

## 坡地鳳梨園長期鳳梨殘株敷蓋之水土保持效益<sup>1</sup>

鄭慶生<sup>2</sup>

**摘要：**坡地鳳梨園以鳳梨殘株敷蓋為經濟有效的水土保持方法。為明瞭長期鳳梨殘株之水土保持效益，本試驗以不同鳳梨殘株敷蓋方式及不同施肥量對土壤流失，土壤理化性質及鳳梨生育和產量之影響進行長期研究。試驗資料顯示：各處理對土壤流失控制及保持土壤水分效果，依次為殘株敷蓋施全量、 $\frac{2}{3}$ 量及 $\frac{1}{2}$ 量肥料區，均較對照區（未敷蓋施全量肥料）為佳，各處理間差異顯著。第二更新期鳳梨園土壤理化性測定結果除殘株垂直敷蓋施全量肥料處理區外，較第一更新期皆有劣化現象。土壤有機質、有效性磷及交換性鉀含量測定結果，各處理間差異均達顯著標準，皆以殘株垂直敷蓋施全量、 $\frac{2}{3}$ 量肥料區較佳。土壤假比重、孔隙率、導水率在試驗初期皆以翻犁區為佳，各處理間差異顯著，至試驗後期則各處理間差異不顯著。土壤分散率、團粒穩定性、保水特性等測定結果，殘株敷蓋施全量、 $\frac{2}{3}$ 量及 $\frac{1}{2}$ 量肥料區均較對照區為佳。第二更新期鳳梨產量除殘株垂直敷蓋施全量肥料區外，較第一更新期皆有減產現象。各處理間差異顯著，以殘株垂直敷蓋施全量及 $\frac{2}{3}$ 量肥料區較高。二個更新期鳳梨殘株收量除殘株垂直敷蓋施全量肥料區外，均有下降現象，以第二更新期降低較多，敷蓋量直接影響水土流失、土壤水分含量、土壤理化性及鳳梨生育和產量，實施鳳梨殘株垂直敷蓋施全量肥料可維持殘株產量。綜上所述長期殘株敷蓋以垂直方式施全量肥料對土壤流失的控制，土壤水分的保持，土壤物理性的改善及地力的維持或增進最佳，可促進鳳梨生育和提高其產量。其他殘株處理及對照區皆不可行。據試驗結果在近似本試區條件之坡地鳳梨園第一更新期利用鳳梨殘株敷蓋可節省 $\frac{1}{2}$ 肥料用量，而第二更新期後，雖利用殘株敷蓋但減施肥料用量皆有減產現象。連續栽植鳳梨欲維持或增進其產量，需採用鳳梨殘株垂直敷蓋施全量肥料處理。

鳳梨為臺灣重要水果之一，其中大部份栽植於山坡地。由於一般山坡地土壤抗蝕性弱，加以本省地處亞熱帶地區高溫多雨，在長期之淋洗及風化作用下，除土壤流失外，易引起土壤劣化。連續栽植鳳梨，如未配合水土保持措施，產量必降低，甚至表土流失殆盡終成荒廢。

在坡地鳳梨園利用鳳梨殘株作敷蓋材料可就地取材，節省成本，解決敷蓋材料之來源不易及運搬難題，且經多項試驗<sup>(3)(4)(10)</sup>證明可有效控制水土流失，維持或增進土壤理化性，提高後作鳳梨產量。但長期栽植鳳梨，連續利用鳳梨殘株敷蓋其效果如何？有進一步探討必要。為明瞭長期殘株敷蓋的水土保持效益，筆者於1976—1980年進行第一更新期鳳梨園不同的鳳梨殘株敷蓋方式及不同的施肥量對土壤理化性及鳳梨生育之影響試驗<sup>(11)</sup>，得知在近似試區條件的第一更新期鳳梨園，不論鳳梨殘株作地面或垂直敷蓋，均可節省三分之一肥料用量，尚不影響鳳梨產量，經過一個更新期後，土壤理化性在不同敷蓋方式及不同肥料施用量之影響下已有改變，而且供作後作鳳梨之殘株重量亦因處理不同而有差異，自1980起利用原試區進行第二更新期試驗，仍採用二種不同敷蓋方式，三種不同施肥量，並設有鳳梨殘株垂直敷蓋施全量肥料處理的觀察區以作比較，探求連續鳳梨殘株敷蓋之各種處理對

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1389 號。本試驗承農委會計畫73農建—4.1—源—29 (4乙) 補助，謹此致謝。  
2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員。臺灣省 高雄縣 鳳山市。

水土流失控制，土壤理化性和鳳梨生育之影響效果，再將二個更新期一併比較，以確定長期栽培鳳梨可行的殘株敷蓋方式及應施的肥料量，作為坡地鳳梨栽培及土壤管理之參考及供推廣之依據。

### 材料與方法

本試驗在鳳山熱帶園藝試驗分所坡度16%西南向坡地原「鳳梨園殘株敷蓋方式對土壤性質及鳳梨生育影響之研究」試驗區，重新栽植鳳梨，繼續進行第二更新期試驗，試驗之處理及小區排列和第一更新期試驗相同。亦即在第一更新期鳳梨園試驗於1980年2月完成後隨即廢耕，除CK1處理區將鳳梨殘株搬離原地面外，其他處理均將鳳梨殘株切碎後敷蓋於原地面，當年9月在各小區原址依原來殘株敷蓋方式重新墾耕，再新植鳳梨繼續進行第二更新期試驗。鳳梨栽培制度採四年二收制，小區長度10公尺，寬度2.7公尺，面積為27平方公尺，等高三角形二列式栽植，畦間100公分，行間50公分，株間30公分，每小區植126株，供試鳳梨均為正常開英種，試驗計七種處理，三重複，採完全逢機區集排列，各小區上端築有山邊溝一條以截洩逕流，各處理如下：

一、鳳梨殘株垂直敷蓋施 $\frac{1}{2}$ 量肥料：鳳梨園廢耕後，將鳳梨殘株切碎敷蓋於原地面，於鳳梨栽植前翻犁土壤，同時將殘株翻入土中，鳳梨施肥量為全量肥料之一半。以下簡稱 $V_{1/2}$ 處理。

二、淨耕施全量肥料：鳳梨園廢耕後，將鳳梨殘株搬離原地面不加敷蓋，於鳳梨栽植前耕犁土壤。鳳梨施肥量為全量肥料。以下簡稱CK1處理。

三、鳳梨殘株地面敷蓋施 $\frac{1}{2}$ 量肥料：鳳梨園廢耕後，將鳳梨殘株切碎敷蓋於原地面，於鳳梨栽植前後均不翻犁土壤，殘株仍敷蓋於原地面。鳳梨施肥量為全量肥料之一半。以下簡稱 $S_{1/2}$ 處理。

四、鳳梨殘株地面敷蓋不施肥料：鳳梨殘株敷蓋方法同 $S_{1/2}$ 處理。鳳梨不施肥。以下簡稱 $S_0$ 處理。

五、鳳梨殘株垂直敷蓋不施肥料：鳳梨殘株敷蓋方法同 $V_{1/2}$ 處理，鳳梨不施肥。以下簡稱 $V_0$ 處理。

六、鳳梨殘株垂直敷蓋施 $\frac{2}{3}$ 量肥料：鳳梨殘株敷蓋方法同 $V_{1/2}$ 處理。鳳梨施肥量為全量肥料的三分之二。以下簡稱 $V_{2/3}$ 處理。

七、鳳梨殘株地面敷蓋施 $\frac{2}{3}$ 量肥料：鳳梨殘株敷蓋方法同 $S_{1/2}$ 處理。鳳梨施肥量為全量肥料的三分之二。以下簡稱 $S_{2/3}$ 處理。

觀察區：以往試驗已知鳳梨殘株垂直敷蓋施全量肥料處理可維持或增進鳳梨產量，本試驗因限於試驗面積，未設此處理，僅設觀察區——鳳梨殘株垂直敷蓋施全量肥料之處理區，以瞭解長期鳳梨殘株垂直敷蓋施全量肥料之效益，並觀察其變化情形與上述各處理作比較，以確定其他處理之水土保持效益。

田間採用現行一般方法管理。施肥量依照農林廳編印鳳梨栽培手冊之肥料推荐用量施用<sup>(8)</sup>，主作期分別於9月20—30日，3月1日，6月5日，7月25日，9月15日，11月5日，3月1日施肥，合計施用尿素1,320kg/ha，過磷酸鈣640kg/ha，硫酸鉀1,000kg/ha，宿根期分別於8月20日，10月20日，3月1日施肥，合計施用尿素600kg/ha，硫酸鉀400kg/ha，稱為全量肥料（標準施肥量）。

調查項目包括鳳梨殘株重量，土壤流失量，鳳梨生育與產量，土壤水分含量，土壤理化性質，土壤導水率、土壤團粒分析，土壤滲透情形及土壤保水特性等。土壤物理及化學性質之測定方法為（1）土壤有機質以重鉻酸鉀法<sup>(2) (16)</sup>測定。（2）土壤有效磷以白雷氏第一法<sup>(2) (16)</sup>測定。（3）土壤交換性鉀含量以中性醋酸鈹法<sup>(2) (16)</sup>測定。（4）土壤假比重及孔隙率之測定<sup>(14)</sup>：真比重以一般比重瓶法測定，容積比重及土壤水分含量以採樣器（體積固定為100cm<sup>3</sup>），採取土壤烘乾後測定再依公式計算孔隙率。（5）分散率以鮑氏比重計法<sup>(2)</sup>測定後再計算土壤分散率。（6）土壤飽和導水率之測定，以直徑7公分，高7.6公分之取樣筒，在田間取樣，將樣品浸水飽和後再以定水頭法<sup>(1) (19)</sup>測定。（7）土壤團粒平均粒徑以多重濕篩法<sup>(5) (17)</sup>測定。（8）土壤滲透率以圓筒法<sup>(9)</sup>在田間測

定。(9) 土壤保水特性測定：在田間採取土壤樣品經風乾過篩後，放置於土壤水分壓力抽取器 (Soil moisture extractor) 中，測定保水特性，所使用範圍在  $\frac{1}{3}$ ~15 Bar 之間。

### 結果與討論

本試驗為換求長期鳳梨殘株敷蓋之水土保持效益，已於1976—1980年完成第一更新期試驗，自1980年起進行第二更新期試驗，並與第一更新期及觀察區比較討論。茲將所得各項結果分述如下：

#### 一、土壤流失量

本試驗無水土流失觀測裝置，僅在第一更新期鳳梨園廢耕後，於各處理小區及觀察區分別埋置直徑  $\frac{1}{2}$  吋之 PVC 管15支，在下作鳳梨重新墾耕前測定鳳梨園休閒期間土壤流失深度，以比較土壤沖蝕情形。由於當年降雨量僅五百多公釐，土壤流失量相對減少，其結果如表一：

表1. 鳳梨園休閒期間各處理之土壤流失深度  
Table 1. Soil loss from different treatments in fallowing season

理 處 Treatment	V <sub>1/2</sub>	CK <sub>1</sub>	S <sub>1/2</sub>	S <sub>0</sub>	V <sub>0</sub>	V <sub>2/3</sub>	S <sub>2/3</sub>
土壤流失深度 Soil loss (cm)	0.01c*	0.31a	0.01c	0.02c	0.02c	0.06b	0.07b

\*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在 5% 水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

由上表知休閒期鳳梨園未加殘株敷蓋處理區土壤流失最高，實施殘株敷蓋處理區土壤流失很低，各處理之間差異顯著。休閒期控制土壤流失效果與淺株敷蓋量成正比。觀察區土壤流失深度為0.01公分，土壤流失亦很低。

第二更新期鳳梨重新栽植完成後，各處理小區及觀察區再分別重新埋置直徑  $\frac{1}{2}$  吋之 PVC 管15支，測定鳳梨生育期間土壤流失情形。由於鳳梨本身即為一種優良水土保持植物，再採等高密植方式，即具水土保持效果，且以 PVC 管測出的土壤流失高度甚為粗放，各處理測得結果經變方分析，各處理間差異不顯著。

#### 二、土壤水分含量

為比較鳳梨園廢耕後不同處理對土壤水分之影響，在第二更新期鳳梨園重新墾耕前測定各處理區土壤在20公分和40公分的土壤含水量，其結果如下表：

表2. 鳳梨栽植前各處理土壤水分含量 (單位%)

Table 2. Soil moisture contents under various treatments before new planting of pineapple crop

度 Depth	處 理 Treatment						
	V <sub>1/2</sub>	CK <sub>1</sub>	S <sub>1/2</sub>	S <sub>0</sub>	V <sub>0</sub>	V <sub>2/3</sub>	S <sub>2/3</sub>
20cm	20.90*a	13.77 c	19.70 a	16.86 b	17.38 b	21.31 a	21.04 a
40cm	19.07 a	13.75 b	18.87 a	14.24 b	14.65 b	20.03 a	19.83 a

\*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在 5% 水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

據上表所示：土壤水分含量測定結果，各處理間差異顯著，鳳梨殘株敷蓋處理不論20公分或40公分深均較對照區為高，其中又以  $V_{2/3}$  處理區較高。另觀察區20公分及40公分深之土壤水分含量各為21.96%及20.12%均較  $V_{2/3}$  處理區為高。土壤水分含量有隨鳳梨殘株量有增加而增加之趨勢。未實施鳳梨殘株敷蓋的CK<sub>1</sub>區，地面蒸發較大且對土壤水分的保持較差，似影響後作鳳梨之生長及抽穗。

自另乾旱季節每月採取土壤樣品（採取深度為地表20公分），測定土壤水分含量，由於一年生鳳梨園與二~四年生鳳梨園各處理間土壤水分差異情形不同，故分別進行變方分析，所得結果如表三：

表3. 各處理土壤表層20公分之水分含量（單位：%）

Table 3. Soil moisture contents at 20cm depth in plots under various treatments

時 期 Period	處 理 Treatment						
	$V_{1/2}$	CK <sub>1</sub>	$S_{1/2}$	$S_0$	$V_0$	$V_{2/3}$	$S_{2/3}$
一年生鳳梨 One year old pineapple plants	3.44*ab	9.83 c	14.07 a	12.18 b	12.64 b	13.84 ab	14.03 a
二~四年生鳳梨 2-4 years old pineapple plants	15.26 a	13.34 b	15.21 a	12.15 b	12.08 b	15.29 a	15.24 a

\*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者5%水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

由上表顯示：各處理土壤水分之變化及差異情形與第一更新期相似。一年生鳳梨園各處理間土壤水分含量差異顯著，以CK<sub>1</sub>區較低， $V_0$ 及 $S_0$ 處理區次之，一年生鳳梨植株尚小，覆蓋地面率低，故各處理土壤水分受殘株敷蓋情形影響很大，而以 $S_{1/2}$ 處理區較高，觀察區與本處理相近。二~四年生鳳梨園各處理間土壤水分含量差異顯著，各處理以 $V_{2/3}$ 、 $V_{1/2}$ 、 $S_{2/3}$ 及 $S_{1/2}$ 處理區較高，觀察區土壤水分含量為15.4%與之相近，CK<sub>1</sub>、 $S_0$ 及 $V_0$ 處理區則較低。乾旱季節氣溫低，鳳梨生育幾乎停止，因此各處理間土壤水分含量之差異受植株蒸散影響較少，且殘株敷蓋量較高處理區鳳梨本身覆蓋地面較完密，能減少水分蒸發，其保水力亦較高，影響土壤水分含量。

### 三、土壤理化性

由於第一更新期鳳梨園鳳梨殘株收量和敷蓋方式及鳳梨施肥量等各處理不同，致第二更新期各處理間土壤理化性差異很大。為比較二個更新期土壤差異，在與第一更新期相同的採樣時間，即種植初期（1980年10月），種植後一年（1981年12月）及宿根作收穫後（1984年1月）分別採取土壤測定土壤化學性質，並於試驗前期（一年生鳳梨園）及試驗後期（鳳梨廢耕之前）測定土壤物理性。各項土壤理化性質之測定結果如表四：

土壤有機質：第二更新期各處理土壤有機質之變化情形與第一更新期有相同趨勢，但有降低現象，亦均較觀察區（1980年為1.86%，1981年為19.5%，1984年為1.73%）為低。各階段測得結果，各處理間差異均達顯著標準，種植初期垂直敷蓋區仍較地面敷蓋區為高，可能垂直敷蓋區鳳梨殘株腐爛較快，其中 $\frac{1}{3}$ 處理區較 $V_{1/2}$ 處理區為高，宿根作收穫後各處理有機質含量，仍以CK<sub>1</sub>、 $V_0$ 及 $S_0$ 三處理區較少，因CK<sub>1</sub>區未曾施行殘株敷蓋，而 $V_0$ 及 $S_0$ 處理區因試區未曾施肥，殘株敷蓋量亦較少，且三處理區水土流失較嚴重所致。

土壤有效磷：第二更新期各處理土壤有效磷含量之變化情形與第一更新期有相同趨勢，但有降低現象，亦均較觀察區（1980年為345.8kg/ha，1981年為329.9kg/ha，1984年為230.1kg/ha）為低。

表4. 各處理土壤理化性質測定

Table 4. The physico-chemical properties of the soil under various treatments

項 目 Item	年 月 Month, Year	處 理 Treatment						
		V <sub>1/2</sub>	CK <sub>1</sub>	S <sub>1/2</sub>	S <sub>0</sub>	V <sub>0</sub>	V <sub>2/3</sub>	S <sub>2/3</sub>
有 機 質 Organic matter (%)	Oct. 1980	1.69*a	1.49b	1.66a	1.47b	1.51b	1.73a	1.70a
	Dec. 1981	1.77 b	1.63c	1.76b	1.65c	1.66c	1.89a	1.82ab
	Jan. 1984	1.48ab	1.39bc	1.46ab	1.25d	1.30cd	1.50a	1.49a
有 效 態 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	Oct. 1980	293.7a	215.2c	294.2ab	220.5c	228.4bc	303.2a	290.2ab
	Dec. 1981	263.7a	212.6b	264.1a	211.4b	205.2b	282.6a	260.4a
	Jan. 1984	211.4a	194.8a	212.5a	192.8a	195.3a	217.3a	215.3a
有 效 態 K <sub>2</sub> O Exchangeable K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Oct. 1980	370.3ab	230.9d	350.7b	299.2c	283.5cd	410.6a	385.4ab
	Dec. 1981	244.76c	220.2c	240.7bc	208.9c	210.4c	281.1a	270.2ab
	Jan. 1984	175.0abc	180.6ab	172.0abc	158.2bc	152.2c	189.8a	184.7a
假 比 重 Apparent specific gravity	Dec. 1981	1.47ab	1.46ab	1.57c	1.57c	1.50b	1.45a	1.58c
	Jan. 1984	1.57a	1.57a	1.60a	1.60a	1.59a	1.57a	1.61a
孔 隙 率 Porosity (%)	Dec. 1981	43.9a	44.2a	39.5b	40.1b	43.0ab	45.4a	39.7b
	Jan. 1984	40.1a	40.5a	38.5a	38.1a	39.5a	40.9a	38.5a
分 散 率 Dispersion ratio (%)	Dec. 1981	43.2ab	46.1c	44.9abc	46.5c	45.0abc	42.6a	45.9abc
	Jan. 1984	53.1a	55.3a	53.5a	54.3a	53.8a	52.9a	53.4a
導 水 率 Hydraulic conductivity (cm/min × 10 <sup>-3</sup> )	Dec. 1981	7.06a	6.85a	3.04b	2.54b	6.53a	8.27a	2.89b
	Jan. 1984	3.43a	2.81a	2.52a	2.41a	2.84a	3.6a	2.62a
平 均 團 粒 粒 徑 Mean aggregate size (mm)	Jan. 1984	0.54a	0.52a	0.56a	0.58a	0.53a	0.63a	0.54a

\*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在 5% 水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

，種植初期及種植後一年測得之土壤有效磷含量各處理間差異顯著，以V<sub>2/3</sub>、S<sub>1/2</sub>、V<sub>2/1</sub>及S<sub>2/3</sub>處理區較高，CK<sub>1</sub>區最低。隨著栽培時間，由於施肥量及鳳梨生育需肥不同，至宿根作收穫後各處理間差異呈不顯著，由於磷肥易被土壤固定流失較少<sup>(6)(7)</sup>，且鳳梨需磷肥較少所致。

土壤交換性鉀含量：第二更新期各處理土壤交換性鉀含量變化情形與第一更新期有相同趨勢，但各階段測得結果均有降低現象，亦較觀察區（1980年為478kg/ha，1981年為320kg/ha，1984年為212kg/ha）為低。各階段測得結果，各處理間差異均達顯著標準，均以V<sub>2/3</sub>及S<sub>2/3</sub>處理區較高，不施肥區最低。土壤交換性鉀的含量隨栽培時間而降低，宿根作收穫後降低很多，可能鉀肥易落於水而隨

逕流水流失及鳳梨需鉀肥較多之故<sup>(12)</sup>。

第二更新期各處理土壤假比重測定結果與第一更新期有相同趨勢，但數值較高，亦較觀察區（1981年為1.43，1984年為1.52）為高。土壤翻犁區（ $V_{2/3}$ 、 $CK_1$ 、 $V_{1/2}$ 、 $V_0$ ）較未翻犁區（ $S_0$ 、 $S_{1/2}$ 、 $S_{2/3}$ ）為低，試驗前期各處理間差異顯著，且均較試驗後期為低。至試驗後期各處理間差異不顯著。

第二更新期各處理土壤孔隙率測定結果與第一更新期有相同趨勢，但數值較低，亦較觀察區（1981年為45.5%、1984年為42.0%）為低，以土壤翻犁區（ $V_{2/3}$ 、 $CK_1$ 、 $V_{1/2}$ 、 $V_0$ ）較未翻犁區（ $S_0$ 、 $S_{1/2}$ 、 $S_{2/3}$ ）為低。試驗前期各處理間差異顯著均較後期為高，至試驗後期各處理間差異不顯著。

第二更新期各處理土壤分散率測定結果與第一更新期有相同趨勢，但數值較高，亦較觀察區（1981年為41.5%，1984年為48.6%）為高。試驗前期各處理間差異顯著，以 $V_{2/3}$ 處理區較低， $CK_1$ 及 $S_0$ 處理區較高。至試驗後期各處理間差異不顯著，仍以 $V_{2/3}$ 處理區較低， $CK_1$ 處理區較高。因 $CK_1$ 處理未施行殘株敷蓋，土壤有機質含量降低，分散率較高，抗蝕性較差。

第二更新期各處理土壤飽和導水率之變化情形與第一更新期有相同之趨勢，但略有降低，亦較觀察區（1981年為 $2.31 \times 10^{-2}$ cm/min，1984年為 $6.23 \times 10^{-3}$ cm/min）為低，試驗前期較後期為高，與前項土壤物理性測定結果一致。試驗前期各處理間差異達顯著標準，以 $V_{2/3}$ 處理區較高， $V_{1/2}$ 處理區次之， $S_0$ 處理區較低。至試驗後期各處理間差異不顯著。

第二更新期試驗後期採取各處理土壤樣品測定土壤團粒平均粒徑，其數值愈大，土壤愈穩定，可增進土壤孔度與孔徑，增加土壤通氣及透水性，有助於作物生長。各處理間土壤團粒平均粒徑差異未達顯著標準，且均較觀察區（8.5mm）為低，各處理以 $V_{2/3}$ 處理區較高， $CK_1$ 區較低。

依土壤各項理化性測定結果顯示：第二更新期各處理之土壤理化性較第一更新期差，且各處理差異情形在第二更新期更顯著，顯示鳳梨長期栽培後，各處理因土壤流失，施肥量，殘株敷蓋量及敷蓋方式等影響，差異更明顯，觀察區土壤理化性則未見降低。

#### 四、土壤滲透

第二更新期鳳梨園廢耕前在田間測定各處理區土壤滲透情形，本試區各處理土壤滲透在七小時後穩定，故以7小時計算各處理區滲透量，並以最初半小時之測定值計算最初滲透率，以第7小時之測定值計算最終滲透率，測定結果如表五：

表5. 土壤滲透量及滲透率測定結果

Table 5. Infiltration capacity and infiltration rate of the experimental soil

處 理 Treatment	$V_{1/2}$	$CK_1$	$S_{1/2}$	$S_0$	$V_0$	$V_{2/3}$	$S_{2/3}$
滲 透 量 Infiltration capacity (mm/7hr)	71.7*a	75.2a	62.5a	65.2a	70.2a	76.2a	74.7a
最 初 滲 透 量 Initial infiltration rate(mm/hr)	35 a	36a	31.3a	26.0a	30.7a	37.7a	34.3a
最 終 滲 透 量 Final infiltration rate (mm/hr)	5.5 a	6.1a	5.3a	5.2a	6.1a	6.2a	5.9a

\*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

據上表知，第二更新期鳳梨園各處理間土壤滲透量，最初和最終滲透量之差異均未達顯著標準，且均較觀察區（滲透量為78.5mm/7hr，最初滲透率為39mm/hr，最終滲透率為7.2mm/hr）為低，此與其他土壤物理性測定結果頗一致。

## 五、土壤保水特性

在宿根作收穫後採取土壤樣品測定各處理區之土壤水分含量與微管勢能之關係以明瞭各處理土壤保水能力。分別將測得之各種微管勢能土壤含水量，經變方分析結果各處理間差異均未達顯著標準，可能採用調製土壤（攪動土壤）測定，與自然土壤樣品不同而誤差較大所致，僅將各處理測定結果列於下表：

表6. 土壤水分含量與微管勢能之關係

Table 6. Relationship between soil moisture content and capillary potential

微管勢能 Capillary potential (Bars)	土壤水分含量 Soil moisture content (%)						
	V <sub>1/2</sub>	CK <sub>1</sub>	S <sub>1/2</sub>	S <sub>0</sub>	V <sub>0</sub>	V <sub>2/3</sub>	S <sub>2/3</sub>
1/3	27.78	26.98	27.69	26.73	26.85	29.21	28.23
1	15.02	14.90	14.98	14.75	14.80	16.10	15.26
5	9.43	9.08	9.22	9.01	9.04	9.92	9.61
10	8.72	8.31	8.51	8.21	8.28	8.92	8.80
15	8.19	7.92	8.11	7.72	7.78	8.36	8.23
有效水分 Available water (%)	19.59	19.06	19.58	19.01	19.07	20.85	20.00

據上表，第二更新期各處理土壤保水特性與第一更新期相較有減低現象。田間容水量（1/3巴）與凋萎點（15巴）之間的有效水分含量以V<sub>2/3</sub>處理區較高為20.85%，S<sub>2/3</sub>處理區次之為20.00%，但均較觀察區（22.51%）為低，有效水分含量與土壤有機質含量呈極顯著正相關，其相關係數為0.96\*\*，微管勢能在1/3巴時，土壤水分含量以V<sub>2/3</sub>處理區較高為29.21%，S<sub>0</sub>處理區較低，土壤含水量為26.73%。微管勢能在15巴時，土壤水分含量亦以V<sub>2/3</sub>處理區較高為8.36%，S<sub>0</sub>處理區較低，土壤含水量為7.72%。

## 六、鳳梨殘株重量

在第一及第二更新期廢料後，分別調查各處理小區鳳梨殘株鮮重量，其結果如下表：

表7. 各處理鳳梨殘株重量

Table 7. The weight of pineapple stubble under various treatments

期 間 Period	處 理 Treatment						
	V <sub>1/2</sub>	CK <sub>1</sub>	S <sub>1/2</sub>	S <sub>0</sub>	V <sub>0</sub>	V <sub>2/3</sub>	S <sub>2/3</sub>
第一更新期 The first renewal (ton/ha)	168*bc	181a	167c	93d	96d	179ab	175abc
第二更新期 The second renewal (ton/ha)	124 b	158a	123b	38c	38c	145ab	135ab

\*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

由上表所示：二個更新期鳳梨殘株重量各處理間差異均達顯著標準，但均較觀察區（第一更新期為 185ton/ha，第二更新 186ton/ha）為低。第二更新期鳳梨殘株重量較第一更新期為低。第一更新期各處理鳳梨殘株重量以CK<sub>1</sub>區較高，V<sub>2/3</sub>處理區次之，不施肥之V<sub>0</sub>及S<sub>0</sub>二處理區最低，與觀察區相較，CK<sub>1</sub>及V<sub>2/3</sub>二個處理區降低較少，不施肥之V<sub>0</sub>及S<sub>0</sub>二處理區降低最多。第二更新期與第一更新期殘株重量差異有相同的趨勢。惟第二更新鳳梨殘株降低之量較第一更新期為多，為試區土壤劣化原因之一。

### 七、鳳梨生育及產量

本試驗鳳梨栽培均採四年二收制，在抽穗前每二個月行生育調查一次，僅將最後一次調查結果進行變方分析，結果如表八。第二更新期鳳梨二收合計產量如表九。

表8. 各處理鳳梨生育調查

Table 8. Investigation of pineapple growth in each treatments

項 目 Item	處 理 Treatment						
	V <sub>1/2</sub>	CK <sub>1</sub>	S <sub>1/2</sub>	S <sub>0</sub>	V <sub>0</sub>	V <sub>2/3</sub>	S <sub>2/3</sub>
株 高 Height (cm)	73.4*a	59.0b	72.4a	47.1b	49.0b	78.9a	74.3a
葉 寬 Leaf width (cm)	5.6a	6.4a	5.7a	4.5b	4.5b	6.6a	6.0a
葉 長 Leaf length (cm)	69.6a	62.0b	68.6a	49.7c	49.4c	71.8a	70.2a

\*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在 5% 水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

表9. 各處理鳳梨產量（兩收合計）

Table 9. Fruits yield of pineapples total of two crops in the plots of various treatments

處 理 Treatment	V <sub>1/2</sub>	CK <sub>1</sub>	S <sub>1/2</sub>	S <sub>0</sub>	V <sub>0</sub>	V <sub>2/3</sub>	S <sub>2/3</sub>
小 區 產 量 Yield (kg/plot)	164.2*bc	171.9b	155.7c	47.8d	43.9d	185.3a	171.9b

\*鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在 5% 水準不顯著。

Means in each column with the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's New Multiple Range Test).

由表八得知第二更新期各處理鳳梨生育情較第一更新期為差，亦均較觀察區（株高為 80.2cm，葉寬為6.9cm，葉長為75cm）為差，各處理株高、葉寬及葉長間差異均達顯著標準，以 V<sub>2/3</sub> 處理區較佳，不施肥之V<sub>0</sub>及S<sub>0</sub>二處理區較差。二更新期之CK<sub>1</sub>區相較差異很大，可能長期未實施殘株敷蓋，土壤流失較多，土壤水分含量低，及土壤劣化以致影響第二更新期一收鳳梨抽穗率。CK<sub>1</sub>區產量與S<sub>2/3</sub>相似，但鳳梨株收量却較S<sub>2/3</sub>為高，乃由於未抽穗的老株較多所致。

由表九顯示第二更新期鳳梨產量較第一更新期為低，亦較觀察區（210kg/plot）為低。各處理間差異顯著，以V<sub>2/3</sub>處理區較高，不施肥之V<sub>0</sub>及S<sub>0</sub>處理區最低。在第二更新期鳳梨園，加以殘株敷蓋減施肥用量皆有減產現象，欲維持或提高鳳梨產量需採用殘株垂直敷蓋施全量肥料。

## 結 論

鳳梨休閒期間鳳梨殘株垂直或表面敷蓋處理對土壤流失控制及保持土壤水分的效果均較對照區為佳，有利於幼齡鳳梨生育，其效果大致與殘株敷蓋量成正比。一年生鳳梨園乾早期各處理土壤水分含量以殘株敷蓋處理( $S_{1/2}$ 、 $S_{2/3}$ 、 $V_{2/3}$ 、 $V_{1/2}$ 、 $V_0$ 、 $S_0$ )較 $CK_1$ 區為高。二~四年生鳳梨園殘株敷蓋處理之 $V_{2/3}$ 、 $S_{2/3}$ 、 $V_{1/2}$ 及 $S_{1/2}$ 處理區較 $CK_1$ 區為高，不施肥之 $V_0$ 及 $S_0$ 二處理區因生育差覆蓋率低，土壤水分含量較低。第二更新期鳳梨園土壤有機質、有效磷及交換性鉀含量均較第一更新期為低，表示土壤肥力有降低現象，在試驗初期（包括種植初期及種植後一年）各處理間差異顯著，試驗後期（宿根作收穫後）除有效磷外，各處理間差異亦達顯著標準，殘株垂直或表面敷蓋施 $\frac{2}{3}$ 肥料量均較 $CK_1$ 區為高，雖然少用了三分之一肥料量，但土壤肥力仍較 $CK_1$ 區為佳。土壤假比重、孔隙率、導水率受土壤翻犁與否影響很大，試驗前期土壤經翻犁之處理區（ $V_{2/3}$ 、 $CK_1$ 、 $V_{1/2}$ 、 $V_0$ ）較未翻犁區（ $S_{2/3}$ 、 $S_{1/2}$ 、 $S_0$ ）為佳。試驗後期則各處理間差異不顯著。土壤分散率、團粒平均粒徑及土壤保水特性測定結果，殘株敷蓋之 $V_{2/3}$ 、 $S_{2/3}$ 、 $V_{1/2}$ 及 $S_{1/2}$ 四處理區均較 $CK_1$ 區為佳，乃因 $CK_1$ 區未施用鳳梨殘株敷蓋，土壤有機質逐漸降低所致。第二更新期鳳梨產量均較第一更新期降低，尤以殘株敷蓋施用半量或不施肥區較嚴重。觀察區各項測定數值未有減少或降低現象，且較第二更新期及第一更新期各處理區為佳。綜合言之，在近似本試驗區條件之坡地鳳梨園第一更新期鳳梨園利用鳳梨殘株敷蓋能減少三分之一肥料用量，但第二更新期採用殘株敷蓋減少三分之一肥料用量已無法維持產量，仍需施全量肥料。長期利用鳳梨殘株後，不同敷蓋方式和施肥量的差異情形更為顯著，各處理以垂直敷蓋施全量肥料處理對土壤流失的控制，土壤水分的保持，土壤物理性的改善及肥力的維持及增進最佳，可促進鳳梨生育及產量。

## 參考文獻

1. 王孝才(1975)：果園水土保持方法之導水率測定·中華農學會報新92：127—131。
2. 臺灣省農業試驗所(1981)：作物需肥診斷技術。
3. 張雙滿、黃俊德、王武彰(1969)：鳳梨園水土保持方法之研究·臺灣水土保持試驗研究彙刊(I)：187—230。
4. 張雙滿、黃俊德、王武彰(1969)：鳳梨園休閒期間水土保持處理比較試驗·臺灣水土保持試驗研究彙刊(I)：179—186。
5. 陳清茂、高鑫森(1979)：覆蓋及敷蓋對坡地土壤穩定性之影響·中華水土保持學報10(2)：121—130。
6. 黃俊義(1978)：覆蓋與敷蓋對坡地土壤肥力之影響·中華水土保持學報9(2)：83—92。
7. 莊作權、簡宣裕(1978)：百喜草覆蓋與敷蓋對坡地土壤肥力之影響·中華水土保持報9(1)：57—66。
8. 黃季春(1977)：鳳梨栽培·臺灣省政府農林廳等編印。
9. 猿渡良(1966)：噴灑灌溉講義·中國農村復興聯合委員會。
10. 鄭慶生(1981)：陡坡地鳳梨園敷蓋對水土流失、土壤理化性質及鳳梨生育和產量影響之研究·中華水土保持學報12(2)：175—184。
11. 鄭慶生(1984)：鳳梨園殘株敷蓋方式對土壤性質及鳳梨生育影響之研究(I)·中華農業研究33(2)：141—152。
12. 蘇楠榮、黃昭榮、周永福(1956)：鳳梨園敷蓋稻草試驗·臺灣水土保持試驗研究報告彙刊(I)：205—222。
13. 養賢堂(1957)：土壤養分分析法。
14. 養賢堂(1976)：土壤物理性測定法。
15. Broadbent, F. E. 1955. Basic problems in organic matter transformations Soil Sci 79:107-114.
16. Black, C. A. et al. 1965. Methods of Soil Analysis (Part I and Part II) America Society of Agronomy No. 9.
17. Gardner, W. E. 1956. Representation of soil aggregate-size distribution by a logarithmic-normal

distribution. Soil Sci. Amer. Proc. 20 : 151-153.

18. Larson, W. E. and Clapp, C. E. 1972. Effect of increasing amounts of organic residues on continuous crops. Agron. J. 64 : 204-208.
19. U. S. D. I. B. R. 1967. Water Measurement Manual. U. S. Government Printing Office.

## The Effects of Long-term Pineapple Stubble Mulching on Slopeland Pineapple Orchard<sup>1</sup>

C. S. Cheng<sup>2</sup>

### Summary

Using pineapple stubble mulching on slopeland for pineapple orchard is the effective and economical method for soil conservation. In order to understand the long-term effectiveness, different methods of pineapple stubble mulching and different amount of fertilizer application were used in this experiment for studying their influences on soil loss, soil physico-chemical changes, pineapple growing and yielding. The results showed that all the pineapple stubble mulching treatments had better results to control soil erosion and to maintain soil moisture content than the clean cultivation and their effectiveness are in order of pineapple stubble mulching with whole amount of fertilizer application, 2/3 amount and 1/2 amount of fertilizer application. Except the treatment of pineapple stubble vertical mulching, all the treatments in the second renewal crop of pineapple orchard showed more deterioration soil physico-chemical than the first renewal crop of pineapple orchard. There were significant differences among the treatments in respect to soil organic matter, available  $P_2O_5$ , and exchangeable  $K_2O$ . The treatments of pineapple stubble vertical mulching with whole amount or 2/3 amount fertilizer application showed the best results. In respect to soil apparent specific gravity, porosity and hydraulic conductivity, there were significant differences in the early stage of this experiment and plowing treatment showed the best. But there were no significant differences in late stage of this experiment. The results of testing for soil dispersion ratio, aggregate stability, and moisture retention characteristics showed that treatments of pineapple stubble mulching with whole amount of fertilizer application, and with 2/3 amount or 1/2 amount of fertilizer applications were better than clean cultivation. All the treatments in the second renewal crop pineapple orchard, except the treatment of pineapple stubble

---

1. Contribution No. 1389 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Soil Scientist, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan City, Kaohsiung, Taiwan 83016, ROC.

vertical mulching with whole amount of fertilizer, showed poorer yielding than the first renewal crop of pineapple orchard, and the treatments of pineapple stubble vertical mulching with whole amount of fertilizer or  $2/3$  amount of fertilizer showed the higher yielding than other treatments. In conclusion, the treatment of pineapple stubble vertical mulching showed the best results for controlling soil loss, maintaining soil moisture content, improving soil physical characteristics and the fertility of soil which could improve pineapple growing and yielding. The other methods of pineapple stubble mulching or clean cultivation showed no good results. In the slopeland like in this experiment, the first renewal crop of pineapple orchard can use pineapple stubble mulching with  $1/3$  reduction of fertilize rapplication. But in the second renewal crop, it is necessary to use pineapple stubble vertical mulching with whole amount of fertilizer application to prevent the reduction of yielding. Using this method, the pineapple can be grown in slopeland continuously and will maintain the good yielding.