

## 水土保持的綠色奇兵

## Vetiver 培地茅草籬

**自** 1980年代起，聯合國所屬世界銀行透過資金贊助的方式，在熱帶第三世界國家推廣利用這種植物所建立的草籬(台灣水土保持界使用“草帶”一詞來描述這種植生栽培方式)，進行農地水土保持工作，期望減少耕地土壤流失，在印度、馬來西亞、印尼、菲律賓、中國大陸、澳洲、太平洋諸島國、加勒比海周圍國家、北非烏干達、南非、西班牙等地進行大規模的應用，目前都已有顯著的成果，其中尤以泰國在泰王全力推動下，不僅應用於農地，更廣泛的推進到道路工程等建築設施的水土保持。目的是希望透過培地茅綿密的地下部根籬與地上部草籬結構，藉以強化或是保護設施，延長其使



■培地茅十週齡的種苗圃，株高約1公尺。

用年限。近年來應用到工程設施的實例已凌駕農地的利用，恐怕是世界銀行始料未及的。

由於培地茅草籬的水土保持效果顯著，建造費用低廉，引起各國水土保持人士、道路工程師、環境保護及學界等的注意，紛紛自發地組織聯絡網路，傳遞相關的技術與資訊，更拜電腦通訊科技之賜，全球目前已有21個區域性與國家性的培地茅網路(<http://www.vetiver.org/>)，透過網際網路進行全球的資訊交流。

筆者在1997年年初起，透過這個全球網路取得

資訊，在取得資訊的過程中發現網路所有的成員都極其友善又慷慨地分享經驗與材料，這是其他組織難得一見的現象，也因此筆者透過這個網路，順利地取得了十餘個來自全球各地的培地茅品種，同時也成為太平洋盆地培地茅網路台灣連絡員，招集有志之士，彙整並傳播培地茅種源材料與資訊，希望對培地茅在台灣的應用能提供協助。

## 廣泛的環境適應能力

1. 日照：培地茅成株可在全日照到全遮蔭的環境存活。

2. 土壤：沙地，壤土、黏土等各種質地的土壤皆可生長。土壤的酸鹼值適應範圍pH 3-9.5，培地茅適應的土壤種類包含極端的紅土到黑色泥岩土都可生長。培地茅耐鹽度在土壤EC值達到8的環境下仍可正常生長，EC值達到20會使其地上部草量減產一半。但培地茅仍可在EC值達到47.5的土壤中存活(註：海水的EC值為45-50)。

培地茅，英文俗名 Vetiver，印度俗名 Khus-khus，中國大陸俗名香根草，南非俗名奇蹟草(miracle grass)，學名 *Vetiveria zizanioides*。



■ 培地茅快速生長的特性，再配合健壯的移植苗與適當的栽植間隔，培地茅草籬在種植後，就可立即攔阻地表少量逕流所帶來的土石。

台灣本島南部地區，有部分土地屬於鹽分地，另外在本島西部新興的各濱海工業區、澎湖、以及金門等地，因緊鄰海岸，海風帶來大量鹽分累積在土壤中，在此類地點的防風定砂工作，培地茅應具有相當的利用價值。

筆者建議利用培地茅作為此類地區，海岸防風林樹種移植苗的保護屏障，以利幼苗的成活與成長。

**3. 溫度：**從攝氏零下14度到攝氏45度仍可存活。筆者目前的初步研究結果顯示，培地茅在25°C以上即可達到最高的生長速率，台灣地區海拔2000公尺以下的地區，培地茅都具有應用的潛力。

**4. 水分：**培地茅可以存活在土壤浸水的狀態，也可以存活在沙漠邊緣地帶，以年降雨量而言，最低降雨量達到250公厘，最高降雨量達到5000公厘的地區內，培地茅都可存活；以雨量年

分布而言，在無有效降雨的環境中，培地茅成株可存活達5個月，在連續淹水的狀態下，培地茅成株可存活達8個月。本省各地年降雨量在922(東吉島)到4929(鞍部)公厘之間，就降雨量而言，對培地茅生育應不致造成嚴重問題。

### 集優點於一身

**1. 直立株型。**植株能夠緊鄰生長在一起，形成緊密的草籬。

**2. 抗倒伏性。**深入土層的龐大根系，使培地茅基鮮少發生倒伏的現象。

**3. 強硬莖稈。**提供支撐阻擋土石的基礎。

**4. 全年長存的地上部構造：**在部分地區，培地茅有冬季或乾季休眠的現象，在休眠期間，培地茅的地上部莖稈依然挺立，仍保持足夠的強度，持續發揮攔截水土的功能。同時莖稈依然牢固地包圍保護著近地表的生長點，維持植株再生的能力。

**5. 生長點自動抬升的能力：**當淤積的泥沙逐漸在培地茅的基部累積，埋藏於地表下近表面的生長點，會配合泥沙堆積的高度，自動向上抬升以保持與土表適當的距離，因此產生草籬長高的現象。當大量的泥沙在短時間內淤積而掩蓋基部時，除了在地表下的生長點會向上抬升之外，在土表上的莖稈會迅速長出新根，成為新的分蘖，維持草籬的存在，同時也使草籬升高。

**6. 根籬：**相鄰的培地茅植株其地下根部會互相糾結，大量的根系在地表下形成根籬，所能提供穩固土壤的強度超過一般的森林樹種。其根系的深度在一年的正常生育下可達3公尺深，在質地良好的土壤生長18個月後，可達5公尺深。垂直向下生長的根系與相鄰作物的養分競爭並不明顯，但是透過深長綿密的根籬所攔截涵養在土層的水分，卻可提供相鄰作物的生長。

**7. 株叢的完整性：**大多數的多年生草種，在生育多年之後，株叢中間的分蘖會死亡，形成中空的現象，培地茅的株叢極少發生此現象，因此所形成的草籬能夠長年保持完整，形成強固的結構，攔阻水土的流失。

### 農業環境上的效益

**1. 靜風定砂：**培地茅株

高在正常的環境下可達 2-3 公尺(含花序)，但在風勢強勁的環境下，株高約可達 1 公尺，由於培地茅形成的草籬，其效果類似竹籬笆，可降低風速，提供草籬後方靜風的環境，據大陸相關研究顯示，草籬後方約 10 公尺內的風速可降低到栽培作物的需求。

2. 水土保育：培地茅形成的地上部草籬與地下部根籬可有效攔截地表逕流與泥沙、樹枝、石塊等物體，同時延遲降雨的水快速流入河

川，增加滲入深層土壤的水量，提高地下水位，保育水源。

3. 淨化水質：培地茅龐大的根系，可快速、有效地吸收隨水流經草籬的氮、磷等元素，將農業操作中，因施肥過量而流失到深層土壤的元素加以吸收，減少進入地下水層或排放到河川的量，進而減輕對水源的污染。對於特定的除草劑及重金屬污染物，培地茅具有吸附淨化的功能。

4. 廢耕地保育與復育：

許多因人為污染或天然環境改變，致使土地無法生長植物或利用，培地茅廣泛的土壤適應性，與對大多數重金屬等污染元素的耐性與吸收性，使得培地茅成為此類廢耕地復育與保育計劃最佳的材料。

### 生態工程上的應用

1. 陡坡的穩固：在澳洲，培地茅技術被應用於公路及鐵路邊的陡坡、隧道口坡頂坡面的穩固及排水涵管的土石淤塞防治，以及採石

## 向參與九二一災後重建的工程師 推薦「一叢草」Vetiver

**有**一種草，英文名字叫 Vetiver (學名 *Vetiveria zizanioides* L.，國內譯為培地茅)，地上部成叢生長，根部茂密垂直深入地下達 3 公尺以上；根據國外的試驗研究，它的這種特性可以取代一般的淺根植物，作為綠化地表的最佳草種；所形成的綠色草堤，效果勝過造價昂貴、費工費時的硬式混凝土牆，是目前聯合國在第三世界國家大力推廣的生物性水土保持尖兵。

Vetiver 是近年來所發現最合乎自然生態、性狀優異的水土保持作物，它對人類的貢獻是整體的、永續的，

不在能否使某些個人，一夕之間點石成金獲暴利而成百萬富翁。筆者認為 Vetiver 可以加速國內災後重建之步調，亦可大幅降低重建的成本，以及補強重建地基之永續穩定；未來再發生天然災害時，它可以降低土石流所造成的二度損失。同時建構 Vetiver 綠色草堤，需要大量農業和工程方面的技術人力參與，可以在災區造就部份災民的就業機會。

Vetiver 在被發現之初期，主要用途是從其根部提煉化妝品使用之芳香油。約在 15 年以前，許多國家才開始將它推廣應用在水土保持，

文 / 李正基 退休工程師

效果極佳。它最新的運用趨勢則是在工程界積極推廣。

在國內，大多數的人對它仍然十分陌生。為了及早推廣應用，並發揮其最優越的特質，建議政府鼓勵國內各公、私立研究單位進行較高層次的研究，並適時的將成果透過媒體向國人傳播、推廣。

另外，也建議政府獎勵並輔導、補助農家 and 小型農場，從事選擇、引進及繁殖種苗的工作，以期能循治本的途徑，及早防制、揮別每當雨季都可能發生的恐怖的山崩、潰堤和土石流等等重大災害。 □



■在正常生育氣候與鬆軟深厚的土壤條件下，培地茅草籬在種植6週後，地下部根系預期可達1公尺。本圖是在馬來西亞一處道路工程中，移植一小叢3支分蘖的培地茅，生長一年後達到3公尺的根系照片，這旺盛碩大的根系，具有相當大的說服力。

場與垃圾掩埋場的土石邊坡穩固等。培地茅草籬除了提



■後龍溪河川生態保育協會理事長賴文鑫，長期關懷地方環保事務。

供水土保持的功能之外，長成的草籬經過適度修剪也具有不錯的景觀效果。

2. 水庫、蓄水池邊坡及洩洪道的水土保持：水庫及蓄水池的邊坡除了坡面的特性與上述的陡坡類似，更因為水位隨著蓄水量的變化，使得在高低水位間的邊坡利用植物進行護坡的工作不易進行，耐旱又耐浸水的特性使得培地茅成為此類地形的最佳候選材料。培地茅緊密糾結的根系可以有效的固著土壤，因此在洩洪道內，洩洪時大量湍急的水流沖擊下，土壤仍可有效的受到保護。

3. 洪泛區內的結構體保護：洪泛區內的道路系統，常在洪水後地基被掏空而損毀，種植在緊鄰結構體上洩洪道的培地茅草籬可有效減緩水流的速度，地下部的根籬則可穩固土壤減少地基的流失而保護這些結構體。

4. 河川、溪流及排水灌溉渠道等水路的護岸工程：水路等設施通常地勢較低以利地表排水的流入，因此泥沙淤積的問題也就伴隨著普遍發生，利用培地茅草籬沿著排水流向攔截泥沙，可保護水路的通暢，減少疏浚的頻度。河流彎道兩岸水流的速

## 後龍溪的水， 蜿蜒入海流

文 / 曾桂龍

後龍溪流過公館、苗栗河谷平原，向左轉個大彎穿過北勢大橋，河床岔水流平緩，已成強弩之末了。這條發源於鹿場大山西麓，全長58公里，匯集了大湖溪、汶水溪、桂竹林溪、新雞隆溪、大坑溪、沙河、老田寮溪、南勢坑溪的大河，穿過巉崖絕壁、歷經深澗幽谷，越過平原終點，最後由後龍出口注入大海。

後龍河流域的拓殖已有

250年的歷史，先民開疆闢地的歷程，從散布流域密集如織的法雲禪寺、弘法院，石觀音寺、大湖昭忠祠、富有入文價值的圍墻莊…。都有過一段拓殖英雄披荊斬棘、出生入死的神話故事，迄今仍為長一輩的鄉親所傳頌著。

後龍溪出口處的龍港，因位居大陸移民台灣的要衝，是早期商賈雲集、大宗貨物的集散中心。正因為海上貿易的繁盛，民間祈求航

海平安的宗教需求，在後龍地區可稱得上是全縣廟宇最多的鄉鎮。近40年來，海口淤沙造成港口淤淺，當年帆桅林立、市集熱絡的盛況，如今已不復見。

鶴岡地區的長者告訴我，50年前龜山大橋可捕獲龍蝦，海魚季節性的洄游亦可目睹。35年前正月的枯水期，我隨母親從中平到銅鑼掃墓，還要搭竹筏才能過河。那是多麼令人神往的

度不同而形成的沖積與沖蝕岸，日久將改變水道的路徑，對於橋樑等設施將會造成影響，透過培地茅草籬的設置，可有效控制河岸的沖蝕而穩定水路。此外，在菲律賓，培地茅草籬也被應用於魚塢池塘的護岸。培地茅的葉片更可作為草魚等草食性魚類的飼料。

5. 混凝土與石塊構造體的保護：排水溝的進水與出水口等的混凝土結構體，以及蛇籠等石塊構築體或其他固定構造體，由於經常受到水流的流動而受到沖蝕，因此這些結構體周圍的土壤極易

被沖刷形成淤積或掏空，而降低這些設施的功能，培地茅草籬透過其深長強固的根系及地上部密實的草籬可以降低水流沖蝕的力量，栽植在結構體上游面的草籬更可攔截泥沙減少淤積的速率，需要清除淤泥時，只需處理草籬上游面的部分，相對於深入排水溝等類設施結構體內進行清除，操作上是方便許多。

6. 人工溼地系統中，培地茅也被證實可有效的使系統發揮功能，在適當的種植配置下更可延長人造溼地系統的壽命。

## 種苗繁殖技術與推廣

因為需要每隔 10 公分種植一株培地茅才能建立有效的草籬，培地茅草籬的建造必須有大量、高品質的種苗供應。目前的種苗田管理方式，每一公頃的種苗圃在正常生育 4 個月後，約可提供建立 44 公里長單行草籬所需的草苗。

培地茅用於水土保持用途的品種是無法產生有效種子，因此必須使用分蘖苗進行營養繁殖，此一特點使得培地茅無法自然擴散，轉變成雜草而造成生態的問題，這也是培地茅被世界各國廣泛接受採用的原因之一，但也因此減緩在台灣推廣的進度。

雖然鄰近的中國大陸與菲律賓都可提供種苗，但該兩個地區為具高度危害性的線蟲疫區，私自非法進口疫區的培地茅種苗可能透過夾帶的土壤帶來線蟲，可能對台灣的植物及生態造成更大的破壞。

經由筆者過去 3 年進行的培地茅種源的採集與引種、並完成檢疫以及初步環境適應性評估，目前已有少量的材料可免費提供各界建立原種苗圃，歡迎各界透過筆者研究室網站聯絡(<http://grassland.agron.ntu.edu.tw/>)，一起為台灣的水土保持盡一分心力。

濤濤大河啊！

然而隨著中上游土地的開發，森林減少無法涵蓄水源，秋冬之際河床乾涸見底，盛夏遇雨則山洪暴發，汶水橋、龜山大橋、頭屋大橋多次沖斷，流失良田不計其數，幾十年來後龍溪的興衰，只能用滄海桑田來形容！

尤其是在高度追求經濟發展的工商社會，沿岸的工廠、村落所排放出來未經處理的污水、毒水，殘害了溪流的生態，河岸任意傾倒的廢棄物，嚴重污染了後龍溪的水質，破壞了後龍溪原有秀麗的容貌。什麼時候才能還給我們昔日河水壯闊洶湧、各色游魚成群的美好景象？

夕陽西下，佇立在北勢大橋頭，遙望著緩緩入海的

後龍溪，心中的感觸真是五味雜陳。綜觀人類的歷史，河流是創造文明的搖籃，而什麼樣的人為環境也將決定這條河的興衰榮枯。千百年來，後龍溪造就了後龍、頭屋、苗栗、公館、汶水、大湖這樣的重鎮；如今也因為這些城鎮子民的作為，斲喪了河流的生機命脈，反噬了千百年來所孕育的人文氣息和自然景觀。百年前先人溯溪而上，開疆闢土試圖馴服這條桀驁不馴的大河，而今，我們又面臨挽救它、整治它的新課題，世事捉弄人，真讓人啼笑皆非，不勝欷歔呀！

(原載於『大河壩』第六期。本文稿費捐贈後龍溪河川生態保育協會)