

台湾地区培地茅适应性调查

王裕文, 朱 钧  
(台湾大学农艺学系, 台湾 台北)

摘 要: 培地茅在台湾为新兴的水土保持植物, 本研究室自 1997 年起积极进行引种及观察研究的工作, 先后引进的种原包括野生型种原 15 种与栽培型种原 22 种。经現地试验结果发现野生型培地茅可正常生育并产生种子, 其产生的种子数量庞大且有效, 极具有转变为杂草的可能性, 应严格限制在台湾的应用, 以免破坏台湾的生物多样性; 栽培型培地茅, 则可在台湾海拔 1 000 m 以下地区正常生长, 2 000 m 以上地区除非有足够日照与适当的种植期配合, 否则不易成长。海拔 1 000~2 000 m 的地区, 原则上可以利用, 但是如果日照明显不足, 其生长将明显变缓。在滨海盐分地及泥岩地区等特殊恶劣的立地环境下, 培地茅可正常生育成长。

关键词: 培地茅; 生态工程; 水土保持; 泥岩; 生物多样性

中图分类号: S 157.433      文献标识码: A      文章编号: 1005-3409(2002) 03-0088-04

The Adaptability of Vetiver in Taiwan

WANG Yu-wen, ZHU Jun  
(Department of Agronomy, Taiwan University, Taiwan, China)

**Abstract:** Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) is a newly introduced giant grass for erosion control. The introduction of germplasm and study of vetiver were initiated since 1997. There are 15 wild seedy vetiver germplasm and 22 cultivated vetiver clones been introduced into Taiwan up to year 2001. The field study showed that the seedy vetiver can grow and produce seed without limitation in Taiwan, the amount of the seed is enormous and in good quality. Thus, the application of seedy vetiver must be prohibited in the perspective of its weedy potential. According the field study throughout the island, the cultivated vetiver can adapt well under the altitude of 1000 m, while over 2000 m the vetiver will grow well only with the good sunlight and proper planting date. The region between 1000 and 2000 m can grow vetiver well unless the severely shaded condition is encountered then the growth might be retarded. In the coastal area where the winter erosion prevalent, vetiver can adapt and show good growth. In the mudstone area, where post the greatest challenge to plant, vetiver can thrive as well.

**Key words:** vetiver grass; bioengineering; erosion control; mudstone; biodiversity

1 前言

培地茅(英文俗名: Vetiver, 印度俗名: Khus-khus, 中国大陆俗名: 香根草, 南非俗名: 奇迹草(miracle grass), 学名: *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash), 为目前联合国在第三世界国家大力推行的水土保持植物。培地茅可广泛地适应于各类环境中, 所形成的草篱(hedge, 或称草带)不仅提供水土保持的功能, 更可改善微气候条件, 促进邻近植物的生育; 应用于道路护坡上, 可减少泥沙对工程设施的破坏, 延长使用年限, 更进一步可改善水泥结构在视觉景观上的缺点。培地茅的环境适应性, 根据目前世界各地现地应用的场址特性调查归结, 在土壤方面, 目前已知的酸碱值范围在 3 到 10 之间; 在温度方面, 成长的植株可存活于摄氏 - 5 ~ 55 之间; 对水分的需求, 可适应年降雨量在 200 ~ 5 000 mm 的地区, 在澳洲干旱地区连续 5 个月没有有效降雨仍可存活, 在马来西亚的

水库淹没区淹水达 8 个月仍然健在。大陆平潭沿海渔护堤, 根部长年浸泡于护堤吸润的海水中, 仍能生长成为护堤草篱, 使得海水不再溃堤。

此外, 培地茅也已经在大陆及澳洲被证实可应用于垃圾掩埋场的护坡, 除了可透过草篱根系达到稳固垃圾山, 更可将一般垃圾掩埋场常见, 漫流在地表的污水圈限于草篱内。培地茅对重金属的高耐性使其能存活于此类恶劣环境中, 因此在南非贵重金属矿区的废土稳固以及在重金属污染严重的农地上, 都可见到培地茅作为水土保持的应用, 至于清除土壤及污水中重金属的应用, 目前澳洲已有初步成果, 仍待进一步观察, 其潜力不容忽视。配合人造湿地技术, 美国农业部研究人员于 1999 年发表初步正面的报告, 数据显示培地茅可有效移除水中氮、磷酸根离子及磷酸等水质优氧化的祸源达 82% ~ 93%。

<sup>1</sup> 收稿日期: 2002-05-01  
作者简介: 王裕文, 男, 台湾大学农艺学系助理教授; 朱钧, 台湾大学农艺学系教授。

由目前全球实地应用的实例, 证明培地茅可广泛地适应于各类环境中, 所形成的草篱不仅提供水土保持的功能, 更可改善微气候条件, 促进邻近土壤中飘落或原有的种子发芽成长, 以及促进现有植物的生育; 应用于道路护坡上, 可减少泥沙对工程设施的破坏, 延长使用年限, 更进一步可改善水泥结构在视觉景观上的缺点。

台湾于 1999 年遭受“9·21”大地震的袭击, 中部南投地区发生严重走山移位的现象, 地表的森林等植被也在一夕之间被破坏殆尽, 表土崩落后, 被大量石砾及心土覆盖, 同时土体结构在强烈的压力之下, 发生震碎破裂的现象, 严重者发生液化现象。值此百年大害, 所产生的水土保持的问题也是空前的, 因为

- (1) 不仅裸露的土表需要快速建立植被;
- (2) 土表下的土壤结构也需要加以稳固;
- (3) 覆盖在地表的土壤为心土与石砾, 极度缺乏有机质, 将无法提供植物生长所需的养分及保水等一般的土壤缓冲能力。

在“农委会”颁行的“水土保持技术规范”中列举了百慕达草、百喜草、及巴拉草等草本植物作为植生工程的材料, 这些植物物种都需要相当的土壤肥力以支持其生长, 对于此类严重破坏地区, 可能无法适应。相对地, 培地茅的高度环境适应性, 对于贫瘠土壤的耐性应可适用于此崩坍地, 同时培地茅快速生长所形成的地上部草篱, 可有效减缓土表径流, 地下部的根篱, 可有效稳固土壤, 是极佳的植生工程材料。

世界银行所推行的培地茅并未列入水土保持技术规范中, 主要原因是培地茅技术引进较晚。笔者于 1997 年 7 月起积极收集种原, 在国外种源方面, 先由美国农业部引进 13 种野生种子型培地茅, 再于 1998 年 11 月起自泰国引进无性繁殖品系 Ohito, 1999 年 7 月自美国佛罗里达州引进无性繁殖品系 Sunshine 等两个品系, 陆续完成检疫等法定程序, 目前仍积极与培地茅网络各成员国会员接洽, 希望引进全球各地无性繁殖系生态型种源。在台湾种源收集方面, 于 1999 年 4 月及 11 月分别自台中农业试验所种苗圃及梧栖白沙屯采集到两个本地无性繁殖系种原。采集自农试所的材料据悉已保存超过 20 年以上, 而白沙屯材料则已保存超过 40 年以上。2000 年 5 月在彰化沿海西滨采集到第 3 个台湾栽培品种, 详细引种年代已不可考。

虽然培地茅技术在世界银行的推动之下已有显著成果, 但在科学证据的累积方面, 则仍有待加强, 目前应用培地茅技术的国家多处于热带地区, 台湾地跨热带及亚热带地区, 加上高山林立, 使得台湾也拥有温带气候区, 此外台湾地区的日照量南北的强度与性质随着雨季及降雨型态的不同, 使得北部地区的日照量远小于南部地区, 在评估并发展以培地茅为中心的植生复育技术(Phytoremediation), 应用于台湾各类破坏地复育之可行性及效益同时, 必须对于培地茅适应于台湾的特有气候的条件加以了解。

做为植生复育的植物在利用上具有大面积栽培、管理粗放的潜在特性, 因此对于其在生态上的冲击, 是吾人不可忽视的课题。虽然台湾引进培地茅技术的时间较晚, 但是培地

茅存在台湾的时间估计应有百年以上, 推测应是在日据时代引进作为精油作物(essential oil crop)之用。因此培地茅在台湾可勉强列为已驯化的植物物种, 但却未在野外大量无限制地繁衍, 对于其成为顽草而严重危害生态系统的可能性并不大, 惟仍需资料佐证。培地茅网络组织在推广培地茅技术时, 也一再强调此一议题, 不断提醒使用者切勿使用有性繁殖种子型的培地茅。

培地茅的研究自 1997 年引种后, 本人即投入研究室内大量的人力物力等资源, 积极寻求合作进行各项相关试验研究工作, 目前已完成部分的成果, 整理如下。

## 2 培地茅种原收集

目前分类学者推测培地茅起源于印度, 分布于北印度的种源(北印度型, 野生型), 可产生种子, 并可藉此传播繁殖, 依据培地茅网络(vetiver network)的资料, 将之归为杂草型种原; 分布于南印度的种源(南印度型, 栽培型), 主要以分蘖芽繁殖, 不产生种子, 偶尔开花, 也不具稃性, 属于栽培型种原。

本研究室对于培地茅的引种绝未掉以轻心, 由第一件的国外申请输入案起, 就与“农委会动植物防疫检疫局”密切联系, 按照法定的程序进行文件申请、进口检疫及隔离观察, 乃至本土适应性上, 特别着重在生态冲击影响评估。

本研究室目前收集与保存的培地茅种原包括源自北印度地区的野生型及南印度地区的栽培型, 引种的纪录与官方文件字号如下。

1997 年透过农业试验所国家种原中心, 向美国农业部国家种原库索取取得 15 个野生型培地茅种原。种子发芽后繁殖共得 253 株单株。目前维持于本研究室种原保存与观察田区。

1998 年 11 月由泰国引进培地茅材料一批, 该批材料为分蘖植株, 经向“农委会动植物防疫检疫局”申请, 经“防检局”1998 年防检四字第 87102882 号“函同意并核发输入许可证(“87-P-4”), 由中正机场输入该批材料, 并经温室检疫后, 证实未带有穿孔线虫及茎线虫等防疫害虫, 在采取新生分蘖芽繁殖后, 原引进的植株于 1999 年 7 月会同“防检局”人员以高温高压方式销毁。

1999 年 4 月由美国德州引进材料一批, 该批材料为分蘖植株, 经向“农委会动植物防疫检疫局”申请, 经“防检局”1999 年防检四字第 88500774 号“函同意并核发输入许可证(“88-P-13”), 由中正机场输入该批材料, 后因运送处理不当, 致使该批死亡, 原引种材料于会同“防检局”人员相验后, 以高温高压方式销毁。

1999 年 7 月由美国佛罗里达州引进材料一批, 该批材料为分蘖植株, 经向“农委会动植物防疫检疫局”申请, 经“防检局”1999 年防检四字第 88500944 号“函同意并核发输入许可证(“88-P-14”), 由中正机场输入该批材料, 并经温室检疫后, 证实未带有穿孔线虫及茎线虫等防疫害虫, 在采取新生分蘖芽繁殖后, 原引进的植株于 1999 年 12 月会同“防检局”人员以高温高压方式销毁。

2001 年 5 月由澳洲引进材料一批, 该批材料为分蘖植

株,经向“农委会动物植物防疫检疫局”申请,经“防检局”2001 年防检四字第“901405488 号”函同意并核发输入许可证(“90-P-4”),由中正机场输入该批材料,并经温室检疫后,证实未带有穿孔线虫及茎线虫等防疫害虫,在采取新生分蘖芽繁殖后,原引进的植株于 2001 年 8 月会同“防检局”人员以高温高压方式销毁。

连同台湾各地采集的培地茅材料 3 个,目前共有栽培型品系 22 个,野生型种原 15 个。

3 培地茅逸出成为杂草的可能性评估

非原生(native)的生物物种,引入到新的地区,该生物对新环境的适应性是必须要加以研究的,一方面是为了引种成功,而另一方面则是害怕引种失败。引种成功与否,其判断的标准端视引种的目的而定。如果原本设定的目标是希望在特定的局限区域存活,但是引种后,此生物却可轻易的逸出设定的区域之外,虽然如此可以证明该生物对新引入的地区有优良的适应性,但是就引种目的而言,这是失败的。举诸台湾过去多年的引种经验,有许多失败的例子,如吸收重金属净水的布袋莲,牧草的爬拉草,马樱丹,大波斯菊及彭麒麟等。

一般植物物种的繁衍是透过种子的产生与传播,或是透过包括地下茎、走茎等营养体的爬行蔓延。在培地茅的种原中,属于利用种子繁殖的野生型北印度培地茅,本研究室利用海拔分部所提供的气候与温度组合等条件,评估其在台湾地区成为杂草的可能性,其主要目的在了解其存活及产生种子的能力,做为评估判定在台湾地区成为杂草的可能性。

3.1 野生型培地茅的杂草潜势

本研究利用台湾大学农学院农业试验场(近海平面)及台湾大学农学院山地农业试验场梅峰本场(海拔 2 100 m)及春阳分场(海拔 1 000 m)进行试验。

于 1998 年 7 月底,将野生型培地茅的植株,进行挖取,采集其分蘖,以 3 支分蘖为一束,分别种植于上列地点,未加人工灌溉辅助下,6 周后调查存活率,12 周后调查抽穗率。

结果资料显示,在台湾南投梅峰地区,六周后存活率为 52%,而在南投春阳地区则为 30%,在台北则为 99%。在本处理中属于高海拔的梅峰地区其温度类似温带气候,对于属于热带性植物的培地茅而言,存活率较低海拔地区低并不意外,但本处理中,属于中海拔的春阳地区其存活率却较高海拔的梅峰地区低,可归因于分蘖苗的延后种植,导致植株死亡所致。另一方面,就植株营养生长状态,高海拔地区植株没有明显生长,中海拔则有明显的生长,近海平面地区新分蘖芽数量粗估约为中海拔地区之 4~5 倍。配合资料调查之有效性,繁殖力以花穗数代表,高海拔处理无花穗出现,中海拔地区仅有少数植株有 1~2 支花穗产生,在近海平面地区 95% 植株产生花穗进入生殖生长。因此,野生型培地茅可以在台湾地区海拔 1 000 m 以下的地区存活生育。

在种子发芽率的调查方面,野生型的植株在台北台湾大学农业试验场所收集的种子,其平均稔实率可达 73%,所采取收集的种子发芽率可达 65%,单株植株在一个生长季节可产生的有效种子在 2 500 粒左右。

由上述野生型培地茅的海拔生育适应能力及种子产生

能力,推测野生型培地茅极具杂草的潜力,在台湾现地的应用,应极力避免。

3.2 栽培型培地茅的杂草潜势

本研究室利用台湾地区采集编号为 VVZ010 及引种的 VVZ009(原引种地品种名为 Ohit o)的两个栽培型培地茅,与上述野生型培地茅一同种植于相同的试验地点,观察的结果发现,其适应的范围与野生型培地茅相同。

植株在台北台湾大学农业试验场所收集的种子中,其平均稔实率低于 1.2% 以下,所采取收集的种子发芽率可达 90%,单株植株在一个生长季节可产生的有效种子在 20 粒左右。本结果与澳洲的结果有出入,澳洲的试验场所,进行连续 8 年的种子有效性评估,并未获取任何有效的种子。推测可能的原因为来自野生型花粉的污染或是不同栽培型培地茅间自交不和合性(self-incompatibility),本研究目前正利用相关的种子与 DNA 指纹分析技术探讨其原因。

培地茅栽培型与野生型品系,并无任何地上部走茎或地下茎发生。因此培地茅不致因营养体的爬行蔓生而转化成为杂草。栽培型培地茅的种子在本研究中发现有少量的结实率,但其种子量极少,且极可能是本试验操作过程中,花粉污染所致。因此,初步判定栽培型培地茅应不具有逸出成为杂草的潜力。

4 台湾地区区域适应性

台湾各地皆有水土保持等培地茅可以利用的场地,本研究利用台湾各地实地种植培地茅,观察培地茅的生育反应。所利用的品系为台湾地区采集编号为 VVZ010 及引种的 VVZ009(原引种地品种名为 Ohit o)的两个栽培型培地茅,每个试验地点种植培地茅的株数以 30 株为原则,但至少 10 株以上,种植的培地茅草苗预先利用分蘖苗,种植于砂质介质的 4 英寸黑色软盆至少达 6 周以上,植株种植后,并未施与任何人为辅助灌溉。

4.1 纬度分布适应性

试验地点分为北、中、南三区,地点分列如下:

- (1) 北区: 宜兰,台北,桃园。
- (2) 中区: 南投,彰化,花莲。
- (3) 南区: 台南,屏東。

种植后平均每隔两个月,亲自访查各试验地点,分别调查其成活率,发现在各个地点培地茅的成活率皆可达 95% 以上,植株的生育状况南部较北部快速,推断系因为气温高低差别所致。南部植株周年可开花,北部植株则在秋冬季节开花。

4.2 海拔分布适应性

试验地点选取如下:

- (1) 北部: 宜兰太平山区(中间解说站,翠峰林道 11 K 与 13.3 K 海拔约 2 000 m 左右)
- (2) 中部: 日月潭边(海拔约 800 m),南投雾社春阳地区(海拔约 1 000 m),南投梅峰地区(海拔约 2 100 m)

种植后平均每隔两个月,亲自访查各试验地点,分别调查其成活率,发现在中低海拔地点(800 m 及 1 000 m)培地茅的成活率皆可达 95% 以上,植株的生育状况中部较北部

快速,推断系因为日照量差别所致。在高海拔试验点梅峰地区的植株,虽然可存活,但并没有明显的生长。在太平山翠峰林道,11 K 试验点海拔略高于 2 000 m,植株存活率只达 50%,而且没有明显的生长,但在相邻的 13.3 K 试验点,海拔相差约 100 m,植株存活率可达 90%,且立地状况为石砾地,干旱缺水,相较于 11 K 的壤土土质,植株的生长状况约为中间解说站(海拔 800 m)的 40%,推断其原因在于日照量的差异,11 K 的试验点位于山凹中,日照时数明显低于位于向阳坡的 13.3 K 试验点。

4.3 特殊立地适应性

4.3.1 台湾西滨盐分地的适应性 台湾地区在西部滨海地区,冬季进入干季后,强劲的东北季风不仅带来低温风害,更夹带海上的盐分,因此一般滨海的景象多呈枯黄的景色。所造成的风蚀现象对于土壤的流失有明显的效应。试验地点列举如下:

- (1) 彰滨工业区内仑尾工业区、新兴区及鹿港工业区。
- (2) 云林四湖。
- (3) 台南布袋及七股地区。

上述各试验地点除了新兴区的成活率不佳,有待重新试验了解之外,成活率皆达 95% 以上。其中七股地区的试验点,承蒙台盐的协助,提供晒盐的蒸发池供试,培地茅的表现令笔者实证了国外的报导。

参考文献:

[ 1 ] 王裕文.绿色环保新尖兵——培地茅[ Z ].杂草学会 1999 年年会及会员大会特刊.1999.

[ 2 ] CIRIA. Use of vegetation in civil engineering[ M ]. N J Coppin & I G Richards, Editors. Lodeon. London: CIRIA/ Butterworths, 1990.

[ 3 ] Dafforn, M. Know your hedge vetiver: environmental concern about Vetiveria zizanioides[ A ]. Proc. First Int. Conf. on Chiang Rai, Thailand, Vetiver[ C ]. 1998, 293– 303.

[ 4 ] Dalton, P A, R J Smith, P N V Truong. Vetiver grass hedges for erosion control on a cropped flood plain: hedge hydraulics[ J ]. Agricultural Water Management, 1996, 31: 91– 104.

[ 5 ] Hengchaovanich, D Nilaweera, N S. An assessment of strength properties of vetiver grass roots in relation to slope stabilization[ A ]. Chiang Rai, Thailand, Proc. First Int. Conf. on Vetiver[ C ]. 1998, 153– 158.

[ 6 ] IBRD, Vetiver grass for soil and water conservation, land rehabilitation, and embankment stabilization[ M ]. R G Grimshaw, L Helfer, Editors. Washington, D C: IBRD/ World Bank, 1995.

[ 7 ] National Science Council. Vetiver grass: a thin green line against erosion[ M ]. Washington, D. C: National Academic Press, 1993.

[ 8 ] Rodriguez P O S. Hedgerows and mulch as soil conservation measures evaluated under field simulated rainfall[ J ]. Soil Technology, 1997, 11: 79– 93.

[ 9 ] Summerfelt, S T, Paul, R Adler, D M Glenn et al. Aquaculture sludge removal and stabilization within created wetlands [ J ]. Aquacultural Engineering, 1999, 19: 81– 92.

[ 10 ] Truong, P, D Baker. Vetiver grass system for environmental protection[ J ]. Pacific Rim Vetiver network. Technical Bulletin, 1998( 1 ).

[ 11 ] Wu, T H. Slope stabilisation[ A ]. Morgan, P C, Rickson, R J, Editors. In: Slope stabilisation and erosion control: a bioengineering approach[ M ]. London : F N Spon/Chapman and Hall. 1995.

[ 12 ] 培地茅网络网站 <http://www.vetiver.org/>.

[ 13 ] 台大农艺系草地研究室培地茅网页 <http://grassland.agron.ntu.edu.tw/vetiver.htm>.

4.3.2 泥岩地区适应性 泥岩地区为台湾恶劣的地理环境,植生绿化工作在此地区受到最严重的挑战,培地茅在泰国的泥岩地区,笔者亲自访视证明有效,但是其泥岩的条件尚不如台湾的严苛,台湾的泥岩的酸碱值高于 8.5 以上,有明显的盐斑见于表面,而泰国的泥岩酸碱值约为 6.5,因此培地茅在台湾地区的泥岩适应性仍有待了解。试验地点包括

- (1) 台南龙崎;
- (2) 高雄崇德等两地。

经过近一年的现地栽培,发现培地茅可以顺利的成活生长。

5 结论与建议

培地茅在台湾地区的适应性经研究室由 1997 年起至 2001 年共 5 年间,在台湾各地的实地试种结果发现培地茅,可在台湾地区海拔 1 000 m 以下的地区正常生长,海拔 2 000 m 以上的地区除非有足量的日照与适当的种植季节配合,否则有存活的困难,介于 1 000 到 2 000 m 海拔的地区,在中南部日照充足地区也可正常生长,在北部地区可生长,但生长速度略为缓慢。

野生型培地茅的可在台湾地区正常生育并且产生种子,有明显转变为杂草的顾虑,应严格限制野生型培地茅的利用。