

盤固草山坡地改良效益之探討⁽¹⁾

林正斌⁽²⁾ 張世融⁽²⁾ 盧啟信⁽²⁾⁽³⁾ 李姿蓉⁽²⁾

收件日期：105 年 3 月 21 日；接受日期：105 年 5 月 30 日

摘 要

為探討多年生盤固草 (*Digitaria decumbens* Stent.) 地改良的方法，利用種植超過 10 年坡度 30 度之多年生盤固草地，分為兩組：非連續改良 (第 1 年進行改良處理，第 2 年不進行改良處理) 及連續二年改良 (第 1 年進行改良處理，第 2 年繼續進行改良處理)，每組處理則以不改良之盤固草地為對照 (CK)、施用 800 kg/ha 有機肥 + 迴轉犁 (有迴，OFRC)、每分鐘 1,600 轉迴轉犁 (迴，RC)、80 kg/ha 青皮豆 (*Glycine max*) + 迴轉犁 (青迴，SRC) 及 40 kg/ha 太陽麻 (*Crotalaria juncea* L.) + 迴轉犁 (太迴，SHRC)，小區行長 50 公尺，寬 2.5 公尺，試驗採逢機完全區集設計 (randomized completely block design, RCB)，3 重複，約每 90 天收穫一次，調查乾草產量、分析植體與土壤成分，並比較連續收穫七次之淨收益。結果顯示，非連續二年改良組：共七次收穫產量最高為 SHRC 處理，達 53.62 公噸 / 公頃，最低為 RC 處理達 44.53 公噸 / 公頃。連續二年改良組，七次收穫產量最高為 SHRC 處理之 54.28 公噸 / 公頃，RC 處理最低為 44.77 公噸 / 公頃。綜合三年共七次收穫，連續二年改良之產量較非連續二年改良產量高，但實際之經濟效益確以非連續二年改良較連續改良為高，且非連續改良之 SHRC 處理淨收入 143,836 元最高。較 CK 為 140,896 元高。植體成分以含有青皮豆或太陽麻之牧草植體粗蛋白質 (crude protein, CP) 較高外，其餘處理之植物體成分及土壤成分差異均不顯著。綜合上述結果，盤固草山坡地三年翻犁一次種植太陽麻處理之淨收入最高，而連續二年改良之淨效益會因機械等支出使淨收入減少。

關鍵詞：盤固草、多年生、草地改良。

緒 言

多年生牧草地常因各式農機具終年往復耕地作業，導致土壤質地劣化，使牧草生育情形變弱，產量與品質逐漸下降。改良多年生牧草地宜針對地力之恢復著手，農業機械在牧草地建立及更新上使用甚多，如推土機、曳引機、鬆土扒及迴轉犁等 (尤，1978；謝，1979a, b；鄭等，1988a, b)，尤其迴轉犁最常被利用，其主要功用翻犁土壤。金 (1990) 指出翻犁是牧草地更新之方法之一，其可改善土壤物理性質，增加通氣性，也藉由打散土壤團聚物使保水力提高，增加有機物之礦物化及被植物利用。盤固草是臺灣主要的牧草栽培種之一 (蕭等，2010)，至 103 年臺灣地區共栽培 2,727 公頃，鮮草產量達 183,906 公噸 (行政院農業委員會，2014)，平均年鮮草產量每公頃達 67.43 公噸 / 公頃 (乾草約 13.48 公噸 / 公頃)，其主要為提供臺灣酪農業及乳羊業者調配 TMR 飼料之用。但盤固草牧草地常因各式農機具終年往復地作業，導致土壤質地劣化，使牧草生產力降低，產量與品質逐漸下降，依行政院農業委員會畜產試驗所多年經驗，若 10 年牧草地未更新或改良，則牧草每公頃年乾草產量僅剩約 10 公噸 / 公頃以下。而改良多年生牧草地，可嘗試藉由改善土壤理化性質或種植豆科牧草改良地力著手。豆科植物具有較高的蛋白質，且其根具有固氮能力，可增加土壤肥力 (吳及連，2004)。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2458 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所飼料作物組。

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

大豆在 20 世紀初期就被視為優良的芻料作物 (Hackleman, 1924)，且溫帶地區也已陸續育成芻料的專屬品種 (Bilgili *et al.*, 2005)，國內芻料研究學者亦著重豆科作物在綠肥利用 (吳及連, 2004) 及豆科牧草植物體品質快速分析方面之研究 (朱等, 2015)。學者利用禾、豆混植藉以增加牧草產量 (金, 1998; Lithourgids *et al.*, 2011)，如豌豆與埃及三葉草混植 (Blaser *et al.*, 2007; Lithourgids *et al.*, 2006)。另外亦利用禾、豆混植，讓微生物固氮作用提供氮素供牧草地利用 (陳等 2010a; b)。林等 (2015) 亦曾利用平地盤固草地，混作不同豆科作物，探討對土壤改良及收益之影響。因此，本試驗主要探討在不重種牧草影響農民收益前題下，是否可以透過不同耕作方式，改善多年生牧草地力，且增加牧草產量之改良方法。

材料與方法

本試驗利用栽種超過 10 年之山坡地，坡度超過 30 度之多年生盤固草地。分成：非連續改良 (第 1 年進行改良處理，第 2 年不進行改良處理)；連續二年改良 (第 1 年進行改良處理，第 2 年進行改良處理) 二小組，進行改良之研究，參試處理包括：對照組 (盤固草地不改良, control, CK)、有機肥 (800 kg/ha 福壽牌有機肥 7 號 + 迴轉犁 1,600 rpm) (有迴, organic fertilizer with rotary cultivator, OFRC)、迴轉犁 (曳引機強鹿牌 6310 型) 1,600 rpm (迴, rotary cultivator, RC)、青皮豆 (*Glycine max*) 80 kg/ha + 迴轉犁 1,600 rpm (青迴, soybean with rotary cultivator, SRC) (先將 80 kg/ha 之青皮豆撒於盤固草試驗區中，再以 1,600 rpm 轉速之迴轉犁將盤固草及青皮豆翻犁入土中)、太陽麻 (*Crotalaria juncea* L.) 40 kg/ha + 迴轉犁 1,600 rpm (太迴, sun hemp with rotary cultivator, SHRC) (圖 1)。試驗期間不施化學肥料，試驗採逢機完全區集設計 (randomized completely block design, RCBd)，3 重複，每處理小區長 50 公尺、寬 2.5 公尺，並進行下列調查：

I. 盤固草地改良對乾草產量之影響

生育期約 90 日時，收割曬乾約 5 日，待水分降至 15 % 以下時，以打包機 (廠牌 VICON，機型：MODEL RF125) 打包，調查每小區之乾草重量。

II. 盤固草地改良對植物體成分之影響

上述乾草打包時並進行取樣，每處理取樣品 2 包，共 30 包，進行植體成分分析：經 60℃ 烘乾至恆重，磨成細粉後保存於乾燥室溫的環境下備用，分析粗蛋白質 (crude protein, CP)、水溶性碳水化合物 (water soluble carbohydrate, WSC)、酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF)、中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF) 等。分析方法如下：CP 係利用 Kjeldahl method，定量全氮，再乘以 6.25。ADF 係將樣品加入酸洗液 (acid detergent solution)，每公升 1 N H₂SO₄ 加入 20 克溴化十六基三甲基銨 (hexadecyl trimethylammonium bromide)，以蘇氏迴流器迴流 1 小時，以熱水及丙酮沖洗濾渣各 4 次，100℃ 烘乾，剩下之重量即 ADF。NDF 係將樣品加入中洗液 (neutral detergent solution)，以蘇氏迴流器迴流 1 小時，以熱水及丙酮沖洗濾渣各 4 次，經 100℃ 烘乾後，剩下之重量即 NDF；磷、鉀、鈣、鎂含量分析係以硫酸及過氧化氫分解至澄清後，磷以鉬藍法 (Olsen and Dean, 1965) 比色測定，K、Ca、Mg 以原子吸光儀測定 (Thomas, 1985)。

III. 盤固草地改良對土壤成分之影響

種植前及乾草打包後，進行土壤取樣，每處理逢機挖取土壤樣品 2 包，每小組共 30 包，進行土壤 pH、N、P、K、Ca、Mg、有機質含量 (organic matter content, OM) 及土壤電導度 EC 值 (Olsen and Dean, 1965; Thomas, 1985) 等分析。

IV. 盤固草地改良經濟效益之比較

待試驗進行至三年共七次收穫後，以乾草收入 (以每公斤 5.3 元計價)、人力及打包機代收獲費用 (以目前市面上現行之每公斤乾草以 2.5 元估算為機械之代工費) 及資材 (青皮豆及太陽麻每公斤約 20 元、有機肥料每公斤 12.5 元) 支出等，估算各處理之總收益，並比較淨收益之差異。



圖 1. 山坡地盤固草地改良田間管理情形。

A. 撒播豆科種子；B. 水車灌溉；C. 太陽麻生長；D. 乾草收穫

Fig. 1. The improvement and cultivation management of perennial pangolagrass pasture.

A. Sowing of legume seeds, B. Irrigation of pasture, C. Growth condition of sun hemp, D. Harvest of hay

結果與討論

I. 盤固草地改良對乾草產量之影響

(i) 非連續二年改良：

多年生之山坡地牧草地於播種後生育約 90 日後，調查乾草產量顯示，第一次收穫以對照 (CK) 產量最高，達 11.27 公噸 / 公頃，其次為太迴 (SHRC) 之 8.66 公噸 / 公頃及施用有機肥 (OFRC) 的產量達 8.26 公噸 / 公頃，迴 (RC) 處理乾草產量較低僅 6.62 公噸 / 公頃 (表 1)，第二次收穫則以青迴處理產量達 16.55 公噸 / 公頃最高，與 CK 之 16.41 公噸 / 公頃無顯著差異，太迴亦有 15.63 公噸 / 公頃，最低仍為迴處理之 13.60 公噸 / 公頃。由山坡地種植豆科植物顯示，青皮豆及太陽麻其發芽勢強、生長快速及生物量高。學者 Hackleman (1924) 及朱等 (2014) 均指出豆科作物可固氮，提供下一次作物養分所需。本試驗山坡地第一次種植青皮豆及太陽麻，則乾物產量分別達 0.43 及 0.76 公噸 / 公頃，且青皮豆及太陽麻二者間產量亦差異不大。第三次山坡地牧草收穫，產量以太迴處理之產量達 6.25 公噸 / 公頃最高，其次為青迴處理之 6.05 公噸 / 公頃，最差為 CK 處理之 5.14 公噸 / 公頃，第五、六及七次收穫亦以 CK 處理產量最低。上述第二次收穫後產量之增加的可能原因如學者指出，豆科綠肥作物可與根瘤菌共生，能固定空氣中的游離氮素，可大大增加土壤中的氮含量，對需氮較多的作物幫助較大 (吳及連，2004；陳等，2010a, b)，故青迴及太迴處理之產量增加。

(ii) 連續二年改良：

自第二年繼續改良處理之後，第四次收穫以太迴處理之 8.19 公噸 / 公頃最高 (表 1)，其中太陽麻為 1.20 公噸 / 公頃，青迴處理為 7.13 公噸 / 公頃，青皮豆為 0.48 公噸 / 公頃，最差為迴 (RC) 處理為 6.06 公噸 / 公頃，迴處理雖然資材投入不多，但效果自翻犁後下一次之收穫亦有改善，此結果可能與金 (1990) 指出迴轉犁可

破壞土壤表面，改善土壤之理化性質有關。第五次收穫則處理間產量差異不大，青迴較高約 6.94 公噸 / 公頃，而 CK 處理則亦有 6.10 公噸 / 公頃，且產量經統計分析差異不顯著，第六次及第七次均以對照處理之產量最低，分別只有 4.16 及 2.40 公噸 / 公頃。由種植豆科植物顯示，為青皮豆及太陽麻其發芽勢強、生長快速及生物量高 (Hackleman, 1924；朱等，2014)。吳及連 (2004) 指出太陽麻及大豆生長忌水，需注意排水。而磐固草亦不耐浸水，故兩種草種混種對農民於栽培管理上亦較方便。金 (1998) 亦指出禾豆混植可增加牧草產量，而其原因可能如學者陳等 (2010，a；b) 指出的，禾豆混值可讓微生物固氮作用，提供氮素供牧草地利用。

表 1. 山坡地盤固草地不同改良處理之乾草產量

Table 1. The yield of pangolagrass hay under different pasture improvement

Harvest time	Yield	Treatment				
		CK&	OFRC	RC	SRC	SHRC
Discontinued improvement (ton/ha)						
1 st	Legume	-----	-----	-----	0.43 ^a	0.76 ^a
	Hay	11.27 ^a	8.26 ^{ab}	6.62 ^c	6.77 (7.20 ^b)	7.90 (8.66 ^b)
2 nd	Hay	16.41 ^a	14.50 ^{ab}	13.60 ^b	16.55 ^a	15.63 ^{ab}
3 rd	Hay	5.14 ^b	5.76 ^{ab}	5.55 ^{ab}	6.05 ^a	6.25 ^a
4 th	Hay	6.52 ^b	6.81 ^{ab}	6.95 ^{ab}	7.70 ^a	8.10 ^a
5 th	Hay	4.70 ^b	5.71 ^a	5.11 ^{ab}	5.70 ^a	6.09 ^a
6 th	Hay	2.68 ^c	3.08 ^b	3.13 ^b	3.73 ^a	4.18 ^a
7 th	Hay	3.60 ^b	3.65 ^b	3.57 ^b	4.55 ^a	4.71 ^a
	Total	50.32 ^b	44.77 ^c	44.53 ^c	51.48 ^{ab}	53.62 ^a
Continued improvement (ton/ha)						
1 st	Legume	-----	-----	-----	0.43 ^a	0.76 ^a
	Hay	11.27 ^a	8.26 ^{ab}	6.62 ^b	6.77 (7.20 ^b)	7.90 (8.66 ^{ab})
2 nd	Hay	16.41 ^a	14.50 ^{ab}	13.60 ^b	16.55 ^a	15.63 ^{ab}
3 rd	Hay	5.14 ^b	5.76 ^{ab}	5.55 ^{ab}	6.05 ^a	6.25 ^a
4 th	Legume	-----	-----	-----	0.48 ^b	1.20 ^a
	Hay	7.61 ^{ab}	7.73 ^{ab}	6.06 ^c	6.70 (7.13 ^b)	6.99 (8.19 ^a)
5 th	Hay	6.10 ^a	6.46 ^a	6.42 ^a	6.94 ^a	6.92 ^a
6 th	Hay	4.16 ^b	4.29 ^b	3.89 ^b	4.85 ^a	5.01 ^a
7 th	Hay	2.40 ^b	2.95 ^b	2.63 ^b	3.70 ^a	3.62 ^a
	Total	53.09 ^b	49.95 ^c	44.77 ^d	52.42 ^b	54.28 ^a

^{a, b, c} Means within the same row following with different superscript letters are significantly different ($P < 0.05$).

[&] CK: Control; OFRC: Organic fertilizer with rotary cultivator; RC: Rotary cultivator 1,600 rpm; SRC: Soybean with rotary cultivator; SHRC: Sun hemp with rotary cultivator.

II. 牧草地改良對植物體成分之影響

(i) 非連續二年改良：

在山坡地盤固草改良方面 (表 2)，第一次種植豆科後的第一次收穫之 CP 值均高於第二次收穫，且青迴及太迴之粗蛋白質 (CP) 高於其他處理，如青迴處理之 CP 為 6.62%、太迴之 CP 為 6.08%，而迴處理及 CK 處理僅 4.90%，且達 5% 顯著性差異，第二次至第七次因未有豆科，所以 CP 值則差異不大。

(ii) 連續二年改良：

第四次收穫因重種了青皮豆之青迴 (SRC) 處理及重種了太陽麻之太迴 (SHRC) 處理，所以太迴處理及青迴處

理之乾草植物體 CP 高於其他處理，如太迴 (SHRC) 之 CP 為 5.07%、青迴處理 (SRC) 之 CP 為 5.14%，但迴處理 (RC) CP 為 3.44%，CK 處理僅 3.32%，且統計達顯著性 5% 差異，顯示豆科牧草植體提供了 CP 的成分，如同非連續二年改良處理之結果，第二次至第七次因未有豆科植物體，所以 CP 值則差異不大且未達顯著性差異。Bilgili *et al.* (2005) 指出豆科牧草之 CP 值均高於禾本科之牧草，吳和連 (2004) 亦指出豆科作物之 CP 均高達 10 – 20%，因此與盤固草混植，一起收穫可提升乾草之 CP 值，其他次收穫之大部分植物體成分差異不大。

表 2. 山坡地盤固草地不同改良收穫之植體分析

Table 2. The chemical contents of pangolagrass hay grown under different pasture management

Harvest time	Treatment	CP [@]	P	K	Ca	Mg	WSC	NDF	ADF
-----%-----									
Discontinued improvement									
Jul. 2012 1 st	CK ^{&}	4.90 ^c	0.93 ^a	1.71 ^a	0.12 ^a	0.23 ^a	8.90 ^a	64.71 ^a	35.90 ^a
	OFRC	5.44 ^b	0.92 ^a	1.73 ^a	0.13 ^a	0.23 ^a	8.80 ^a	64.51 ^a	35.40 ^a
	RC	4.90 ^c	0.91 ^a	1.80 ^a	0.14 ^a	0.23 ^a	8.26 ^a	66.38 ^a	35.80 ^a
	SRC	6.62 ^a	0.90 ^a	1.90 ^a	0.12 ^a	0.21 ^a	8.70 ^a	64.70 ^a	36.15 ^a
	SHRC	6.08 ^{ab}	0.90 ^a	1.81 ^a	0.11 ^a	0.24 ^a	7.19 ^a	66.49 ^a	37.18 ^a
Sep. 2014 7 th	CK ^{&}	6.72 ^a	1.45 ^a	1.20 ^a	0.06 ^a	0.23 ^a	3.45 ^a	71.32 ^a	39.96 ^a
	OFRC	6.62 ^a	1.48 ^a	1.25 ^a	0.06 ^a	0.24 ^a	4.04 ^a	69.16 ^a	39.92 ^a
	RC	5.37 ^a	1.46 ^a	0.98 ^a	0.07 ^a	0.15 ^a	6.48 ^a	70.59 ^a	38.72 ^a
	SRC	6.54 ^a	1.45 ^a	1.11 ^a	0.08 ^a	0.13 ^a	4.61 ^a	69.91 ^a	38.43 ^a
	SHRC	6.71 ^a	1.44 ^a	1.12 ^a	0.07 ^a	0.20 ^a	4.53 ^a	70.28 ^a	39.51 ^a
Continued improvement									
Jun. 2013 4 th	CK ^{&}	3.32 ^c	0.09 ^a	0.63 ^a	0.07 ^a	0.19 ^a	13.32 ^a	63.79 ^a	40.47 ^a
	OFRC	4.12 ^b	0.11 ^a	0.64 ^a	0.07 ^a	0.19 ^a	11.76 ^a	64.51 ^a	39.36 ^a
	RC	3.44 ^c	0.09 ^a	0.59 ^a	0.04 ^a	0.17 ^a	12.21 ^a	64.17 ^a	37.01 ^a
	SRC	5.14 ^a	0.09 ^a	0.61 ^a	0.06 ^a	0.20 ^a	7.77 ^a	63.00 ^a	37.06 ^a
	SHRC	5.07 ^{ab}	0.10 ^a	0.76 ^a	0.08 ^a	0.22 ^a	12.72 ^a	65.56 ^a	41.39 ^a
Sep. 2014 7 th	CK ^{&}	6.28 ^a	1.50 ^a	1.19 ^a	0.07 ^a	0.21 ^a	4.58 ^a	67.53 ^a	40.32 ^a
	OFRC	5.91 ^a	1.52 ^a	1.12 ^a	0.07 ^a	0.21 ^a	5.16 ^a	68.25 ^a	38.71 ^a
	RC	6.05 ^a	1.47 ^a	1.12 ^a	0.09 ^a	0.19 ^a	5.35 ^a	67.57 ^a	38.03 ^a
	SRC	5.29 ^a	1.45 ^a	1.19 ^a	0.08 ^a	0.22 ^a	5.59 ^a	68.11 ^a	39.02 ^a
	SHRC	6.93 ^a	1.41 ^a	0.96 ^a	0.10 ^a	0.24 ^a	3.01 ^a	69.64 ^a	40.95 ^a

[@] CP : Crude protein, WSC : Water soluble carbohydrate, NDF : Neutral detergent fiber, ADF : Acid detergent fiber

[&] As shown in Table 1.

^{a, b, c} As shown in Table 1.

III 盤固草地改良對土壤成分之影響

試驗前先取土壤樣品進行任何處理前之土壤分析如表 3。結果顯示各組處理之試驗區土壤營養元素組成成分差異不大，小區土壤成分均未達 5% 顯著性差異 (表 3)，故土壤營養元素組成成分應不會影響後續試驗之準確性。

(i) 非連續二年改良：

山坡地之土壤分析 (表 4) 顯示，第一次收穫之 pH 為 5.29 至 5.50，第七次收穫後則為 5.22 至 5.51，EC 值介於 120.38 至 160.26 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，第七次介於 80.56 至 100.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，且與其他土壤成分差異均不明顯，第三次收穫至第七次收穫，除青迴及太迴之 K 有些差異外，土壤大部分成分均未達顯著性差異。

(ii) 連續二年改良：

連續二年改良之土壤 pH 則由第四次之 4.79 至 5.22，其中青迴及太迴之 pH 值最低達 5% 顯著差異外，其餘處理差異不大，第七次 pH 則介於 5.19 至 5.37 未達 5% 顯著差異；EC 值則以第四次收穫之 EC 值最高達

153.32 至 304.83 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ，第七次 55.08 至 94.96 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ，數值有逐漸減少趨勢，但未達顯著性差異，其他土壤成分亦未達顯著差異。謝等 (2003) 指出，適合植物生長之 EC 值為 $\leq 2,000 \mu\text{s}/\text{cm}$ ，超過 4,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 時會影響作物生長，甚至死亡。表 4 亦顯示非連續二年改良及連續二年改良各處理後並未明顯改變土壤之 EC 值及成分。

表 3. 山坡地盤固草地改良種植前之土壤分析

Table 3. Soil nutrients analysis before different pangolagrass pasture improvement

Sampling date	Treatment	pH	EC	N	P	K	Ca	Mg	OM
			$\mu\text{s}/\text{cm}$	%	-----ppm-----				%
Before experiment	CK ^{&}	5.40 ^a	137.60 ^a	0.24 ^a	2.48 ^a	193.5 ^a	558.45 ^a	295.00 ^a	4.35 ^a
	OFRC	5.31 ^a	123.55 ^a	0.19 ^a	2.19 ^a	177.5 ^a	470.10 ^a	278.75 ^a	2.93 ^a
	RC	5.45 ^a	80.45 ^a	0.16 ^a	3.55 ^a	139.0 ^a	533.70 ^a	223.75 ^a	2.66 ^a
	SRC	5.63 ^a	64.90 ^a	0.15 ^a	5.67 ^a	139.0 ^a	579.60 ^a	230.00 ^a	2.27 ^a
	SHRC	5.17 ^a	54.15 ^a	0.13 ^a	1.58 ^a	172.0 ^a	316.35 ^a	291.25 ^a	1.60 ^a

[&] As shown in Table 1.

[©] EC: Electronic conductivity; OM: Organic matter content.

表 4. 山坡地多年生牧草地更新收穫後之土壤特性分析

Table 4. Changes of soil nutrients analysis under different pangolagrass pasture improvement

Sampling date	Treatment	pH	EC [©]	N	P	K	Ca	Mg
			μs/cm	%	-----ppm-----			
Discontinued improvement								
Jul.2012 1 st	CK ^{&}	5.43 ^a	160.26 ^a	0.12 ^a	2.25 ^a	83.25 ^a	581.82 ^a	239.70 ^a
	OFRC	5.43 ^a	138.70 ^a	0.12 ^a	2.34 ^a	80.83 ^a	670.92 ^a	251.09 ^a
	RC	5.50 ^a	126.53 ^a	0.17 ^a	1.70 ^a	75.90 ^{ab}	585.80 ^a	262.23 ^a
	SRC	5.32 ^a	120.38 ^a	0.18 ^a	1.50 ^a	64.80 ^{bc}	569.80 ^a	181.70 ^a
	SHRC	5.29 ^a	126.57 ^a	0.16 ^a	1.82 ^a	58.80 ^c	580.28 ^a	180.26 ^a
Sep.2014 7 th	CK	5.42 ^a	100.00 ^a	0.13 ^a	1.80 ^a	124.50 ^a	569.85 ^a	380.00 ^a
	OFRC	5.22 ^a	84.70 ^a	0.12 ^a	2.74 ^a	283.50 ^a	566.25 ^a	368.75 ^a
	RC	5.51 ^a	80.56 ^a	0.12 ^a	1.79 ^a	85.43 ^a	520.65 ^a	354.16 ^a
	SRC	5.32 ^a	89.00 ^a	0.13 ^a	2.20 ^a	103.70 ^a	522.50 ^a	354.58 ^a
	SHRC	5.25 ^a	74.66 ^a	0.12 ^a	1.98 ^a	111.16 ^a	447.20 ^a	310.00 ^a
Continued improvement								
Jun.2013 4 th	CK	5.22 ^a	165.42 ^a	0.17 ^a	2.00 ^a	66.30 ^a	495.25 ^a	201.08 ^a
	OFRC	4.90 ^b	304.83 ^a	0.17 ^a	2.20 ^a	61.95 ^a	429.55 ^a	219.33 ^a
	RC	5.02 ^{ab}	153.32 ^a	0.14 ^a	1.91 ^a	61.00 ^a	376.00 ^a	156.08 ^a
	SRC	4.87 ^b	191.00 ^a	0.14 ^a	2.99 ^a	51.55 ^a	386.85 ^a	110.42 ^a
	SHRC	4.79 ^b	259.63 ^a	0.14 ^a	1.64 ^a	43.65 ^a	420.60 ^a	126.25 ^a
Sep.2014 7 th	CK	5.19 ^a	94.96 ^a	0.15 ^a	1.28 ^a	66.00 ^a	497.35 ^a	281.25 ^a
	OFRC	5.37 ^a	73.50 ^a	0.14 ^a	1.25 ^a	92.91 ^a	566.65 ^a	260.83 ^a
	RC	5.31 ^a	55.08 ^a	0.13 ^a	1.23 ^a	69.88 ^a	398.55 ^a	291.66 ^a
	SRC	5.30 ^a	88.48 ^a	0.14 ^a	1.28 ^a	100.40 ^a	437.25 ^a	282.08 ^a
	SHRC	5.37 ^a	72.01 ^a	0.14 ^a	1.36 ^a	114.36 ^a	422.90 ^a	327.50 ^a

[&] As shown in Table 1.

[©] As shown in Table 3.

IV. 盤固草地改良經濟效益比較

由表 5 顯示，在非連續二年改良方面，除 CK 外，其餘處理之曳引機機械費支出為 4,500 元，連續二年改良則為 9,000 元，但資材方面以有機肥組 (OFRC) 最貴 3 年達 20,000 元。以每公斤 12.5 元計算非連續二年改良組，1 公頃即需有機肥料 10,000 元，連續二年改良肥料費用高達 20,000 元，併入需要人力協助施肥每人每次每公頃計 1,000 元，非連續二年改良之人力費用支出為 1,000 元；連續二年改良則為 2,000 元。而 CK 處理之人力資材總支出均為 0 元。綜合表 5 之人力、資材及曳引翻田費用總支出，非連續二年改良為有迴處理最高達 15,500 元，連續二年改良亦達 31,000 元，顯示有迴處理投入成本偏高，就乾草總產量而言，以青迴及太迴處理之產量較高，如非連續二年改良青迴處理七次總產量 51.48 公噸 / 公頃，太迴為 53.62 公噸 / 公頃最高；連續二年改良青迴為 52.42 公噸 / 公頃、太迴處理為 54.28 公噸 / 公頃最高，此結果如吳及連 (2004) 所指出豆科作物可固氮並提供給下期作物氮肥所需，並增進產量之結果相同。但以每公斤乾草 2.5 元之市場行情價做為乾草打包之代工費用。非連續二年改良之青迴處理乾草收入 272,844 元必須支付總費用 135,800 元，太迴處理乾草收入 284,186 元，必需支付總費用 140,350 元；連續二年改良太迴處理乾草收入 287,684 元必須支付收穫總費用 146,550 元。因此，在七次收穫淨收益 (表 6) 顯示非連續二年改良以太迴處理最高達 143,836 元，其次為 CK 140,896 元。在連續二年改良則以 CK 之淨收益最高為 148,652 元，其次為太迴處理之 141,134 元，顯示連續二年改良增產之收益被機械資材及人力費用抵耗掉。林等 (2015) 之報告中亦有相同的結果，林等指出平地多年生牧草地之改良可於二年翻犁一次，並種植青皮豆或太陽麻原豆科可增加收益。

表 5. 山坡地盤固草地七次改良及收穫機械支出

Table 5. Expenditure of seven times of harvest on pangolagrass pasture improvement

Type of improvement	Treatment	Tractor	Labor	Materials	Total expenditure
-----NT\$/ha/3 year-----					
Discontinued improvement	CK ^{&}	0	0	0	0
	OFRC	4,500	1,000	10,000	15,500
	RC	4,500	0	0	4,500
	SRC	4,500	1,000	1,600	7,100
	SHRC	4,500	1,000	800	6,300
Continued improvement	CK	0	0	0	0
	OFRC	9,000	2,000	20,000	31,000
	RC	9,000	0	0	9,000
	SRC	9,000	2,000	3,200	14,200
	SHRC	9,000	2,000	1,600	12,600

[&] As shown in Table 1.

表 6. 山坡地盤固草地七次改良之乾草淨收益

Table 6. The net income of seven times of harvest on pangolagrass pasture improvement

Type of improvement	Treatment	Hay yield	Harvest machine expenditure	Harvest total expenditure	Hay income	Net income
		ton/ha	-----NT\$/ha/3 year-----			
Discontinued improvement	CK ^{&}	50.32	125,800	125,800	266,696	140,896
	OFRC	47.77	119,425	134,925	253,181	118,256
	RC	44.53	111,325	115,825	236,009	120,184
	SRC	51.48	128,700	135,800	272,844	137,044
	SHRC	53.62	134,050	140,350	284,186	143,836
Continued improvement	CK ^{&}	53.09	132,725	132,725	281,377	148,652
	OFRC	49.95	124,725	155,725	264,735	109,010
	RC	44.77	109,425	118,425	237,281	118,856
	SRC	52.42	131,050	145,250	277,826	132,576
	SHRC	54.28	133,950	146,550	287,684	141,134

[&] As shown in Table 1.

結 論

綜合七次之收穫收益顯示，山坡地以非二年連續改良之太迴處理較高淨收益，連續二年改良則因土地連續二年之翻犁，投入機械成本較高所以淨收入反而較 CK 低。因此，山坡地之改良可於三年翻犁一次並種植青皮豆或太陽麻可增加收益，每年翻犁可改善土壤理化性質，但支出成本增加，因而不利於牧草之淨收入。

誌 謝

本試驗期間承行政院農業委員會經費補助 (103 農科 -2.1.4- 畜 -L(4))，及行政院農業委員會畜產試驗所飼料作物組許福星前組長之建議及蔡麗卿小姐協助文稿繕打，謹申萬分謝忱。

參考文獻

- 尤修德。1978。不同農業機械開墾牧地比較觀察。畜產研究 12(1)：73-77。
- 朱明宏、王紓敏、陳嘉昇。2015。芻料大豆營養成分近紅外光分析檢量線之建立。畜產研究 48(2)：107-113。
- 行政院農業委員會。2014。農業統計年報 II. 農業生產 7. 牧草。臺北。p. 110。
- 金文蔚。1990。牧草地更新的重要性。畜產專訊 35：15-16。
- 金文蔚。1998。本省牧草混植研究。芻料作物研討會論文集。畜產試驗所專輯第 53 號。
- 吳昭慧、連大進。2004。豆科綠肥在休耕田的栽培利用。臺南區農業專訊 50：8-12。
- 林正斌、李姿蓉、張世融、盧啟信。2015。盤固草地改良方式之研究。畜產研究 48(3)：234-242。
- 陳嘉昇、王紓愍、游翠鳳、劉信宏。2010a。低肥料投入的有機芻料生產研究－指草屬 (*Digitaria* spp.) 與花生屬 (*Arachis* spp.) 混植。畜產研究 43：167-179。
- 陳嘉昇、王紓愍、游翠鳳、劉信宏。2010b。低肥料投入的有機芻料生產研究－指草屬 (*Digitaria* spp.) 與苜蓿 (*Medicago sativa*) 混植。畜產研究 44：37-50。
- 蕭素碧、許福星、成游貴、陳振耕、何千里。2010。國產芻料作物品種簡介。行政院農業委員會畜產試驗所。
- 謝昭賢。1979a。農業機械不同整坡方式比較觀察。畜產研究 12(1)：11-17。
- 謝昭賢。1979b。坡地整理機械作業觀察。畜產研究 12(1)：19-25。
- 謝昭賢、郭猛德、曾景山、王敏昭、何聖賓、陳尊賢。2003。畜牧場廢水以土壤作滲漏計之處理技術。畜牧廢水再利用於土壤處理及法規修正研討會論文集。行政院農業委員會畜產試驗所。pp. 43-57。
- 鄭鏗鏘、鄭俊哲、尤修德。1988a。山坡牧草地更新方式比較研究。畜產研究 21(1)：117-121。
- 鄭鏗鏘、尤修德、鄭俊哲、謝昭賢。1988b。大面積牧草區規劃開發研究。畜產研究 21(1)：123-128。
- Bilgili, U., M. Sincik, A. T. Goksoy, Z. M. Turan and E. Acikgoz. 2005. Forage and grain yield performances of soybean lines. J. Cen. Eur. Agric. 3: 397-402.
- Blaser, B. C., J. W. Singer and L. R. Gibson. 2007. Winter cereal, seeding rate and intercrop seeding rate effect on red clover and quality. Agron. J. 99: 723-729.
- Hackleman, J. C. 1924. The future of the soybean as a forage crop. Agron. J. 16: 228-236.
- Lithourgidis, A. S., D. N. Vlachostergios, C. A. Dordas and C. A. Damalas. 2011. Dry matter yield, nitrogen content and competition in pea-cereal intercropping system. Eur. J. Agron. 34: 287-294.
- Lithourgids, A. S., I. B. Vasilakoglou, K. V. Dhima, C. A. Dordas and M. D. Yiakoulaki. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratio, Field Crops Res. 99: 106-113.
- Olsen, S. R. and L. A. Dean. 1965. Phosphorus. In: Method of Soil Analysis. Part 2. Am. Soc. Agrono. eds. Black, C. A. Inc., Madison, Wisconsin. pp. 1035-1048.
- Thomas, G. W. 1985. Exchangeable cation. In: Method of Soil Analysis. Part 2. Am. Soc. Agron. eds Page, A. L. Inc., Madison, Wisconsin. pp. 159-165.

Study on economic benefits of different improvement methods for pangolagrass ⁽¹⁾

Jeng-Bin Lin ⁽²⁾ Shyh-Rong Chang ⁽²⁾ Chi-Hsin Lu ⁽²⁾⁽³⁾ and Tzu-Rung Li ⁽²⁾

Received: Mar. 21, 2016; Accepted: May 30, 2016

Abstract

The object of this study was to determine the efficacy of improving methods for perennial pangolagrass (*Digitaria decumbens* Stent.) pasture grown more than 10 years on slope of 30 degrees of hill side. The different cultured methods including discontinued and continued improvement will test on next year. The forage yield, quality and soil characters were evaluated after different treatments i. e., control (CK), organic fertilizer (800 kg/ha) with rotary cultivator (OFRC), rotary cultivator 1,600 rpm (RC), soybean (*Glycine max*) (80 kg/ha) with rotary cultivator (SRC) and sun hemp (*Crotalaria juncea* L.) (40 kg/ha) with rotary cultivator (SHRC). Chemical analysis of forage showed that the SRC and SHRC have higher crude protein as compared to other treatments for both two modes. No signification difference was observed among all treatments of both modes for soil properties. Although SHRC of discontinued modes produced the highest forage yield, 53.62 ton/ha. The highest net income was 143,836 NTD for SHRC of discontinued treatments. As considering the net income, the SHRC treatment of discontinued tillage would be recommended for pangolagrass pasture improvement.

Key words: Pangolagrass, Perennial pasture, Pasture improvement.

(1) Contribution No. 2458 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Forage Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 71246, Taiwan, R.O.C.

(3) Corresponding author, E-mai: chlu@mail.tlri.gov.tw.