥。強健的匍匐能力很適宜用於草生栽培或水土保持(圖 2-16)。

二.品種介紹

- 1.Argentine:密度佳，抗病佳，從牧草選拔而來，適合當草坪品種，質地寬，產生種子量相當豐富。
- 2.Paraguay:灰綠色，葉子較短，質地也比較細，耐寒性稍差。
- 3.Pensacola:質地較細，耐寒性佳，可以形成濃密的草坪。過去是主要的牧草品種，現在多用於路旁，或當水土保持之用。
- 4.Wilmington:暗綠色，質地細，而且花不會很長，耐寒性佳，是很適合當草坪的品種，但是對於幣斑病較為敏感。

表 2-8. 百喜草之品種、生長特性及管理方式摘要

中文名	百喜草	
英名	Bahagrass	
學名	<i>Paspalum notatum</i> Flugge	
栽培品種	Pensacola, Argentine, etc.	
植物特性	生長習性	地下莖
	質地	寬
	密度	中低
	顏色	淺綠至中綠
	分類性狀	捲型葉芽，膜狀葉舌
生殖作用	生活史	多年生
	繁殖法	種子有性生殖
	種子大小	600 個/克
環境適應性	光需求	需陽光
	土壤	微酸性砂質介質，耐鹽性
	水分	耐旱
	適合剪草高度	3.8~6.4 公分
	肥料	低
利用性	路旁及其他不易管理的地方	
	播種率	15~40 克/平方公尺



圖 2-15. 百喜草草株



圖 2-16. 百喜草強韌的器官

玖.克育草

一.草坪特性分析及管理

克育草是一種質地寬、生長強健、利用草塊生產繁殖的多年生耐熱性草種，原生於非洲地區，主要是生長在溫暖潮濕的熱帶地區。生長習性上具地上莖及地下莖，分類上具葉舌有短毛，沒有葉耳，葉鞘上有短毛，穗狀花序，產生 2~4 枝的花，會有短的硬葉子。種子大約有 1/8 吋長，暗褐色。

二. 品種介紹

無其他品種。在台灣多用於高山草原放牧用草。

表 2-9. 克育草之品種、生長特性及管理方式摘要

中文名	克育草	
英名	Kikuyugrass	
學名	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst ex. Chiov	
栽培品種	無	
植物特性	生長習性	地下莖及地上莖
	質地	中寬
	密度	高
	顏色	淺綠
	分類性狀	摺疊型葉芽，環狀葉舌有毛，葉片邊緣具纖毛
生殖作用	生活史	多年生
	繁殖法	種子有性生殖
	種子大小	--
環境適應性	光需求	需陽光
	土壤	較肥沃之土壤
	水分	需水
	適合剪草高度	公分
	肥料	需求量高
利用性	路旁及其他不易管理的地方、牧草	
	播種率	20~40 克/平方公尺

第三章 耐寒性草坪品種

Cool-season turfgrasses

研讀目標：在讀完本章節後，可以了解到以下項目

1. 了解耐寒性草種的生長環境。
2. 了解耐寒性草種的重要性。
3. 了解有那些重要的耐寒性草坪品種及其特性。
4. 了解在臺灣何時可以利用這些耐寒性草坪品種。

耐寒性草坪品種(cool-season)原生於北歐及亞洲最適當的生長溫度介於 16~24 之間，土壤適宜性在 pH6~7 之間，顧名思義耐寒性草坪品種必定可以生長在寒冷甚至下雪的環境下，如北半球一些溫帶、寒帶國家，有些耐寒性草坪品種如肯德基藍草(Kentucky bluegrass)、匍匐性本特草(Creeping bentgrass)，或高狐草(Tall fescue)的耐熱性質也不差，因此可以用在寒帶熱帶交接處這種不冷不熱之處，而台灣的高山上也屬於這種冷涼氣候，因此也適宜這種草的生長，特別有些山坡地水土保持問題嚴重，因此若考慮山的高度，必須慎選適合該地區氣候的草種，而在台灣冬季的時候也可利用播灑耐寒性草種於耐熱性草坪上，來使得草坪一年四季都是綠色的，稱之為冬季交播(winter overseeding)，最適合的播種季節式秋天大約在 9 月 1 日左右。以下介紹重要的五種耐寒性草種：

壹.肯德基藍草(*Poa pratensis*)

一.草坪特性分析及管理

肯德基藍草(Kentucky bluegrass)大概是分佈在溫帶國家中最重要也是最普遍的一種草坪，在亞熱帶國家的山區也常見，主要具有地下莖以致具水土保持能力，可以產生高濃度的草坪(圖 3-1, 3-2)。葉質地依品種不同從細到中等都有，喜排水良好、肥沃地，耐磨性雖不是最好的，但由於品質良好，被使用在運動場的機率也相當高。耐旱性佳，在夏天炎熱時容易休眠，耐蔭性較差，抗病性佳，是一種較需要管理的草坪。平均種子發芽時間自播種起約 10~30 天。

二.品種介紹

1. A-34(Bensun)：其特點為耐遮蔭及低剪，生長濃密，葉色澤淺綠，可抵抗葉斑病、幣斑病、白粉病及黑穗病。
2. Adelphi：生長低矮，葉色澤深綠，葉質地細，可抗葉斑病、幣斑病，可耐熱，低度維護管理。
3. America：生長濃密，質地細緻，葉色澤深綠，可抵抗各種會感染 bluegrass 的疾病，可抗葉斑病、鏽病及條穗病，可耐低溫、高溫，可於乾燥的環境下生長。
4. Banff：生長低矮，葉質地及色澤中等，特點為早春萌芽，可抗幣斑病及條穗病。

5. Baron：葉質地粗，生長低矮，葉色澤中等深綠，可耐各種草坪疾病，幼苗生長強健故適合同種間的混合種植。
6. Birka：葉質地中等細緻，生長低矮，葉色澤中等深綠，抗葉斑病、白粉病及條穗病佳，可耐蔭，易感染莖鏽病，在秋天不易發芽，可適應低維護管理的區域。
7. Bonnieblue：生長低矮，葉色澤中等深綠，可抵抗葉斑病、鏽病、條穗病、幣斑病，但易感染白粉病。
8. Bristol：葉色澤深綠，葉質地粗，生長低矮，可抵抗大部份的草坪疾病包括紅腺蟲，可抗白粉病，為耐蔭性極佳的 bluegrass 中的一種。
9. Challenger：生長低矮，葉質地中等細緻，密度中等，葉色澤深綠，特點為其早春色澤佳，並可持續葉色至秋天，可耐高溫及低剪，抗葉斑病、鏽病、條穗病及幣斑病佳。
10. Cheri：葉質地中等粗，生長低矮，葉色澤中等深綠，抗葉斑病佳，抗鏽病、幣斑病、白粉病中等，春天發芽慢等但幼苗生長強健。
11. Columbia：生長低矮，葉質地中等，密度佳，葉色澤中等深綠，耐寒性佳，春天發芽佳且葉色澤可持續至秋末。抗葉斑病、條穗病、幣斑病、鏽病佳，可耐乾旱及熱，抗白粉病中等。
12. Eclipse：特性為耐蔭性佳及可抗白粉病，及葉斑病、葉鏽病、條穗病、紅腺病、幣斑病。生長低矮，葉質地中等，葉色澤深綠，密度佳，生長強健且建立快速，草坪測試評價高。
13. Enmundi：生長低矮，抗葉斑病、條穗病佳，種子生產量低所以商業使用上不高，可稍微耐蔭。
14. Enoble：生長低矮，可耐冷、熱及乾旱，耐蔭性中等，春天發芽，葉質地中等，密度中等，葉色澤中等綠，水份消耗量低，抗條穗病佳，可抗葉斑病。
15. Fylking：生長中等低矮，密度中等，葉色澤深綠，葉質地細緻，抗葉斑病、百慕達葉斑病佳，可低剪至 1.25 吋，在 5 月及 6 月時呈現一種葉子繁茂的外觀，但抗葉黃病、白粉病中等，耐蔭性中等，在夏季炎熱時較不易茂盛。
16. Georgetown：生長中等低矮，葉質地中等，葉色澤中等深綠，早春萌芽強，抗葉斑病、鏽病佳，可抗幣斑病、條穗病。
17. Geronimo：葉質地中等，密度中等，葉色澤中等深綠，生長中等低矮，抗寒、熱及耐蔭佳，易感染葉黃病，但抗鏽病佳，可忍受低剪。
18. Glade：特點為耐蔭及幼苗生長強健，抗條穗病、鏽病、葉黃病、白粉病佳，可抗葉斑病、幣斑病。
19. Haga：葉質地中等，密度中等，葉色澤綠，且生長勢強，在寒冷的氣候下可維持良好的色澤且春天萌芽佳。抗葉斑病、鏽病佳，可抗幣斑病、條穗病。
20. Kenblue：由許多品種混合而成，所以基因範圍涵蓋很廣。
21. Majestic：生長中等低矮，葉色澤深綠，在春季及秋季葉色佳，抗葉斑病、葉鏽病佳，可抗幣斑病、莖鏽病、條穗病，不抗白粉病，不推薦使用在有遮

蔭的草坪。

22. Merion: 為第一個也是最有名的名品種，葉質地寬，生長低矮，葉色澤深綠，可耐密剪，抗葉斑病佳，分佈廣且重要，易感染莖鏽病、條穗病、葉黃病，易感染白粉病會造成在遮蔭處減少其密度，但一直在研究降低其染病性質。
23. Merit: 生長中等低矮，葉質地中等粗，密度中等，在春季及秋季葉色佳，抗葉斑病，幼苗生長強健。
24. Midnight: 耐熱，葉色澤深暗綠，生長低矮，密度低，葉質地中等細緻，抗葉斑病、莖鏽病、條穗病、幣斑病、白粉病佳。
25. Monopoly: 其特點為萌芽快和耐撕裂佳，生長勢強，葉質地中等，密度中等，葉色綠，抗葉斑病、幣斑病佳。
26. Mystic: 生長低矮，葉質地細緻，葉色綠，密度中等，侵犯性強，耐密剪性強，適合用於高爾夫球場，抗白粉病、條穗病佳，可抗葉斑病，易感染幣斑病。
27. Nassau: 生長中等低矮，葉質地中等，密度中等，葉色澤中等深綠，在早春時葉色佳，抗葉斑病佳，可抗幣斑病、紅線蟲感染、粉紅雪黴病、鏽病、推薦和高狐草混合種植。
28. Nugget: 適合生長於寒冷的北方可抵抗嚴寒氣候的傷害，可耐蔭但不耐熱，生長低矮，密度低，可抵抗葉斑病、白粉病、葉鏽病，但易感染莖鏽病、條穗病、幣斑病、葉黃病、和芽蟲。
29. Parada: 生長低矮，密度中等，葉色澤深綠，可抵抗幣斑病、和條穗病，耐熱佳，早春時發芽。
30. Park: 和普通肯德基藍草相似，萌芽時間短且幼苗生長強，非常適合用來混合種子種植，可抵抗鏽病、條穗病、白粉病，但似普通肯德基藍草易感染葉斑病。
31. Plush: 生長低矮，密度中高，葉質地中等，葉色澤綠，生長勢強而且非常強健，耐熱及乾旱極佳，可抗條穗病、鏽病但抗葉斑病性中等，是一種只需低度維護管理的植物。
32. Ram I: 生長中等低矮，葉質地中等，葉色澤深綠，早春發芽，抗葉斑病、莖鏽病中等，抗條穗病、白粉病極佳。
33. Rugby: 生長中等低矮，葉質地中等，葉色澤深綠，密度佳，在晚秋、冬季、和早春仍維持良好葉色。抗葉斑病、鏽病、幣斑病、條穗病佳。
34. Sydsport: 特性可耐撕裂，可形成緊密的草坪適用於運動場。葉密度中等，葉色綠，抗葉斑病、條穗病佳，但易感染幣斑病。
35. Touchdown: 生長勢強，適合做種子混種。可抵制一年生藍草，耐蔭性中等，在遮蔭的情況下會累積較多的草髒，抗葉斑病、條穗病、葉鏽病、白粉病極佳，但易感染莖鏽病、幣斑病。
36. Vantage: 生長低矮，葉質地粗，葉色澤中等深綠，生長強健，耐熱、旱佳，抗條穗病、幣斑病佳，抗葉斑病中等，但易感染葉及莖鏽病。

37. Victa：葉質地中等，生長中等低矮，葉色澤中等深綠，抗葉斑病、鏽病、幣斑病、白粉病中等，春天較慢發芽。
38. Wabash：主要特性耐壓及寒冷，在秋季仍可保持其色澤，密度中等，葉質地寬，葉色澤綠，易感染葉斑病而萎凋，特別在草剪的太短時，但有好的恢復力。



圖 3-1. 肯德基藍草草坪



圖 3-2. 肯德基藍草用於邊坡

貳. 多年生麥草(*Lolium perenne*)

一. 草坪特性分析及管理

多年生麥草(Perennial ryegrass)是一種簇生狀(bunch type)的草，如果用在水土保持上時，需要緊密的種植，它是一種比較溫馴的品種，亦即對於乾燥、太低或太高溫的氣候都不太能夠忍受，但是對其耐磨性極佳，而真正最大的優點是多年生麥草的發芽速度很快，因此在水土保持的控制上其速度相當快，亦可和樹木搭配，先形成草地防止水土流失，讓真正想要栽植的品種有慢慢生長的機會，所以它幾乎有當於覆蓋的功能，因此多年生麥草是在做混合草種(seed mixture)的最佳選擇品種。平均種子發芽時間自播種起約 3~10 天(圖 3-3, 3-4)。

二. 品種介紹

1. All Star：耐熱、乾旱、冷、及病害佳，葉色澤深綠。
2. Barry：葉色澤深綠，葉色可維持至秋末，葉質地和密度佳，抗褐斑病佳，剪草品質佳。
3. Belle：耐寒、乾旱、撕裂性佳，可忍受密剪，抗病害佳。
4. Birdie：葉色澤深綠，抗病害佳，耐熱及冷中等。
5. Birdie II：特點為幼苗生長強健、耐褐斑病及莖鏽病佳，生長低矮，耐熱性佳，其體內寄生菌含量高故對昆蟲有好的抵抗性。
6. Blazer：抗病害佳，剪草品質佳，特點為耐寒性佳，可持續生長，葉色澤深綠。
7. Caravelle：葉色澤極深綠，密度、耐寒、剪草品質、和耐熱性低，易感染褐斑病，主要用途為在南方做冬季交播用。
8. Citation：特點為其葉色澤深綠和極佳的剪草品質，耐熱及病害佳。

9. Citation II：特點為幼苗生長強健、耐熱及寒冷佳、和剪草品質佳，生長低矮，可忍受密剪，其體內寄生菌含量高故對昆蟲有好的抵抗性，適合在南方做交播使用。
10. Cowboy：可抗莖鏽病、幣斑病和其他疾病，在高溫及低溫下亦可生長良好，較其他品種生長低矮。
11. Dasher：生長低矮，耐熱，適度耐寒，葉色澤中等深綠。
12. Delray：可忍受冬季低溫和低肥度的地區，可適度抗褐斑病。
13. Derby：葉質地中等細緻，可耐熱及熱、寒及撕裂。密度中等，葉色澤綠，可適度抵抗褐斑病及幣斑病。
14. Diplomat：特點為其密度，葉質地細緻，及在高處生長緩慢，耐熱及低溫佳，可適度抗褐斑病。
15. Elka：耐寒，耐蔭，耐密剪性極佳，生長速度緩慢而有細緻的淺綠色草坪，可抗冠鏽病，但易感染褐斑病、幣斑病。
16. Fiesta：抗高溫及低溫佳，葉質地中等，密度中等，葉色澤深綠，抗褐斑病佳。
17. Game：生長習性直立，密度尚可但缺乏耐熱及耐冷度，剪草後外觀不佳，易感染褐斑病。
18. Gator：特點為可耐低剪，生長低矮，葉質地細緻，密度及顏色中等，耐寒，耐熱，可耐褐斑病、冠鏽病，內生菌種含量少。
19. Jackpot：葉質地細緻，葉色澤深綠，生長緩慢，密度高，耐熱、冷、乾旱及遮蔭中等，易感染葉斑病，可抗雪黴病。
20. Linn：冬季不強健，不耐病害，是一個新型品種。
21. Loretta：葉色澤及密度中等，耐熱及冷中等，可抗褐斑病、冠鏽病，易感染葉斑病。
22. Manhattan：葉質地細緻，密度中等，葉子生長緩慢，葉色澤深綠，耐密剪佳，耐高溫及低溫佳，適度抵抗褐斑病。
23. Manhattan II：葉色澤深綠，葉質地及密度細緻，耐密剪、熱及冷佳，較 Manhattan 抗褐斑病、莖鏽病及紅腺蟲。
24. NK200：葉色澤深綠，葉質地中等，耐冷不耐熱，易感染褐斑病、冠鏽病。
25. Omega：可耐熱、冷及撕裂，密度中等，生長速度緩慢，可抵抗褐斑病。
26. Omega II：較 Omega 耐熱及疾病，葉色澤深綠，較其他品種矮小。
27. Palmer：葉色澤深綠，葉質地及密度細緻，在冬季及夏季生長良好且耐撕裂性好，抗褐斑病、冠鏽病佳。
28. Pennant：耐熱、冷、乾旱及密剪佳，葉質地中等細緻，葉密度中等細緻，可耐遮蔭，抗褐斑病，需氮元素。
29. Pennfine：最被廣泛使用的品種，葉色澤、質地及密度中等，生長低矮，耐熱佳，可耐冷，可抗褐斑病、幣斑病。
30. Prelude：較其他品種有好的剪草品質，耐熱、冷、乾旱、遮蔭及低剪佳，葉色澤、質地及密度中等，生長低矮，耐褐斑病及其他疾病佳。

31. Premier：耐熱、冷、乾旱、遮蔭及低剪佳，葉色澤深綠，生長低矮，葉質地中等細緻，幼苗生長強健，可適應各種土壤，耐褐斑病、冠鏽病佳。
32. Regal：葉色澤深綠，質地、密度及耐冷度中等，耐高溫佳，抗褐斑病、幣斑病佳，易感染冠鏽病。
33. Repell：葉色澤深綠，生長低矮，密度佳並耐蔭，抗褐斑病、葉斑病、冠鏽病佳。
34. Tara：可耐熱及冷，密度中等，葉色澤深綠，生長低矮，抗褐斑病、冠鏽病及其他疾病佳，在 1983 年栽培品種測試中有好的評價。
35. Yorktown II：葉色澤深綠，葉質地及密度細緻，生長低矮，可耐熱及冷，抗褐斑病佳，亦可抵抗其他疾病。



圖 3-3. 多年生麥草草坪



圖 3-4 多年生麥草草株

(from <http://www.agry.purdue.edu>)

參. 匍匐性本特草(*Agrostis palustris*)

一. 草坪特性分析及管理

匍匐性本特草(creeping bentgrass)是所有耐性草種中品質最佳的一種，是一種需要較多管理的草種，具有地上莖，生長快速，因此具水土保持效果(圖 3-5, 3-6)。耐寒性及耐鹽性佳，但耐熱性普遍，適當的土壤酸鹼度在 5.5~6.5 之間。

二. 品種介紹

1. Arlington(C-1)：生長速度緩慢，葉色澤藍綠，需高肥度和低剪，易感染褐斑病。
2. Cohansey(C-7)：特點為生長勢強，可耐濕及高溫，可抗褐斑病，易感染幣斑病。
3. Congressional(C-19)：葉色澤深綠，葉質地佳、強健，早春發芽，易感染褐斑病。
4. Old Orchard(C-52)：可耐疾病但缺水會虛弱。
5. Penncross：特點為密度佳，抗病佳，受傷害後恢復性好，易建立而受歡迎，種子繁殖，分佈密，常用於高爾夫球場建構。
6. Penneagle：生長直立，種子繁殖。

7. Seaside：種子繁殖，抗病性可，葉質地佳，較其他草坪累積較少草盤。



圖 3-5. 匍匐性本特草草坪



圖 3-6. 匍匐性本特草用於邊坡

肆. 高狐草(*Festuca arundinacea*)

一. 草坪特性分析及管理

高狐草(Tall fescue)是一種簇生狀的草種，有些微的地下莖，雖然是一種耐寒性草種，但耐寒性並不強，相反的，最大的優點，是耐熱性最佳，因此非常適宜用在台灣，這種草相當強韌，因此不適宜和其他草種混合，或是至少要含有80%的高狐草，其餘混合20%的其他草種，否則高狐草會變成另一種雜草，雖為簇生狀但是根系相當強，耐旱性佳，對土壤的需求度也不高，需肥度也低，染病率也不高，所以只要播種密度高，是一種相當好的水土保持用草(圖 3-7, 3-8)。平均種子發芽時間自播種起約7~14天。

二. 品種介紹

1. Asventure：可忍受全日照及部份遮蔭，生長強健，需肥度低，葉質地中等細緻，密度佳，抗褐斑病佳。
2. Alta：密度低，葉質地粗，生長迅速，可耐熱及冷，但易染病。
3. Apache：特點為擁有暗藍綠色的葉色，葉質地中等細緻，生長緩慢，可耐熱、乾旱及撕裂，抗冠鏽病及褐斑病佳。
4. Astro：耐熱、冷及乾旱佳，葉色澤中等深綠，葉質地中等，密度中等，可適度抗冠鏽病及褐斑病。
5. Arriva：這個耐寒的品種有中等的葉色、質地、密度及生長速度，耐低剪性佳。
6. Bonanza：特點為擁有暗藍綠色的葉色，即使在低肥度的情況下，生長低矮且緩慢，耐熱、冷、乾旱及踐踏佳，抗冠鏽病及褐斑病佳。
7. Brookston：葉色澤、質地及密度中等，生長低矮，耐冷，抗冠鏽病極佳，但在夏季熱及乾旱下不易生長繁殖。
8. Clemfine：葉質地粗，密度低，不耐低剪，與 Kentucky 31 品種相似，耐熱及乾旱佳，抗褐斑病佳。
9. Falcon：葉質地及密度中等，生長低矮，耐熱佳，適度耐蔭，可抗冠鏽病及褐斑病。
10. Fawn：此品種較 Alta 與 Kentucky 31 強健，葉質地粗，生長迅速，易感染冠

鏽病及褐斑病，在冬天及夏季不強健。

11. Finelawn I: 特點為耐熱、冷、及乾旱佳，生長中等低矮，適度抗冠鏽病及褐斑病。
12. Galway: 可適應有遮蔭處，耐冷及乾旱佳，葉色澤深綠，葉質地及密度中等，可適度抗褐斑病。
13. Goar: 葉質地粗，生長強健，可適應鹼性土壤，易感染冠鏽病及褐斑病。
14. Houndog: 葉色澤深綠，葉質地及密度中等，耐熱及乾旱佳，可適度抵抗冠鏽病及褐斑病。
15. Jaguar: 特點為在秋季保留良好的葉色和耐熱性、乾旱及遮蔭佳，在氮元素少的情況下還可維持葉色和密度，抗冠鏽病及褐斑病佳。
16. Kenhy: 生長迅速，質地粗糙，可耐熱及乾旱。
17. Kenwell: 葉色澤中等深綠，生長緩慢可耐蔭，密度低，生長不強勢故可用於混合種植。
18. Kentucky 31: 可適應各種土壤和強烈的氣候，生長迅速，質地粗糙，可適度抵抗冠鏽病及褐斑病。
19. Marathon: 葉質地及密度中等，生長低矮，耐熱及乾旱佳，抗冠鏽病佳，可抗褐斑病。
20. Maverick: 耐熱性佳，可適應遮蔭，葉質地中等細緻，葉色澤深綠，生長低矮。
21. Mustang: 耐低剪佳，草盤累積速度慢，葉色澤深綠，葉質地及密度中等，生長低矮，耐蔭及高溫佳，可抵抗褐斑病。
22. Olympic: 葉色澤深綠，葉質地及密度中等，生長低矮，在秋季及氮元素少的情況下尚保留良好的葉色，耐遮蔭佳，抗冠鏽病佳，適度抵抗褐斑病。
23. Rebel: 葉色澤深綠，葉質地及生長速度較其他品種細緻及緩慢，耐低剪，不會累積過多草盤，耐遮蔭及熱佳，可適度抵抗褐斑病。
24. Tempo: 葉色澤、葉質地及密度中等，耐乾旱，生長緩慢。
25. Willamette: 葉色澤中等深綠，葉質地及密度中等，耐熱、冷、及乾旱，可適度抵抗冠鏽病及褐斑病。

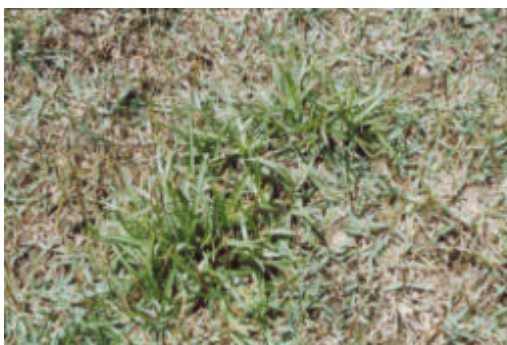


圖 3-7. 高狐草屬於簇生型的草種

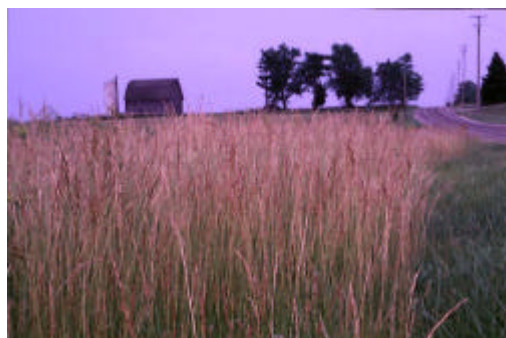


圖 3-8. 高狐草草坪用於水土保持
(from <http://www.fescue.com>)

伍. 細狐草

一. 草坪特性分析及管理

細狐草(Fine fescue)因為葉子質地細(2mm),所以稱之為細,由不同種類構成細狐草之統稱,但總而言之,細狐草是所有耐寒性草種中最耐蔭(shade-tolerant)的種類,需肥度低,耐旱性強,外加具有地下莖,因此可以充當水土保持用草,但是細狐草很少被單一使用,經常和肯德基藍草或是多年生麥草混合草種使用。平均種子發芽時間自播種起約 7~14 天(圖 3-9, 3-10)。

二. 品種介紹

主要的四種細狐草包括：

1. 匍匐性細狐草(*Festuca rubra* subspecies *trichophylla*)(creeping fescue)具地下莖, "Dawson" 和 "Polar" 是常用的品種。

(1). Dawson: 葉色澤綠, 耐遮蔭性佳。

(2). Pennlawn: 特點為其密度、疾病忍耐度、蔓延速度及耐低剪度佳, 在草坪測試中有不錯的評價。

(3). Wintergreen: 在葉色澤及密度表現佳, 他可耐受低水份及低氮肥。

2. 咀嚼細狐草(*Festuca rubra* subspecies *commutata*)(chewing fescue)

(1). Agram: 葉色澤深綠, 生長低矮, 葉質地細緻, 密度高, 耐低剪, 抗葉斑病、白粉病及紅腺蟲佳。

(2). Banner: 葉色綠, 生長低矮, 可適應沿海的區域。

(3). Checker: 葉質地及密度細緻, 生長低矮, 耐熱及乾旱, 抗葉斑病、紅腺蟲及葉黃病。

(4). Highlight: 生長低矮, 葉色淺綠。

(5). Jamestown: 葉色澤深綠, 生長低矮, 密度低, 在貧瘠及遮蔭的地區仍可產生新芽, 在夏天色澤佳。

(6). Shasow: 特點為耐蔭, 生長低矮, 耐密剪, 葉質地細緻, 葉色澤深綠, 耐白粉病極佳, 抗葉斑病、幣斑病及紅腺蟲佳。

(7). Waldorf: 特點為耐低剪性佳, 葉質地細緻, 密度高, 匍匐性的習性, 耐熱及乾旱佳, 抗葉斑病、白粉病及草坪暝蟲佳。

3. 硬細狐草(*Festuca ovina* subspecies *duriuscula*)(hard fescue)

(1). Aurora: 生長緩慢, 葉質地細緻, 密度高, 生長低矮, 耐蔭性佳, 適應低剪佳, 抗葉斑病、白粉病、紅腺蟲及穀象佳。

(2). Reliant: 特點為低度管理下仍可生長良好, 葉質地細緻, 生長低矮, 耐熱及乾旱, 抗葉斑病、白粉病、紅腺蟲及炭疽病佳。

(3). Spartan: 葉色澤深綠, 耐蔭性佳, 較咀嚼細狐草及匍匐性細狐草耐熱及乾旱, 可與野花種子混合種植。

(4). Tournament: 葉色澤深綠, 密度高, 生長低矮, 生長緩慢, 耐密剪性中等, 抗葉斑病及紅腺蟲佳。

(5).Waldina：本草推薦與 bluegrass 及 ryegrass 混合使用，葉色澤深綠，生長極低矮，葉質地細緻，密度極佳，抗紅腺蟲佳，可抗抗葉斑病、白粉病、幣斑病及穀象佳。

4.羊細狐草(*Festuca ovina* subspecies *ovina*)(sheep fescue)：此種耐寒性草坪葉質地細緻、剛硬的、色澤藍綠色。多叢的且色澤較不似其他品種受歡迎，特別用在乾旱、沙地、石粒地等排水好的區域，較硬細狐草可耐受乾旱和酸性土壤。耐寒性佳，分佈很廣。



圖 3-9. 細狐草草坪



圖 3-10. 細狐草用於邊坡

表 3-1. 耐寒性草坪品種的一般特性

品種	肯德基藍草	多年生麥草	匍匐性本特草	高狐草	細狐草
栽培品種	A34,Baron,Midnight,Merit,Touchdown,Kenblue,etc.	Linn,Gator,Pennfine,etc.	Penncross,Pennlink,Penneagle,Putter,etc.	KY31,Jaguar,Rebel,Falcon,Olympic,Houngdog,etc	Creeping,Chewing,Hard,Sheep fine fescue
芽型	摺疊型	摺疊性	捲	捲	摺疊狀
葉舌	膜狀(2mm)	膜質(0.5~2mm)	膜質(0.6~3mm)	膜狀(0.4~1.2mm)	膜狀(0.5mm)
葉環	寬,分隔狀	寬,分隔狀	窄	寬,分隔狀	窄,分隔狀
葉耳	無	爪狀	無	短,具軟毛	無
生長特性	地下莖	簇生狀	地上莖	簇生狀	簇生狀,匍匐性
質地	中,細	寬	非常細	寬	非常細
密度	佳	中等	佳	中等	中等
顏色	暗綠色	綠色	綠色	綠色	暗綠色
繁殖法	種子,草塊,草莖	種子	種子,草莖,草塊	種子	種子
播種率	5-15 克/m ²	35-45 克/m ²	2.5-5 克/m ²	35-45 克/m ²	15-25 克/m ²
土壤適應	砂質壤土	砂質土壤	細質地土壤	適應性廣	適應性廣
水分需求	普通	普通	需水	低	低
剪草高度	1.5 吋	1.5 吋	1/8~1 吋	2.5 吋	3 吋
肥料需求	10~20 克/m ² /年	15~25 克/m ² /年	15~30 克/m ² /年	10~15 克/m ² /年	5~10 克/m ² /年
草磬累積	普通	低	高	低	普通
耐熱性	2	2	2	3	2
耐寒性	5	2	3	2	2
耐旱性	4	2	1	4	4
耐陰性	2	1	2	3	5
耐磨性	2	3	1	3	2
耐酸性	1	1	2	5	4
耐鹽性	1	3	5	4	1
耐淹水性	2	1	5	4	1
割草品質	5	1	5	2	1
病蟲害	在強光下易染病	褐斑病,綿腐病	很多	不易染病	葉斑病,夏炭紋病
生長強勢	3	5	2	4	1
利用性	樹陰下、庭園、公園	庭園、冬季交播	運動場、高爾夫球場	運動場、庭園、路旁	運動場、庭園、墓地、公園、高爾夫球場

*5-極佳;4-佳;3-普通;2-不好;1-極差

第四章 草坪在水土保持上之應用

The application of turfgrass on soil erosion control

研讀目標：在讀完本章節後，可以了解到以下項目

1. 了解台灣所發生的水土保持問題。
2. 了解草在水土保持利用上的重要性。
3. 了解如何利用草於水土保持上

壹.前言

台灣地區由於山高坡陡，溪流短促，經常性的颱風帶來大量的豪雨，以及921地震後所帶來的土質鬆動，使得台灣山地一遇下雨，便造成水土沖刷，甚至土石洪流，對溪流兩岸及下游居民造成重大災害（圖 4-1(a)~(e)）。由於台灣山坡地的自然條件較為脆弱，因此提高山坡地的公共安全非常的重要，除了透過國土規劃利用，防災系統的建立，以及長期監測外，維護集水區的水土資源更為重要，在被濫墾、濫伐、濫建的山坡地實施植生復育，重新造林，而在造林初期，樹木仍小以及根部尚未穩定纏住土壤的情況下，可以在造林之處配合草坪的先前種植，取其發芽快速、根系強健，以及地上部匍匐性的生長特性，可以保持土壤不易受到雨水直接拍擊，並有助於樹木的長大。921地震之後利用航空植生方法來補救土石流崩落得問題，在植生材料的選擇上使用禾本科草坪品種當然非常適合，但是有些地區如台灣中部的雙冬九九峰，以及台北市北投地區台北藝術大學在颱風災後所發生的整作山崩落的情形，都已經和是否做植生沒有太大關係了，而是土質本身結構極為鬆軟或是許多山坡地因為考量建築設計或景觀設計上的問題讓填方變成凹方或不當的開發產生的問題。最好的例子就是汐止林肯大郡及桃園一家高爾夫球場發生整個球道崩塌的情形只為了塑造英格蘭式的球場風味（圖 4-2, 4-3）。



圖 4-1 .台灣高山土石流災害(a)



圖 4-1(b)



圖 4-1(c)



圖 4-1(d)



圖 4-1(e)



圖 4-2 不當的高爾夫球場開發



圖 4-3 不當的河川利用造成河面狹小

台灣於前一陣子發生的八掌溪慘案，顯示出政府通報及救援系統產生疏失之外，更可看出台灣一直以來對於水土保持的忽視，對於山坡地及一般土地被過度且違法開發無法扼阻，對於有益環境的植栽亦濫加砍伐，使得台灣在土壤結構上變得鬆散，無法承受意外的發生。由此足以看出台灣在土石流防治的措施上，一直未盡理想，尤其是偏遠地區的居民，只要遇到暴雨，便有生命上的威脅。亦有些不法的業者，擅自墾殖並超挖超填廢棄土，導致颱風來襲時擋土牆邊坡滑動土石流漫延數百公尺，造成無辜的居民因此遭活埋死亡，這些事件層出不窮政府單位均提高其具體刑求。2001 年連續的颱風如桃芝颱風，納莉颱風都造成百條人命的死亡，暴露出基隆河水上漲造成內湖一帶的淹水，和河水上游的不當開發以及下游亂採砂石有很大的關聯(圖 4-4~4-11)。

台灣本身的自然條件由於地形坡度較陡，年雨量分佈不均並擁有高度的降雨量，所以會提高土石崩坍的機率，加上人為疏失的誘因，大眾須嚴格而謹慎的處理以防悲劇的發生並有效的復育此崩坍地區。不論是何種水土保持工法必須結合植栽的種植以達永續經營的境界，所以以植栽運用於水土保持上在整體來說可長遠的預防災害發生，而非短期的救護工作。水土保持植物是指可以防止水土流失的植物，只要植物的器官部位在覆蓋或種植之後，可以緊密的纏住土壤，防止水

土沖刷，都是很適合的具水土保持效果的植物種類，在所有的植物中，可以快速的覆蓋地表，減少水土流失機會的，應該是屬於禾本科的草類，因為禾本科草類具有鬚根系統並且可以牢牢的纏住土壤，因此極具水土保持效果。近來台灣經常發生土石流的災害，推廣禾草類在水土保持上，並且提供管理方式、種植及技術，而且可以很快的教育大眾可以取得這些知識是刻不容緩的事(圖 4-12~4-15)。



圖 4-4.基隆河上游



圖 4-5 基隆河上游土石流危險區



圖 4-6 基隆河上游河川整治



圖 4-7 基隆河上游河面整治後狹窄



圖 4-8 基隆河上游遇雨便是滾滾黃水



圖 4-9 景美溪不當的整治工作



圖 4-10 景美溪行水區不當的利用



圖 4-11. 景美溪逢水必淹



圖 4-12 加拿大水土沖刷實驗



圖 4-13 新加坡以地毯草作為水土保持材料



圖 4-14.美國水土保持工作相當紮實



圖 4-15.台灣的高山地更應做好水土保持

貳.植生綠化

根據行政院農業委員會所訂定之水土保持技術規範中提到規劃設計原則應包括：

- 一. 完備之植生前期作業
- 二. 選擇適當之植生方法與植物材料
- 三. 植生施工季節以春秋兩季為宜
- 四. 應考量施工後之維護與管理工作

以下便先來敘述前期作業之建立與植生選擇方法。

草坪的建立無論用哪一種方法都應該先做土壤整理的工作，包括以下各項：

一.控制雜草、清除雜草

草坪被雜草入侵和一般作物不一樣,特別是禾本科草類的雜草更難用藥清除,如果被多年生禾本科雜草如雀稗類的草入侵的話,更是令人頭痛,因此在事前土壤準備工作之時,即需徹底清除雜草及其種子。清除方法可以利用非選擇性的殺草劑如年年春(glyphosate)先全面噴灑一次。另外也可以利用土壤燻蒸劑,如溴化甲烷(CH_3Br)或萬隆(Dazomet)這一類的燻蒸劑,不僅可殺雜草種子,還可殺病菌、昆蟲等。不論用哪一類的劑型,都要滲透到表土 15~20 公分內較佳(因草根大部份多在 15~20 公分處)。另外由於使用殺草劑會有殘留的問題,所以若要播草坪種子需等到 6~8 週以後才可開始種植。

二.清除石頭、垃圾

石頭夾雜在土壤中或是表面,對草都有許多不利的影響。尤其在夏天的時候,石頭會吸熱,對草的生長影響更大,還有對剪草機的磨損也很大。若土壤中有垃圾

像塑膠袋或木頭,當遇濕熱時非常容易感染真菌病害。還有較大型的草坪如高爾夫球場經常需要打洞,其土壤中夾雜太多的石頭,極易將機器打壞,因此這個步驟極為重要,必須徹底執行。

三.粗略的規劃

這個步驟主要就是將表土移除,對次表土層(B 層)的土壤做鬆土的工作,一般表土約 20 公分。而草根,尤其是耐熱性的草種如百慕達草可以伸長到 24 吋以上,所以 B 層的土壤也是相當重要的,當然這個步驟也是為排水管的鋪設做準備。

四.排水管的鋪設

排水工程對草類來說是極為重要的一項,尤其是在有坡度的地方,其水管的材質、水源的收集部位是在建立之初就要計算出來的,否則種好草之後再挖開來修排水管的話,會讓草長得不均勻,還有一些黏性的土壤,其排水能力甚差,更需安置排水管。排水管在草坪下,多以魚骨型的陳列方式來鋪設,從中心點到兩邊至少要有 2%的坡度以利排水,安置的工程還是要由有經驗的專家來做較妥。

五.表土的調整及測試

表土的質地非常重要,一般來說砂質壤土大約厚 20~30 公分是最好的表土。但仍得依賴種植的目的而言,例如果嶺的表土大約是 80%的砂、10%的土、10%的有機質。另外酸鹼度(pH)調整也極為重要,一般 5.5~7.5 都可以被草接受,還有有機質含量、無機質含量都可以取樣來作分析,土壤太酸可加石灰,太鹼可加硫來調整,每 3~5 年要重新再測一次。

六.最後的土壤準備工作

在前五項都完成之後即可對最後的表土(已移面)做鬆土的工作,然後用滾筒將土壤壓平,盡量在土壤仍是乾燥的時候來做,此時就可以準備種植。假如是在山坡地或崩場地有些步驟可能無法施用。最後的階段便是事後的照顧,其中最重要的是水分的補充不可中斷,剪草需等到根系強健了再剪,若要施肥起初可補充一些氮肥,並把種植的地方圍起來,不要讓外力(機械)傷害草坪。

參. 草坪的種植方法

草坪建立主要有播種、貼草塊、噴植、及草莖種植四種方式(圖 4-16)：

一.播種法(seeding)

可以用在自然崩場地或緩坡地。種子播種法首先需買到存活率高的種子,存活率高有兩個因素,一為種子的純度,即一包種子內有多少百分比是我們所要種的種子。另一則為發芽率,所以一包純度為 80%,發芽率也是 80%的種子,真正的存活率只有 64%而已,所以可由此來判斷種子的價格。當然我們也可以選用混合草種的方式來播,美國已將混合好的草種商品化,消費者就不需傷腦筋了,混合播種的方法,將在下節中詳述。開始種植的時期如果是選用耐熱性草種的話,可在晚春或早夏的時候來播,若是耐寒性草種可選擇晚夏早秋的時候來播種(圖 4-17)。每一個草種的播種量如表 4-1。播種的方式可用播種機,利用兩個方向,即東到西,南到北的方式均勻播灑,若是較細小的種子可以先混和泥土(圖 4-18)。如果沒有播種機或是或是較小面積可以先將種子置於信封內,再均勻左

右抖動把種子灑出。播完之後必須覆蓋一層薄薄的土壤，再用耙子耙過讓種子更均勻散佈，最後再用滾筒讓種子和土壤確實密合。這算是第一步驟完成。接下來就是要做覆蓋，材料可選用乾草、樹皮、泥炭土等，每一千平方尺大約要有 80~100 磅的覆蓋材料才夠(圖 4-19)。

表 4-1. 常用草類種子的大小及播種率

品種	種子大小(個/磅)	播種率(克/每平方公尺)
百慕達草	2,000,000	7.5
結縷草	1,150,000	10.0
假儉草	800,000	6.0
地毯草	1,200,000	15.0
百喜草	220,000	25.0
野牛草	70,000	25.0
肯德基藍草	1,550,000	7.5
本特草	6,000,000	1.0
多年生麥草	250,000	7.0
高狐草	240,000	7.0
細牛毛草	475,000	4.0

台灣一年四季氣候多變，在夏季時溫度可高達 38℃，冬季可低至 5℃ 以下，再加上豐沛的雨水帶來的潮濕，所以實在很難找出既可耐熱、耐寒，又可抵抗病害或其他環環境迫害的草坪品種。在這個時候除了靠育種外，可能就要利用不同品種的混合栽植了。草坪的混合栽植可分為兩種：一為同一個種內的不同品種混合，稱為 blend。例如百慕達草中的”Sahara”和”U-3”的混合。另一種則是不同種之間的混合，稱為 Mixture。如百慕達草和肯德基藍草的混雜。草坪的混合栽植具有以下的好處。混合植栽的優點如下：

一. 抵抗不良環境

不良場境包括光線、濕度、溫度、肥料、土壤狀況、使用頻率等因素，例如肯德基藍草這屬於較不耐遮蔭的草，所以可以混合種植紅牛毛草(red fescue)來克服遮蔭的問題。表七列出幾種常見草坪的混合栽植以及功能。

二. 減少病害的發生

草坪的病害不同於一般作物的就是它不再只是單株感染，而是族群的感染。所以我們經常可以見到受病害感染的草地上呈現大圈圈的徵狀。如果混合栽植選用的品種具有某一種抗病性，而原本的草坪又對這種病很敏感，此時混合栽植就可以阻隔病菌的擴大。例如多年生麥草對 Fusarium 很敏感,但是高狐草、本特草或藍草(bluegrass)卻可以抵抗這種菌,所以都是混合栽植的對象。

三. 促進生長恢復

在球場上經常讓球員損害的草坪,就可以選擇耐磨性又強、生長又快的草種來做為混合栽植品種，讓綠地的恢復較快。例如紅頂草(Redtop)，週年生麥草都屬於這類的草種。又如草坪初建時，為增加綠地的速度，也可以混合少量發芽很快的草，例如高狐草約 3、4 天即可發芽。

四.草坪休眠時的補救

這種方式稱為冬季交播(winter overseeding)。舉例來說，百慕達草在入秋之後開始休眠，此時若播一些耐寒性的草種，可以使得草坪常年都是綠的。本省許多高爾夫球場都利用百慕達草做為果嶺的草種，到了秋天之後可以混合栽種多年生麥草、紅牛毛草、或匍匐性本特草或可選任何 2 種或 3 種不同的草種。

五.減少雜草的發生

混合栽植的草可以和雜草競爭，所以也就減低雜草的發芽，當然也就減少殺草劑的噴灑。

在選擇混合栽植的草種時，必須防範幾個要點，如顏色、質地粗細、生長習性等是不是類似。例如本特草為淺綠色，而肯德基藍草色較深，若這種混合栽種，會有出現斑點草坪的感覺。另外也要注意選擇冬季交播的草種時，生長勢不可強於原本的草種。

在混合栽植的歷史中，耐寒性品種中經常用來混合使用的，而且混合兩種以上的草種是很普適的。相對的耐熱性品種由於生長侵略性太強，所以大多只利用單一品種來種植，也就因為這種生長習性的差異，混合栽植的耐熱性和耐寒性草坪品種經常有問題出現，而這是台灣所迫切需要的。追述草皮混合栽植的研究歷史，在 1950 年南加州的報告認為高狐草和百喜草的混合栽植生長良好。1980 在密西根州的一篇報告指出肯德基藍草可以和百慕達草混合栽植良好。1993 年北卡羅南納州的一篇報告中利用 10 種不同品種的肯德基藍草和百慕達草混合栽植 3 年後發現，肯德基藍草品種中“Georgetown”和百慕達草的混合栽植其品質除了 7 月以外，比起百慕達草單獨種植來的好。“Kenblue”品種和百慕達混合栽植其品質在春、冬 2 季也比百慕達單獨種植好。混合栽種“Georgetown”“Kenblue”和百慕達的草地其雜草出現率只有 12~26%，但單獨栽植百慕達草的草地，雜草出現率達 50%。

總之，在試用混合栽植時，得記住幾項原則：

- 一.選擇抗病或抗環境不良的草種做為混合栽植時，先對當地經常出現的病害或氣候行為調查清楚。
- 二.確定所選的品種是很相近的，不可以有不協調的感覺，例如質地和顏色相差太多，也不可以互相侵害。
- 三.使用 blend 的混合栽植時，選擇至少 3 個品種以上。



圖 4-16.草的種植方式有許多選擇

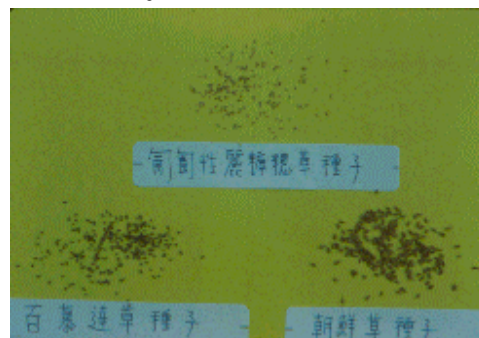


圖 4-17.草的種子極為細小



圖 4-18.利用播種機灑播



圖 4-19.播種完需要覆蓋

二.貼草塊法(sodding)

草塊(sod)或草毯的栽植適用於坡度緩於 45 度之土地。草塊種植的好處是：

(一) 水土保持(erosion control)：由於直接鋪在土面上，完全防止土壤再被風或水沖刷。

(二) 節省水份(water conservation)：種草塊的方式可以減少水份的使用，不似種子播種建立之初要更多的水份。

(三) 減少殺草劑的使用：直接貼草塊較不會有雜草入侵的機會。

(四) 成功機率較大：因為草塊已經形成立即的草坪，因此不似其他方法，建立過程中仍有可能失敗。但得花比播種方式多 5~7 倍的成本。

草塊種在邊坡則可大大減少土壤沖刷的機會，而且也可減少雜草入侵的機會。草塊的厚度應該有 2 吋以上較好(圖 4-20)，貼的時候以貼磚塊的方式，即已交錯的方式來貼。如果買來的是草毯則不受限制。草塊取來時應在 48 小時內種植完畢，否則存活率會減低,最後在用砂淺鋪在表面即接縫的地方都可增加存活機率(圖 4-21~23)。

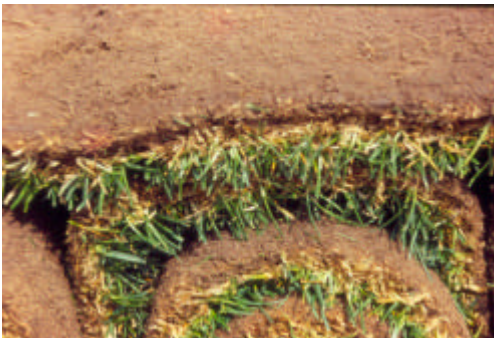


圖 4-20.草塊的厚度應該有 2 吋以上



圖 4-21.台灣的草塊生產地



圖 4-22.美國的草毯生產地



圖 4-23.草塊的鋪植方法

三.噴植法(hydroseeding)

有些在山坡地種植的時候，會用叫做 hydroseeding 的方式，即種子、纖維(fiber) 和肥料混在一起，又叫噴漿法(hydromulching)，此時便不需要覆蓋(圖 4-24)但是台灣若是在冬天噴植，則最好覆蓋以保溫，促進發芽由於種子(圖 4-25)充份吸水，因此發芽率極佳，專門用在坡度較陡峭的地方或工作人員不方便站立時所採用的方法，當然也未必只有坡地才使用此方法。依噴植的厚度又可分為薄層(土壤硬度較小;約 1~3 公分)、中層(軟岩坡面;約 3~6 公分)、及厚層(硬岩坡面;約 6 公分以上)噴植法。另外一種不是靠噴漿法，但是已經將種子與覆蓋用的纖維材料製成商品稱為植生帶撲植法，適用於坡度小於 45 度並有土壤備製過的坡面。舉例來說若要噴植百慕達草在純度 98%發芽率 85%的情形下，需要混合每平方公尺 20 克的種子，加上每平方公尺 2.3 公斤的纖維，及 4 克的 15-15-15 的完全肥料。若要噴植克育草在純度 95%發芽率 85%的情形下，需要混合每平方公尺 5~10 克的種子，加上每平方公尺 2.3 公斤的纖維，及 4 克的 15-15-15 的完全肥料(圖 4-26, -27)。



圖 4-24.道路邊坡進行噴植



圖 4-25.若是在冬天噴植仍應覆蓋



圖 4-26.噴植車商品(<http://www.finncorp.com/index.asp>)



圖 4-27.噴植公司專門人員進行噴植(<http://www.finncorp.com/index.asp>)

四.草莖種植法(sprigging)

這種方法即將切下來的地上地下莖灑佈在表土上，再鋪上一層砂，並做覆蓋，這種方式長出草坪的時間比較慢，而且得在環境適合的時候，其品種也有限。通常是用在坡度小於 35 度以下者。同樣的前述的噴植法也可以用草莖為材料稱之為 hydro-sprigging。表 4-2 為重要的草坪品種栽種可以使用的建立方式

表 4-2. 重要的草坪品種栽種方式

草種	種子噴植	草莖噴植	貼草毯
聖奧古斯汀草	X	X	V
普通百慕達(狗牙根)	V	V	V
無性繁殖百慕達(Tiff 品系)	X	V	V
新種百慕達(Sahara, Sultan, etc.)	V	V	V
結縷草	V	V	V
野牛草	V	V	V
假儉草	V	V	V
地毯草	V	V	V
肯德基藍草	V	V	V
細狐草	V	V	V
高狐草	V	V	V
本特草	V	V	V

以上的種植法，只是粗略的大原則，但照此準則來做，應可做出一塊不錯的草坪。但還得注意幼苗期間的病害問題，如綿腐病(pythium blight)，可用福賽得(Alliete)來預防,但濃度不要太高。最後最重要的就是照料的工作,在未來章節再分別來談論。

草坪建立方式的選擇，必須考量時間的投資以及成功的機率，都在成本的項目內，因此可以檢驗場地的條件以及適切性來決定方式。表 4-3 為一些檢查的項目：

表 4-3. 草坪建立方式自我評估表

考量因素	種子	噴植	草毯
建立時間	春天最佳，夏秋其次。不可在溫度 16 以下	同左	較不受季節影響
土壤需求	事先鬆土，添加基肥，移除石頭、垃圾等，最後將表土磨平並稍潤濕土壤	同左	同左
水分需求	非常需要水分	中等需求	較不似利用種子之需求
種子品質	種子純度要求高	種子純度要求高	草毯品質要求高
雜草控制	易產生雜草，需噴灑殺草劑	同左	較不會有雜草入侵的問題
建立後之濃密度	較不穩定	較種子播種好	最佳之濃密度
流失之問題	若下大雨，較易導致水土及種子流失	若下大雨，較易導致水土流失，但比種子直播好	不會產生水土流失的問題
視覺影響	建立初期仍可以看見裸露土壤	建立初期看見紙漿綠色的部分較不美觀	形成立即美麗的綠色草坪
可用性	若場地使用頻率不高，大約 2-4 個月即可使用。若使用頻率高，則須等到 1 年後，待草坪根部穩定，才可使用	同左	若場地使用頻率不高，可立即使用，若頻率高，則在 2-3 星期後使用
經費預算	最低	普通	最高
投資報酬率	雖然種子費用低，但事後管理經費高	初期花費較種子播種高，事後管理經費高，但成功率較種子播種來的大	初期花費雖高，但事後管理的費用較低，且成功率幾乎達 100%

第五章 觀賞草類在水土保持上的利用

Using ornamental grasses on soil erosion control for Taiwan

研讀目標：在讀完本章節後，可以了解到以下項目

- 1.了解什麼是觀賞草。
- 2.了解觀賞草在水土保持利用上的重要性。
- 3.了解觀賞草的特性
- 4 了解哪些本土觀賞草類可以利用在水土保持上

壹.前言

如果我們仔細注意每年秋天在陽明山上或是駕車在高速公路上，不難發現滿山遍野的芒草開了美麗的花，這種五節芒就是觀賞草類(ornamental grasses)的一種，亦是穩固山坡地土壤的重要功臣(圖 5-1, 5-2)。



圖 5-1.台灣到了秋天便可看到芒花



圖 5-2. 芒草用於水土保持

貳. 觀賞草在水土保持上的利用

台灣的水土保持工程長久以來只重視功能卻疏忽生態及觀賞的價值。禾本科(Poaceae; Gramineae; Grass family)的草類用在邊坡水土保持上的例子相當的多，其中能夠成為水土保持用草的一項特質是必須在生長習性上具有地下莖或地上莖才能緊密的纏繞住土壤，得到減少水土流失的效果，因此台灣常見的草類如百慕達草、結縷草、百喜草、假儉草、及地毯草等都被用在水土保育功能上，因為將草類用在水土保持上是一個既經濟、快速又環保的方式。但是這一類的草如果因為山坡地管理不易的情況下而無法定期的剪草或其他的維護管理工作，在景觀美質上是一大缺憾。由於一些草類若植山坡地上會有缺水或水源不易取得的缺點，故能使用品質優良又不需太多管理的草類品種是另一種選擇，而觀賞草類正好可彌補這類遺憾!談及觀賞草這個名詞可能對台灣比較陌生，其實這是近年來由於因應自然生態保育的觀念下，被景觀造園界廣泛地運用於庭園造景上，主要是取其顏色的變化、形狀、質感，以及與大自然呼應的姿態，而在國內仍然很少被談及甚至利用(圖 5-3, 5-4)。為何觀賞草會被重視而推薦在景觀上利用呢？此乃觀賞草非常的耐旱、濕、寒冬、抗病蟲害、需肥性又低等特性，因此可相對減低維護的成本，所以是景觀造景上極具潛力的植栽，這也是目前正極力推廣的”環

保植栽”的概念，所謂環保植栽是指植物本身具有抵抗不良環境及病蟲害的基因存在，只要生長的环境氣候允許就可以將性狀表現出來，並不一定是原生植物(圖 5-5, 5-6)。但如果找出原生的環保植栽，那對台灣的環保生態，其貢獻更大。故環保植栽可定義為：1.具有遺傳上的特性 2.可相對減少植栽的維護管理。觀賞草不僅具強健的地上、下莖為優良的水土保持用草，在生態角度上更是許多野生動物的棲息場所及藏匿的最佳植被(圖 5-7~5-10)。而且在生態的循環系統上，禾本科植物包含牧草、觀賞草類等，其葉子和果實是野外和庭園中昆蟲、小型及中型哺乳動物極為喜愛的食物!故此可顯示觀賞草在生態上實扮演非常重要的角色。而觀賞草類植於邊坡上其果實及葉子又可提供此處的動物及昆蟲啃食，之後更可快速的往四周生長出新的匍匐枝及根莖，來與土壤間建立更細膩的纏繞。觀賞草類在世界上仍屬新的研究題材，以本省過去在禾本科作物的深入研究基礎下，在短期內必可和全世界並駕齊驅的。



圖 5-3. 觀賞草型態甚為美麗



圖 5-4. 觀賞草與大自然呼應



圖 5-5. 觀賞草能生長在峭壁中



圖 5-6. 觀賞草能生長在鹽沙地



圖 5-7. 觀賞草為動物棲息地



圖 5-8. 美國有許多動物棲息地被保護



圖 5-9. 觀賞草亦為動物覓食



圖 5-10. 觀賞草生長於氣候惡劣的地方

參. 觀賞草的其他功能

禾本科的觀賞草被發現也具有植物復育(phytoremediation)的功能，例如軟枝草(switchgrass)就有大量吸收軍火污染物 2,4,6-trinitrotoluene(TNT)的能力，而藍牛毛草(blue fescue)具有忍受高濃度的非選擇性殺草劑西殺草(sethoxydim)和 fluazifop 的能力。另外，還有許多觀賞草類都有忍受許多其他不同殺草劑的能力，因此都可以選擇用於受到殺草劑污染的地方，例如有些珍珠粟的品種，便可以忍受亞脫淨這種殺草劑。因此觀賞草在環境保育上仍有極大的發展利用空間，尤其可以用於緩衝帶(buffer zone)防止污染物入侵生態保護區(圖 5-11, 5-12)。



圖 5-11. 觀賞草當道路和棲地緩衝帶



圖 5-12. 戀風草於高爾夫球場當緩衝帶

觀賞草之利用在全世界相當普遍，但台灣幾乎找不到任何有關觀賞草的資料，只當成雜草處理，而且長期被疏忽。主要是因為許多自國外引進的草類多為牧草飼料用，一但這種草牲畜不喜歡食用便不去管理而成為雜草。在美國的園藝苗圃上已經出現觀賞草的種苗供應，在台灣幾乎連觀賞草種子都無法找到，更無法談及栽培管理方法了(圖 5-13, 5-14)。



圖 5-13. 美國苗圃必可發現觀賞草



圖 5-14. 台灣的觀賞草多為牧草

肆. 台灣具水土保持效果的觀賞草類

台灣各地及文獻上有九種生長習性具水土保持能力且適合在台灣生長的觀賞草類，包含五節芒、白茅、象草(狼尾草)、中國狼尾草、羅滋草、南非鵝草、星草、甜根子草、野牛草。有些屬原生種，有些屬早期引進種。從此九種草類中，我們發現觀賞草類的生長習性為地下莖生長型或具有很強的分蘖，都可以當作水土保持的材料，用於斜坡的地方，除了於水土保持上表現優良外，更具有幾項可利用在景觀上的特質，如有些本身可開出美麗的花並直接充當景觀設計上的主角(focal point)；可利用其垂直的生長習性充當背景，強調景物和較低的地被或灌木相對稱；利用花色當作季節變換的指標，並產生自然和諧製造造園上的“生氣”，一種活的感覺；可以利用在又乾又熱的地方，可以利用在遮蔭的地方，絕大多數的觀賞草皆可在不同的逆境下(stress)生長；如果緊密的種植在一起，可以有如防風林般的效果。而另一方面觀賞草只需低的維護成本，可以忍受多種環境不良的地方，尤其是土壤貧瘠之處。並在生態上更是提供野生動物巢穴及活動最佳的場所，如鴨子、鵝、雁、兔子等。綜合來說，觀賞草類用於景觀造園上的原因乃是取其多樣化、調合性、生長習性、本身之美，以及不需太多的照料，如果不考慮其生長的特性，那麼便是取其顏色、型態、感覺、大小，以及質地來配合於景觀上(圖 5-15~5-18)。



圖 5-15. 觀賞草有垂直的生長特性圖



圖 5-16. 觀賞草應包括莎草科植物



圖 5-17. 觀賞草當作季節變換的指標



圖 5-18. 觀賞草可在逆境下生長

下列將九
歸納如表 5-11

觀賞草類名稱、品種及選拔的文獻來源

		的水土保持用觀賞草	
中名		栽培品種	
五節芒		Cabaret, Cosmopolitan, Moring light, Puenktchen, Silberpfel, Strictus, Variegatus, Zebrinus.	
白茅	<i>Cylindrical</i> (L.)Beauv.var.major (Nees) Hubb.et Vaughan.	Rubra , Red Baron.	
象草 (狼尾草)	<i>Pennisetum purpureum</i> Schum	Merkeron , Mott , TiftN75(少量供應) , Malawi , Cameroons , Congo , Gold Coast , Merker , Napier , Pungwe , Mineiro , Vganda , Vrukwanu.	
中國狼尾草	<i>Pennisetum orientale</i>	Moudry , Atropurea.	
羅滋草	<i>Chloris gayana</i> Kunth	Bell,Giant,Katambora, Masaba, Mbarara, Nzoia, Pioneer, Pokot, Rowgai.	
南非鵲草	<i>Setaria sphacelata</i> Stapf & Hubb.	Nandi, Kazungula, Narok, Solander, Splenda.	
星草	<i>Melinis minutiflora</i> Beauv.		
甜根子草	<i>Saccharum spontaneum</i> L.		
野牛草	<i>Buchloe</i> <i>dactyloides</i> (Nutt.)Engelm	Sharp' s Improved,Common,Texoka.	

伍. 結論

最近幾年來因為環境保育觀念大開，因此自然資源的保存，和維持較低度的維護管理成為一種趨勢，而觀賞草正符合這樣的潮流，所以都用於較不正式，較為自然的設計，尤其是使用於水土保持上，符合快速、優良、環保又有美質考量的需求，而且在生態上觀賞草也給了這個環境及生物很大的助益。台灣的苗圃業上，尚未見到有任何觀賞草類的種苗存在，顯然在台灣產業界仍對此種植物相當陌生，而在美國的苗圃農場，都可以發現有觀賞草種苗的販售。未來的研究方向除了尋找更多樣化適合台灣的水土保持觀賞草品種外，也需要在大量繁殖方法上做深入的研究，尤其是一些產生種子較少的觀賞草類，包括試管(*in vitro*)繁殖出無菌株等方法。使大眾更輕易的將觀賞草類運用於水土保持及斜坡景觀上，以利景觀生態環境的保育。



圖 5-19.野牛草剪草時變成草坪不剪草時則成為觀賞草



圖 5-20.觀賞草出現在台灣道路的安全島上



圖 5-21.羅茲草是台灣有潛力成為觀賞草的一種牧草



圖 5-22.白茅的花甚美是台灣有潛力為觀賞草的一種雜草



圖 5-24. 孟仁草為原生草種



圖 5-23.戀風草是重要水土保持用草

第六章 建議瀏覽之有關草利用在水土保持的相關文獻與網站

1. 山坡地公共安全. [Http://www.tpg.gov.tw](http://www.tpg.gov.tw)
2. 太田猛彥. 孕育水源與土壤的森林. 國立中興大學水資源保育及防災研究中心. 經濟部水資源局. 台北.
3. 水土保持手冊. 1992. 台灣省水土保持局編印. 行政院農業委員會補助.
4. 中華水土保持學會. 2001. 土石流及崩塌地整體治理工作手冊. 行政院農業委員會補助. [Http://river.nchu.edu.tw/921/921_book.html](http://river.nchu.edu.tw/921/921_book.html)
5. 行政院農業委員會. 2000. 水土保持技術規範. 台北.
6. 行政院九二一震災災重建委員會網站. [Http://921erc.gov.tw](http://921erc.gov.tw)
7. 行政院農業委員會. [Http://www.coa.gov.tw](http://www.coa.gov.tw)
8. 行政院農業委員會水土保持局網站. [Http://www.tpg.gov.tw](http://www.tpg.gov.tw)
9. 行政院環保署中部辦公室網站. [Http://www.twdep.gov.tw](http://www.twdep.gov.tw)
10. 李子芬, 郭毓仁. 2000. 台灣觀賞草之研究. 造園學報 6:134~147.
11. 洪楚寶編著. 1987. 水土保持. 中國土木水利學會. 科技圖書公司. 台北.
12. 郭一羽. 2001. 水域生態工程. 中華大學水域生態環境研究中心. 六合書局. 台北.
13. 郭毓仁. 1999. 草坪管理手冊. 田園城市出版社.
14. 國立中興大學水土保持系. 2000. 921 集集大地震坡地水土災害及復建紀實. 行政院農業委員會水土保持局. 台北.
15. 國立中興大學水土保持系. 2000. 921 集集大地震坡地水土災害及復建紀實. 行政院農業委員會水土保持局. 台北.
16. 國立中興大學水土保持學系網站. [Http://www.nchu.edu.tw/~swc/](http://www.nchu.edu.tw/~swc/)
17. 國立中興大學水土保持學系. 1999. 水土保持專輯. 興大農業
18. 國立中興大學水土保持學系. 1998. 台灣地區邊坡既河溪綠美化自然工法-個案調查與探討. 台灣省政府農林廳
19. 國立中興大學水土保持學系. 1999. 水土保持實務與對策研討會論文集. 台中
20. 國立中興大學水土保持學系. 2000. 水土保持植生工程研討會論文集. 台中
21. 陳政雄. 1992. 山坡地計畫. 博遠出版有限公司. 台北
22. 農業科學資料服務中心網站. [Http://www.asic.gov.tw](http://www.asic.gov.tw)
23. 廖瑞堂. 2001. 山坡地護坡工程設計. 科技圖書股份有限公司. 台北.
24. 劉振榔. 1979. 實用水土保持學. 徐式基金會. 台北.
25. **Best procedures for seeding your lawn with** <http://www.grassing.com/seeding/>
26. Department of Crop and Soil Sciences. Michigan State University homepage. [Http://www.css.msu.edu](http://www.css.msu.edu)
27. Department of Crop and Soil Sciences. The Pennsylvania State University homepage. [Http://www.agronomy.psu.edu/Extention/Turf.TurfExt.html](http://www.agronomy.psu.edu/Extention/Turf.TurfExt.html)
28. Erosion Control Magazine. [Http://www.forester.net](http://www.forester.net)

29. Establishing turfgrass. [Http://www.agry.purdue.edu](http://www.agry.purdue.edu)
30. Finn company homepage. [Http://www.finncorp.com/index.asp](http://www.finncorp.com/index.asp)
31. Georgia Turfgrass Foundation Trust. [Http://www.turfgrass.org/about.htm](http://www.turfgrass.org/about.htm)
32. Keepin soil in its place. Technical note #81 from watershed protection techniques. 2(3):418-213. [Http://http://www.stormwatercenter.net/Practice/55-Keeping%20Soil% 20 in %20Its%20Place.pdf](http://http://www.stormwatercenter.net/Practice/55-Keeping%20Soil%20in%20Its%20Place.pdf)
33. Lawn & Landscape. [Http://www.lawnandscape.com](http://www.lawnandscape.com)
34. Hydroseeding. [Http://www.turfmaker.com](http://www.turfmaker.com)
35. Nutsery sod growers association of Ontario homepage. [Http://www.nsgao.com](http://www.nsgao.com)
36. Purdue forage information. [http://www.agry.purdue.edu/ext/forages/publications/grasses /P_rye.htm](http://www.agry.purdue.edu/ext/forages/publications/grasses/P_rye.htm).
37. **Primo Bermudagrass Blend.** <http://www.bermudagrass.com/info/primo.html>
38. Reducing erosion and runoff. Virginia cooperative extention homepage. [Http://www.ext.vt.edu/pubs/envirohort/426-722/426-722.html](http://www.ext.vt.edu/pubs/envirohort/426-722/426-722.html)
39. Sod installation and maintenance. <http://www.usaturf.com/sportingvalley/why.html>
40. Sod selection. <http://www.andersonsod.com/sod.htm>
41. Sodding you turfgrass lawn. [Http://www.sodding.com](http://www.sodding.com)
42. Southern turf nurseries homepage. [Http://www.southernturf.com/turf.htm](http://www.southernturf.com/turf.htm)
43. Turf resource center homepage. [http://www.turfgrassod.org/trc/ environment.html](http://www.turfgrassod.org/trc/environment.html)
44. Turf, trees, and our environment. <http://www.underhill-wecare.com/TurfEnvironment.Html>.
45. University of Illinois at Urbana-Champaign turfgrass research center homepage. [Http://www.turf.uiuc.edu/extension](http://www.turf.uiuc.edu/extension)
46. Vogel, K.P. and R.C. Shearman. 1996. Perennial grasses: New applications and uses. p. 263-270. In: J. Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Alexandria, VA.
47. Warm season lawn grasses-seedlant.com. <http://www.lawngrasses.com/season-warm/>
48. Warm season turfgrass information sheet. [Http://www.seedswest.com/infoshet](http://www.seedswest.com/infosheet)
49. Why sod. <http://www.aaturf.com/whysod.htm>

