

培地茅對於牧野植生及水土保持之影響⁽¹⁾

謝文彰⁽²⁾⁽³⁾ 陳建富⁽²⁾

收件日期：93 年 7 月 20 日；接受日期：93 年 9 月 30 日

摘 要

本試驗目的係利用培地茅草 (*Vetiveria zizanioides*) 改善沖刷牧野的水土保持與草原的復育。試驗的結果顯示，牧野參試之培地茅的農藝性狀，包括株高、葉數、莖徑、鮮草及乾物產量，均較恆春茅草 (*Imperata cylindrica*) 佳。種植兩種茅草之牧野試區土壤同屬中性 (pH 7.4~7.5)，有機質平均為 1.08 %，其他有效性磷及鉀、交換性鈣及鎂、錳與鐵含量，分別為 1、48、6342、1300、353 與 150 mg/kg。培地茅與恆春茅草之粗蛋白質含量並無差異；兩者之中洗纖維含量亦相同；酸洗纖維含量則以培地茅較低，分別為 48.1 % 及 50.1 %。兩草培植之根系生長，根長以培地茅較長；根徑以恆春茅草較粗；培地茅根鮮重及乾物產量較重。以培地茅較恆春茅草生長之覆蓋率高，其水土保持之效果較佳。培地茅栽培試區保有較高的土壤含水量，顯示培地茅較恆春茅草有較佳的土壤水分保持能力。兩種參試之水土保持草種，以種植培地茅試區之沖蝕程度較低，其水土保持之效果較佳。

關鍵詞：培地茅、茅草、覆蓋率、水土保持。

緒 言

草原永續經營近十年來已為各國所重視，尤其是水土保持草種栽植，對草原復育、畜牧區及山坡地農業休閒區之水土保持、水質淨化、環境景觀及品質等均有相當的影響。國內近年來山坡地之過度開發利用，已嚴重破壞水土保持、水資源與生態環境。

利用坡地農業開發技術 (Slope and Agricultural Land Technology, SALT) 來有效經營坡地農業，其主要目的在於維持坡地農業的永續生產 (Watson, 1995)；而畜牧業的永續經營，最大的意義在提高牧地的載牧力 (Okigbo, 1990)。McIntire (1989) 認為畜牧業在永續農業經營體系扮演一個重要的角色，它能減少土壤肥料及土壤的流失。而山坡地沖蝕地區栽植水土保持草種，對畜牧的發展及水土保持更形重要。

培地茅 (vetiver grass, *Vetiveria zizanioides*) 原產印度，1980 發展為水土保持之草類。此草於 1989 由台灣大學農藝系王裕文博士引進，目前在台灣除作為水土保持之試驗草種外，尚提供作為污染防治之試驗草種。由於培地茅之特殊植物特性，目前除利用在水土保持外，也用於土壤污染防治、

(1) 行政院農委會畜產試驗所研究報告第 1252 號。

(2) 行政院農委會畜產試驗所恆春分所。

(3) 通訊作者，E-mail: wchsieh@mail.tlri.gov.tw。

污水控制等工作，亦被視為有效且低價的重要自然資源。在泰國、澳洲及中國大陸已有很顯著的應用效果。培地茅係一種鬚根系巨大、強韌且無地下莖及匍匐莖之 C4 型禾草，一年可生長 3~4 公尺，可抵擋強速水流而不致倒伏。莖桿直立強勁，密植可形成草籬，有減緩水流及攔截泥土的功能。其他尚有如具有環境適應性廣、耐旱、耐淹水與抗病蟲害等特性。

本試驗的目的為比較培地茅與本地草種之水土保持效果，以作為牧野地水土保持草種選擇之參考。

材料與方法

I. 應用培地茅於牧野水土保持之實施方法：

- (i) 以 1/2500 公畝之盆栽種植帶根之培地茅與恆春茅草各 10 盆，每盆種植 3 株。種植八週後作各項農藝性狀調查。恆春茅草係一多年生之禾科當地草種，以種子繁殖，初期生長緩慢，次年即快速生長，可迅速繁殖。
- (ii) 以 $0.6 \times 0.6 \times 2$ m 之透明壓克力箱種植帶根之培地茅與恆春茅草各 2 箱，每箱種植 5 株，作草根系的生長與分佈調查：包括根長、根徑與根重。
- (iii) 在遭受嚴重沖蝕之牧野，種植帶根之培地茅、恆春茅草與不植草（對照組）三處理，三重覆，試區面積 5×20 m²，行株距為 50×20 cm，試驗採逢機完全區集設計（RCBD）。沖蝕試驗區均以帶狀鋁鐵片隔離分區，鋁鐵片嵌入土壤 20 cm，地面 40 cm，作為試區沖蝕調查。

II. 調查及分析項目：

- (i) 水土保持禾草種植之農藝性狀調查，包括株高、葉數、莖徑及每盆禾草鮮乾重。
- (ii) 草根系的生長與分佈調查：包括根長、根徑、根重。
- (iii) 草種植前之土壤化學性質包括有機質、全氮、有效性磷及鉀含量（中華土壤學會，1994）。
- (iv) 草種植前後之覆蓋率及植生組成，包括培地茅、恆春茅草、盤固草與雜草。
- (v) 產量及品質分析，於扦插種植 60 天後取樣分析，包括粗蛋白質（採用 Kjeldahl 法測定）、中洗及酸洗纖維含量（Goering and van Soest, 1970）。
- (vi) 利用土壤水分重量百分比測定草種植前後之土壤水分含量。
- (vii) 土壤沖蝕程度測定，每試區固定取樣一點，合計九點，觀測面積 5×20 m²=100 m²，於當年雨季結束後（91.11.20）作土壤沖蝕程度測定，測量項目包括沖蝕溝之深度及寬度。

結果與討論

I. 種植水土保持草種之牧野土壤化學性質

種植沖刷牧野之土壤化學性質如表 1 所示，所測之土壤同屬中性（pH 7.4~7.5），有機質平均為 1.08 %，其他有效性磷及鉀、交換性鈣及鎂、錳與鐵含量，分別為 1、48、6342、1300、353 與 150 mg/kg，綜合上述分析結果顯示，水土保持草種種植牧野土壤之有機質、有效性磷及鉀含量偏低，交換性鈣及鎂、錳與鐵含量則極為豐富。

II. 不同草種之農藝性狀

培地茅與恆春茅草以砂質壤土盆栽培植生長，其農藝性狀如表 2 所示，種植八週之培地茅的株高 116 cm，恆春茅草為 107 cm；每分蘖之葉數分別為 5.6 及 3.4；莖徑前者為 0.41 cm，後者為 0.29 cm；

盆栽生長之鮮草產量分別為 112.2 及 70.1 g/pot，乾物產量分別為 62.4 及 35.9 g/pot；綜合上述資料顯示，兩種參試之水土保持草種，以培地茅較恆春茅草生長為佳。

表 1. 大圓山試區土壤之化學性質

Table 1. Chemical properties of plots on Tayan hill

Plot	pH	O.M.	A.P	A.K	Ex. Ca	Ex. Mg	Fe	Mn
		%	mg/kg					
Vetiver	7.4	1.08	0	50	6317	1218	348	146
Imperata	7.4	1.06	1	46	6307	1298	344	156
Check	7.5	1.12	2	52	6402	1384	367	148
Mean		1.08	1	48	6342	1300	353	150

表 2. 培地茅與恆春茅草之生長農藝性狀與產量

Table 2. Agronomic characters of Vetiver and Imperata grasses

Grass	Plant height	Leaf number	Stem diameter	Fresh weight	Dry weight
	cm	no./tiller	mm	g/pot	g/pot
Vetiver	116 ^a *	5.6 ^a	4.1 ^a	112.2 ^a	62.4 ^a
Imperata	107 ^b	3.4 ^b	2.9 ^b	70.1 ^b	35.9 ^b

* a, b, c: mean in the same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

III. 不同參試草種的一般營養成分

參試培地茅與恆春茅草亦可當作牧草，其粗蛋白質含量前者為 3.57 %，後者為 3.56 %，兩者並無差異；兩草之中洗纖維含量亦相同，分別為 83.4 % 及 83.5 %；酸洗纖維含量則以培地茅較低，為 48.1 %，而以恆春茅草較高，為 50.1 %（表 3）。綜合以上試驗結果顯示，參試之培地茅與恆春茅草兩者雖可當作牧草，但均屬低品質的草類。水土保持草種的一般營養成分雖不是重要的分析項目，但仍然可提供作為參考之依據；綜合上述資料顯示，兩種參試之水土保持草種，以培地茅較恆春茅草之酸洗纖維為低，但均不適合作為優良品質之牧草。

IV. 培地茅與恆春茅草之根系生長

培地茅與恆春茅草以砂質土壤充填之壓克力培養箱栽植，壓克力培養箱並以黑色塑膠布包裹，使避免陽光照射，一年生培植之根系生長情形如圖 1 所示；根系之農藝性狀由表 4 顯示，根長以培地茅較長為 127.2 cm，恆春茅草為 53.3 cm；根徑以恆春茅草較粗為 2.7 mm，培地茅較細為 1.5 mm；培地茅根鮮重較重為 503.4 g / pot，恆春茅草較輕為 421.6 g / pot；根之乾物產量亦以培地茅較重為

125.2 g / pot，恆春茅草較輕為 113.5 g / pot；綜合上述結果顯示，雖然恆春茅草之根徑較粗，但根系生長性狀包括根長及根重，均以培地茅為佳，以水土保持草的目的著眼，培地茅較恆春茅草為優。Grimshaw（1994，1995）研究顯示，培地茅係一種鬚根系巨大強韌且無地下莖及匍匐莖，一年可生長 3~4 m，可抵擋強速水流而不致倒伏。

表 3. 培地茅與恆春茅草之一般營養成分

Table 3. The nutrient content of Vetiver and Imperata grasses

Grass	CP	NDF	ADF
	—%—		
Vetiver	3.57 ^{a*}	83.4 ^a	48.1 ^b
Imperata	3.56 ^a	83.5 ^a	50.1 ^a

CP: crude protein; NDF: neutral detergent fiber;

ADF: acid detergent fiber

* ^{a, b}: mean in the same column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

表 4. 培地茅與恆春茅草之根系生長之農藝性狀

Table 4. Agronomic characters of roots of Vetiver and Imperata grasses

Variety	Root height	Root diameter	Fresh weight	Dry weight
	cm	mm	g/pot	g/pot
Vetiver	127.2 ^{a*}	1.5 ^b	503.4 ^a	125.2 ^a
Imperata	53.3 ^b	2.7 ^a	421.6 ^b	113.5 ^b

* ^{a, b}: mean in the same column with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).



圖 1. 培地茅（下）與恆春茅草（上）之根系生長。

Fig. 1. Root characters of vetiver (lower) and Imperata grass (upper).

V. 培地茅對牧野植生之影響

培地茅與恆春茅草以試區栽培植生長，其覆蓋率如表 5 所示，對照區之雜草覆蓋率為 35.7 %，盤固草的覆蓋率為 64.3 %；培地茅試區的雜草覆蓋率為 21.5 %，培地茅的覆蓋率為 78.5 %；恆春茅草栽培試區的雜草覆蓋率為 81.9 %，恆春茅草的覆蓋率為 18.1 %；綜合上述資料顯示，兩種參試之水土保持草種，以培地茅較恆春茅草生長之覆蓋率高，其土表遭沖蝕機率較低，水土保持之效果較佳。Truong and Baker (1998) 報告指出，培地茅是一種覆蓋優良之草種，於 1980 年已發展為水土保持之草類。本試驗結果亦顯示，培地茅是一種覆蓋優良之草種。

表 5. 培地茅與恆春茅草之不同水土保持草種之覆蓋率

Table 5. Percentage of grass coverage in Vetiver and Imperata grasses plots

Sampling date	Check Plot		Vetiver Plot		Imperata Plot	
	Pangola	Weed	Vetiver	Weed	Imperata	Weed
	%					
91.05.02	64.3 ^{b*}	35.7 ^B	84.7 ^{a*}	15.3 ^C	6.4 ^c	93.6 ^A
91.06.26	65.1 ^b	34.9 ^B	87.4 ^a	12.6 ^C	9.8 ^c	91.2 ^A
91.10.01	64.5 ^a	35.5 ^B	63.5 ^a	36.5 ^B	38.2 ^b	61.8 ^A
Mean	78.5	21.5	78.5	21.5	18.1	81.9

* A, B and a, b: mean in the same line with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

VI. 水土保持草種種植土壤之土壤含水量

參試培地茅與恆春茅草之土壤含水量由表 6 得知，培地茅栽培試區保有較高的土壤含水量，且不同土壤深度之含水量均以深層（15~20 cm）較表層（5~10 cm）為高，分別為 23.6 % 及 20.8 %；而以恆春茅草栽培試區與對照組之土壤含水量較低，分別為 17.0 %，18.6 % 與 15.4 %，17.9 %；由以上結果顯示培地茅較恆春茅草有較佳的土壤水分保持能力。研究報告指出，培地茅由於特殊之植物特性，包括鬚根系巨大強韌，可抵擋強速水流而不致倒伏。莖桿直立強勁，密植可形成草籬，有減緩水流及攔截泥土的功能（Grimshaw, 1994；1995）。

表 6. 參試培地茅與恆春茅草試區之土壤含水量

Table 6. The water content of plot soil planting Vetiver and Imperata grasses

Plot	Soil depth (cm)	
	5~10	15~20
	%	
Vetiver	20.8 ^{a*}	23.6 ^a
Imperata	17.0 ^b	18.6 ^b
Check	15.4 ^c	17.9 ^b

* a, b: mean in the same line with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

VII. 培地茅與恆春茅草之水土保持能力

培地茅與恆春茅草以牧野試區栽培植生長，其土壤沖蝕情形如表 7 所示，2002 年 1 至 11 月總降雨量為 1499.5 mm，培地茅試區的沖蝕深度與寬度為 8.2 及 4.5 cm；恆春茅草栽培試區為 14.5 及 8.4 cm；不種草區間（對照區）為 26.4 及 15.7 cm；綜合上述資料顯示，兩種參試之水土保持草種，以種植培地茅試區之沖蝕程度較低，其水土保持之效果較佳。Truong and Baker (1998) 報告指出，培地茅在泰國、中國大陸、澳洲等地區廣泛栽植，是一優良水土保持草種，可防止水汩沖蝕。相關研究顯示 (National Research Council, 1993)，培地茅莖桿直立強勁，密植可形成草籬，有減緩水流及攔截泥土的功能。

本試驗利用優良的水土保持禾草，期望作好沖刷牧野的水保與草原的復育，試驗的結論與建議如下：

- (i) 參試之培地茅與恆春茅草的農藝性狀，包括株高、葉數、莖徑、鮮草及乾物產量，均以培地茅生長較佳。
- (ii) 參試培地茅與恆春茅草之粗蛋白質含量並無差異 (3.57 %、3.56 %)；兩者之中洗纖維含量亦相同，分別為 83.4 % 及 83.5 %；酸洗纖維含量則以培地茅較低 (48.1 %、50.1 %)。
- (iii) 兩草培植生長之根系生長，根長以培地茅較長；根徑以恆春茅草較粗；培地茅根鮮重及乾物產量較重。
- (iv) 以培地茅較恆春茅草生長之覆蓋率高，其土表遭沖蝕機率較低。
- (v) 培地茅栽培試區保有較高的土壤含水量，顯示培地茅較與恆春茅草有較佳的土壤水分保持能力。
- (vi) 兩種參試之水土保持草種，以種植培地茅試區之沖蝕程度較低，其水土保持之效果較佳。

表 7. 培地茅與恆春茅草之土壤沖蝕情形

Table 7. The water-erosion of Vetiver and Imperata grasses plots

Treatment	Rainfall	Depth of erosion	Width of erosion
	mm	cm	
Vetiver plot	1499.5	8.2 ^{c*}	4.5 ^c
Imperata plot		14.5 ^b	8.4 ^b
Check		26.4 ^a	15.7 ^a

* a, b, c: mean in the same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

參考文獻

- 中華土壤肥料學會。1994。土壤分析手冊。pp. 307~317。
- Goering, H. J. and P. G. van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis. USDA ARS. Agric. Handbook No. 379.
- Grimshaw, R. G.(ed.) 1995. Vetiver Grass for Soil and Water Conservation. World Bank Technical Paper No. 173, Washionton, D. C., USA.
- Grimshaw, R. G.(ed.) 1994. Vetiver Grass - Its Use for Slope and Structures Stablilization under Tropical and Semi-tropical Conditions. In: Vegetation and Slopes, Institution of Civil Engineers, London.
- McIntire, J. 1989. Crop-livestock interactions affecting soil fertility in Sub-Saharan Africa. In: Summary Report of the Animal Agriculture Symposium: Development Priorities towards the Year 2000. Washington, D. C., USA.
- National Research Council. 1993. Vetiver Grass: A Thin Green Line against Erosion. National Academy Press, Washington, D. C., USA.
- Okigbo, B. N. 1990. Sustainable agricultural systems in tropical Africa. In:Sustainable Agricultural Systems, C. A. Edwards *et al.*(eds). Soil and Water Conservation Society, Iowa, USA.
- Truong, P. and D. Baker. 1998. Vetiver Grass for Slope Stablilization and Erosion Conrol. Tech. Bull. No. 1998/2, PRVN, RDPB, Bankok, Thailand.
- Truong, P. and D. Baker. 1998. Vetiver Grass System for Environmental Protection. Tech. Bull. No. 1998/1, PRVN, RDPB, Bankok, Thailand.
- Watson, H. R. 1995. The development of sloping agricultural land technology (SALT) in the Philippines. I. SALT for slopeland crop-based agriculture. Food & Fertilizer Tech. Center (ed.) Extension Bulletin 400: 1~9.
- Watson, H. R. 1995. The development of sloping agricultural land technology (SALT) in the Philippines. II. SALT for sustainable livestock production. Food & Fertilizer Tech. (ed.) Center Extension Bulletin 400: 11~17.

Effects of Vetiver grass on vegetation and water-soil conservation of range⁽¹⁾

Wein-Chang Hsieh⁽²⁾ and Jen-Fu Chen⁽²⁾

Received : July 20, 2004 ; Accepted : Sep. 30, 2004

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of Vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) on vegetation of range and water-soil conservation. The results showed as follow: Agronomic characters of Vetiver grass including plant height, leaf number, stem diameter, grass and dry matter yield were better than Imperata grass. The soil of range had mid pH value (pH 7.4~7.5), low content of organic matter (1.08 %), low content of available phosphorus (1 mg/kg) and available potassium (48 mg/kg), high content of exchangeable calcium (6342 mg/kg), magnesium (1300 mg/kg), manganese (353 mg/kg) and iron (150 mg/kg). The content of crude protein and neutral detergent fiber of Vetiver and Imperata grass had no significant difference, however, the content of acid detergent fiber of Vetiver grass was lower than Imperata grass. The growth of roots of Vetiver grass was better than Imperata grass, including root length, root fresh and dry matter weights. The coverage of Vetiver grass was higher than that of Imperata grass. The soil water content of Vetiver grass plot was higher than the Imperata grass. The Vetiver grass had higher water conservation ability and water erosion in Vetiver grass was less than that in Imperata grass.

Key words : Vetiver grass, Imperata grass, Coverage, Soil and water conservation.

(1) Contribution No.1252 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Hengchun Branch, COA-LRI, Pingtung, Taiwan, R.O.C.

(3) The corresponding author. E-mail: wchsieh@mail.tlri.gov.tw