

坡地更新茶園土壤改良方法試驗

何信鳳¹ 張清寬² 蔡東耀³

摘 要

本試驗旨在探討坡地衰老茶園最經濟有效且符合茶農利益之更新方法，設計五種處理進行比較，其處理名稱及代號爲A：敷蓋，B：堆肥加敷蓋，C：深層耕加施堆肥並敷蓋，D：種植瓜地馬拉草乙年後植茶並加敷蓋，E：對照區（不處理）。茲爲便於說明，處理名稱以代號示之，結果摘要如下：

1. 茶樹樹高樹冠及茶芽密度與百芽重，處理間以D、C二處理最佳，與對照區及其他處理比較，差異均達5%顯著平準，其中以D處理收量最高，比對照區增加54.3%，其次爲C處理，增加18.3%，再次爲A處理增加17%。

2. 各處理對茶樹地下部根系發育，有明顯之影響，茶樹根長、根深、根幅以D、C兩處理最佳，與對照區比較差異達5%顯著平準，而發根數與總根重，除B處理與對照區無明顯差異外，其他處理均較對照區爲佳，且差異亦達5%顯著平準，顯示地上部生育較佳之處理，其地下部根系發育亦較佳，兩者有密切之關係。

3. B處理除於種植前施用四萬公斤／公頃有機肥做基肥外，每年再施用二萬公斤／公頃有機肥，結果其茶樹生育、茶菁收量、地下部根系發育與A處理比較，並無較佳之結果，而B處理却須增加七倍以上之費用支出，頗不經濟。

4. 更新茶園種植瓜地馬拉草對土壤線蟲發生密度有顯著之抑制作用，處理間D處理線蟲密度較對照區減少75%，A處理亦較對照區減少53%，C處理則減少30%，B處理僅減少5%，差異甚大。

5. 本試驗區坡度在12~15°之間，採順坡整地植茶，調查茶樹根系分佈大都在15~30公分範圍。且根群中以下坡者較多，其上坡下坡比例爲1：2，故須順坡整地植茶之茶園，施肥時應注意及此。

6. 瓜地馬拉草係屬禾本科作物，根莖繁殖，種植極易，且生育力強，莖葉茂盛（株高1公尺以上）深根（40~60公分），無病蟲害，每年可刈取2~3次，每公頃每年青刈量五~八萬公斤以上，除可供做敷蓋材料外，兼可做爲飼料用，適合山坡地栽培。

一、前 言

本省茶園樹齡在50年以上的茶樹，佔總面積45%⁽¹⁾以上，此等衰老茶園一般而言位於山坡地者居

1、2、3 臺灣省茶業改良場魚池分場，分場長、副研究員、助理。

多，且經多年栽培耕作，表土沖刷流失，土層硬化，不僅產量低，失去經濟栽培價值，必須予以更新外⁽¹⁰⁾，且更新時土壤如不加以改良，茶樹種植不易，生育受影響。以往本省茶園在更新時即注意及此，而採行下列幾種方式處理⁽¹⁰⁾：

1. 茶園實施深耕，利用大型開墾機械耕犁，耕深60公分以上，將粘重土層破壞，使表土心土混合，藉以改善土壤物理性，促進根部的伸展。
2. 更新之茶園宜有一年以上的休閒，並先行土壤消毒，再植綠肥，以恢復地力。
3. 深耕後植茶前，每公頃施用雞糞4000~5000公斤或腐熟堆肥10~60公噸，以兩者合用效果佳。
4. 更新後幼木茶園地面以稻草、谷壳、山草、戀風草實施敷蓋。

可見本省茶園更新時，對於土壤改良工作極為重視，惟上述處理方式，應用於坡地茶園時，由於受農路及地形之限制，欲以機械深耕不僅不易施行且成本較高⁽⁶⁾。近數年來山坡地高級茶區茶農雇用怪手深耕，每公頃費用高達新台幣四十三~五十五萬元⁽¹⁰⁾，如加上施用堆肥成本每公頃更高達七十萬元以上，實非一般茶農所能負擔。至於幼木茶園實施地面敷蓋，雖有良好之效果^(11, 19)，但材料成本亦高且來源不易⁽¹⁰⁾，故本省茶園更新作業雖有良好之方法以資應用，然因投資成本費用太大，且缺乏有系統之資料可資參循，致影響坡地茶園更新作業之推行。

而日本茶園之更新方法^(4, 9, 20)，其深耕作業，亦以大型機械為之，耕深60公分以上，待土壤充分風化後才整地定植茶樹，定植前對於土壤中線蟲及菌類施行消毒，定植後幼木茶園以稻草乾草敷蓋之。另據試驗報告指出，改植茶園如以深層耕加施堆肥處理，對茶樹生育及土壤理化性質改良效果較佳，惟其成本較高，且須以大型機械作業。

至於錫蘭茶園土壤改良方法⁽⁵⁾，則於定植前先栽植瓜地馬拉草二年，利用地上部刈取之莖葉做為敷蓋材料，以及利用瓜地馬拉草根經久不腐爛特性，以改良土壤物理性，增加有機質。

上述國內外有關更新茶園土壤改良方法，各有其特點，惟因本省應用時缺乏具體資料，無法比較其優劣點，有鑑於此，爰擬本項試驗參酌上述方法與本省實際情況設計五種處理，加以比較，期以尋求最經濟有效，且易於推行之措施，供做坡地茶園更新時土壤改良方法之參考。

二、試驗材料及方法

(一) 試驗地點：臺灣省茶業改良場魚池分場。

(二) 試驗材料：

1. 品種：臺茶八號。
2. 垃圾堆肥、敷蓋材料。
3. 瓜地馬拉草。

(三) 試驗方法：

1. 試驗設計：田間排列採用隨機完全區集設計，四重複，五處理，計20小區。每小區三行，每行10株，行距1.5公尺，株距0.6公尺，另加保護行。

2. 處理項目：

處理代號	處 理 名 稱	備 註
A	敷蓋	1. 堆肥每公頃施用基肥四萬公斤，種植後每年施用二萬公斤。 2. 敷蓋採用行間局部敷蓋。 3. 深層耕深度1公尺。
B	堆肥加敷蓋	
C	深層耕加施堆肥及敷蓋	
D	種植瓜地馬拉草乙年後植茶並加敷蓋	
E	對照區（不處理）	

3.實施步驟：辦理茶樹更新，並完成各項試驗前調查工作後，依處理別訂定茶樹種植時期，並安置各項試驗材料，分年進行各項調查統計工作。

4.調查記載項目：

- (1)茶樹生育調查：樹高、樹冠、幹徑。
- (2)茶芽農藝性狀調查：葉長、葉寬、葉厚、葉面積、節間長、節間徑、密度與百芽重等。
- (3)茶菁收量與製茶品質。
- (4)土壤特性與葉片分析。
- (5)根系發育。
- (6)土壤線蟲密度調查。
- (7)成本與利弊分析。

三、試驗結果及討論

本試驗於69年開始實施，從各項調查資料中，顯示各處理對坡地幼木茶樹之生育有明顯之差異。茲將本試驗各項調查結果，經統計分析整理如次：

(一)茶樹生育調查：

表一 不同處理對茶樹樹高、樹冠、幹徑之影響

Table 1. The influence of height,density and diameter of tea plant in different treatments

處理 及 代 號 Item Treatment	剪 枝 後 After pruning			剪 枝 前 Before pruning			生 長 量 Growth rate		
	樹 高 (cm) Height of bush	樹 冠 (cm) Density of bush	幹 徑 (cm) Diameter of bush	樹 高 (cm) Height of bush	樹 冠 (cm) Density of bush	幹 徑 (cm) Diameter of bush	樹 高 (cm) Height of bush	樹 冠 (cm) Density of bush	幹 徑 (cm) Diameter of bush
A敷 蓋 Mulching	41.56	31.52	1.70	74.19 ^b	58.80 ^b	2.43 ^a	32.63	27.28	0.73
B堆肥及敷蓋 Compost and mulching	41.59	28.94	1.50	73.22 ^b	56.56 ^b	2.16 ^b	31.63	27.62	0.66
C深層耕加施堆 肥及敷蓋 Deep-cultiv- ated compost and mulching	40.67	29.74	1.60	74.80 ^b	57.81 ^b	2.25 ^{ab}	34.13	28.07	0.65
D種植瓜地馬拉 草乙年後植茶 並加敷蓋 Planted "Gu- atamala" gr- ass one year then planted tea bushes and mulching	49.25	37.10	1.39	80.52 ^a	71.09 ^a	2.43 ^a	31.27	33.99	1.04
E對照區(不處理) Check	43.13	30.56	1.60	72.75 ^b	55.63 ^b	2.24 ^{ab}	29.75	25.07	0.64

1.剪枝後係71年初剪枝後調查資料，剪枝前係於71年12月剪枝前調查資料。

The data after pruning was in January 1982, and before pruning was in December 1982.

2.表中有相同小寫英文字母者，表示未達5%差異顯著水準。

The same letter are not significantly different at 5% level.

茶樹生育樹高、樹冠、幹徑不同處理間有明顯之差異，且均較對照區處理為佳，尤以敷蓋區，深層耕加施堆肥及敷蓋區，種植瓜地馬拉草乙年後植茶並加敷蓋區等三處理最佳，而B處理堆肥加敷蓋區，雖亦較對照區略佳，但差異較小，其原因可能係受堆肥每年施用一次，施用時翻動土壤，破壞幼木茶樹根系，影響茶樹生育所致；抑或本試驗所採用之堆肥係經處理後之化成堆肥，經常施用後堆肥積在土層20公分處，堆肥後發酵作用導致對根系有害之原因，有待進一步加以探討。

(二)茶芽密度與百芽重：

表二 不同處理間茶芽密度與百芽重之比較

Table 2. Comparison the density of tea buds and the weight of 100 shoots from treatments

處 理 Treatment	茶 芽 密 度 (No./30×30 cm) Density of tea buds	百 芽 重 (一心二葉) Weight of 100 shoots (1 bud 2 leave)
A. 敷 蓋 Mulching	26.43 ^b	104.25 ^b
B. 堆肥加敷蓋 Compost and mulching	26.15 ^{b^c}	103.25 ^b
C. 深層耕加施堆肥及敷蓋 Deep-cultivated, compost and mulching	27.70 ^a	107.75 ^a
D. 種植瓜地馬拉草乙年後植茶並加敷蓋。 Planted "Guatamala" grass one year. then planted tea bushes and mulching	28.85 ^a	107.00 ^a
E. 對 照 Check	25.23 ^c	101.50 ^b

表中相同小寫英文字母者表示未達5%差異顯著水準。

The same letter are not significantly different at 5% level.

茶芽密度各處理均較對照區為佳，其中A、C、D三處理與對照區比較均達5%顯著水準，C、D處理與A處理比較亦達5%差異顯著水準。由此可見，在茶芽密度與百芽重方面，處理間以C、D處理效果佳，其次為A、B處理，而以對照區較差。因茶芽密度與百芽重為影響茶菁收量之重要因子，如茶芽密度愈高百芽重愈重，則茶菁收量自然亦較高，兩者有密切之關係。故由資料中分析，坡地更新茶園應用不同處理對茶樹生育確有較佳的效果。

(三)茶芽農藝性狀調查：

茶芽特性調查，如表三所示，每年調查三次，經統計分析，處理間除葉厚、節間徑、節間長雖有差異但不顯著外，葉長、葉寬、葉面積，處理間均有顯著之差異，其中葉長以B處理最長，其次依序為A，C，D，E。葉寬亦以B處理最寬，其次依序為D，A，C，E。至於葉面積仍以B處理最大，其次依序為D，A，C，E處理。由茶芽葉部性狀觀之，各處理均較對照區為高，其中尤以B處理茶芽性狀差異最大。惟B處理茶芽性狀雖較其他處理高，但由表一、表二觀之，其茶芽雖較大，但樹高、樹冠、茶芽密度並未較其他處理高，故其茶菁收量與其他處理比較並無較佳之反應。

表三 不同處理茶芽農藝性狀調查比較

Table 3. Comparison of the characteristics of tea buds from treatments

處 理 Treatment	葉 長 (cm) Leaf length	葉 寬 (cm) Leaf width	葉 厚 (mm) Leaf thickness	節間 長 (cm) Length of internode	節間 徑 (cm) Diameter of internode	葉 面 積 (cm) Leaf area
A. 敷 蓋 Mulching	6.76	2.81	0.22	1.17	2.10	13.41
B. 堆肥及敷蓋 Compost and mulching	6.88	2.89	0.22	1.18	2.13	14.07
C. 深層耕加施堆肥及敷蓋 Deep-cultivated, compost and mulching	6.69	2.80	0.22	1.14	2.12	13.25
D. 種植瓜地馬拉草乙年後植 茶並加敷蓋 Planted "Guatamala" grass one year then planted tea bushes and mulching	6.64	2.79	0.22	1.25	2.20	13.93
E. 對 照 區 Check	6.56	2.61	0.22	1.04	2.07	13.05
L.S.D 5 %	0.12	0.06	N. S.	0.08	0.04	0.41
L.S.D 1 %	0.17	0.09	N. S.	0.12	0.05	0.58

(四) 茶菁收量：

表四中72年度茶菁收量以A，B，C，E處理各別比較，各處理間以C處理最高，較對照區可增加14.3%之產量，其次為A處理較對照區增加10.4%，再次為B處理，雖亦較對照區為高，但僅增加4.2%，經統計分析與對照區間未達5%顯著水準，而A，C處理則達5%差異顯著水準。另就71年度資料，以A，B，C，D，E處理分別加以比較，A，B，C，E處理結果與71年度資料相符，仍以C處理最高，其次為A，B處理。惟若與D處理加以比較，則D處理均較其他處理為高。由此顯示，本試驗就茶菁收量而言，各處理區與對照區間之效果，除B處理外，各處理均達5%差異顯著水準。

(五) 地下部根系發育調查：

茶樹地下部根系發育與肥料之吸收，及與地上部之生育均有直接之關係，且對養分之吸收，在根群中以鬚根之吸收率較強，故茶樹生育之良否，根系之發育為主要考慮因素之一。同時據日本有關報告⁽¹²⁾稱，茶樹鬚根若在心土層分佈多時，就容易吸收利用移動心土層之硝酸態氮素，根較淺的茶樹對硝酸態氮素之吸收就困難，因此在更新茶園時，務須深耕翻動土壤，作成較深之有效土層，促使根部能深入土中，增加肥效，且使茶園排水及通氣性良好，以免土壤中缺氧，而影響茶樹養分之吸收與茶樹之生育，尤其在坡地更新茶園表土層較淺時，尤須注意及此（載於日本靜岡縣茶業試驗場報告，小川茂）。從上述資料報告資料中，本試驗為求加以證實，並為本試驗之結果，求一理論之依據，以資解釋何以本試驗採行之不同處理對茶樹生育、茶菁收量有較佳之處理效果，特將試驗區之茶樹地下部予以挖掘，調查根系發育情形，經統計分析列如表五，分別列出各處理之根長（實際長度平均），根深（根伸展深度），根幅（根之橫長、寬度），根徑（根之基部直徑），發根數（每株根之發根數），根重（每株根之總量）以資比較。結果根長之發育情形，各處理間比較依序為C，D，A，B，E，根深依序為C，D，B，A，E，根幅依序為C，D，B，A，E，根徑依序為B，A，C，D，

表四 茶菁收量比較表

Table 4. Yield of tea leaves in different treatments

處 理 Treatment	72 年 度 1983			71 年 度 1982		
	產 量 (g) Yield	指 數 % Index	次 第 Grade	產 量 (g) Yield	指 數 % Index	次 第 Grade
A. 敷 蓋 Mulching	7,638.75 ^{ab}	110.4	2	3,348.75 ^b	117.0	3
B. 堆肥加敷蓋 Compost and mulching	7,214.25 ^{bc}	104.2	3	3,139.25 ^{bc}	109.7	4
C. 深層耕加施堆肥及敷蓋 Deep-cultivated, Compost and mulching	7,910.25 ^a	114.3	1	3,384.75 ^b	118.3	2
D. 種植瓜地馬拉草乙年後植 茶並加敷蓋 Planted "Guatamala" grass one year then planted tea bushes and mulching				4,414.25 ^a	154.3	1
E. 對照區 (不處理) Check	6,921.08	100.0	4	2,861.75 ^c	100.0	5

表中有相同小寫英文字母者表示未達 5 % 異顯著水準。

Values within a column followed by the same letter are not significantly different at 5 % level.

表五 處理間根系發育比較

Table 5. Comparison of root development in different treatments

處 理 Treatment	根 長 (cm) Length of root	根 深 (cm) Depth of root	根 幅 (cm) Width of root	根 徑 (cm) Dimeter of root	發 根 數 (No) Number of root	總 根 重 (g) Tota weight of root
A. 敷 蓋 Mulching	44.95 ^{ab}	20.75 ^b	24.75 ^c	1.71 ^a	27 ^a	259.00 ^a
B. 堆肥加敷蓋 Compost and mulching	43.35 ^{ab}	24.25 ^b	28.50 ^b	1.85 ^a	18 ^c	187.00 ^b
C. 深層耕加施堆肥及敷蓋 Deep-cultivated, Compost and mulching	49.00 ^a	30.75 ^a	34.00 ^a	1.67 ^a	20 ^c	237.75 ^{ab}
D. 種植瓜地馬拉草乙年後植 茶並加敷蓋。 Planted "Guatmala" grass one year then planted tea bushes and mulching	48.30 ^{ab}	30.75 ^a	32.50 ^a	1.62 ^a	26 ^a	225.75 ^{ab}
E. 對照 (不處理) Check	42.75 ^b	20.25 ^b	30.00 ^b	1.59 ^a	20 ^b	181.75 ^b

表中有相同小寫英文字母者表示未達 5 % 差異顯著水準。

Values within a column followed by the same letter are not significantly different at 5 % level

E，發根數依序爲A，D，C，E，B，根重依序爲A，C，D，B，E。而就各處理而言，A處理敷蓋區根系之發育，其根重、發根數，均較其他處理爲高，且與對照區差異達5%之顯著水準，但根長、根深、根幅、根徑則較差，與對照區無顯著差異，此表示敷蓋處理對茶樹之根系生長有直接之效應，惟因未經深層耕或其他處理，故根系發育範圍局限在表土層（20公分）中，然因茶樹尚屬幼木期，雖其根系未能伸展至底土層，但反應於地上部茶樹生育與茶菁收量，本處理之效應雖非最佳，但僅次於C，D處理，仍有較佳之效果。其次就B處理堆肥加敷蓋區而論，除根重、根徑、根深、根長較對照區略高外，發根數與根幅，並未高於對照區，亦比其他處理區爲差，故其他地上部茶樹生育及茶菁收量，僅較對照區略高，並無明顯之效果。究其原因，可能與本試驗處理方式有關，因堆肥加敷蓋區處理時，堆肥係每年於冬季作業後（元月份）施用乙次。理論上，施用堆肥可增加土壤有機質，對土壤物理性質與茶樹應有較佳之效果，然事實並非如此，乃係因每年施用堆肥時，必須挖土20公分深，再施堆肥，而挖掘時損及茶樹之鬚根，致影響茶樹之發育所致。依此推論，坡地茶園更新時，除在定植前，宜在種植溝內施用腐熟之堆肥與廐肥外，幼木期間似不宜連續施用堆肥，否則不但不經濟，對茶樹生育亦無較佳之效果。再次論C處理深層耕加施堆肥及敷蓋區，其根長、根深、根幅均較其他處理爲高，根徑與各處理間差異不顯著，根重僅次於敷蓋區，發根數次於A，D處理，顯示更新茶園經深層耕後，對茶樹根系之發育，不僅根長較長，根深較深，亦可伸展至底土層，較其他處理加10公分之深度，根幅亦較大，可增加10公分之寬，故其發根數雖較少，但茶樹之生育仍有較佳之效果，因此A，B，C三處理中仍以C處理產量最高。另就D處理種植瓜地馬拉草乙年後植茶並加敷蓋區而論，不論根長、根深、根幅抑或發根數、根重，在各處理間比較，雖無一項屬最高，但卻均介於第二位、第三位之間，顯示其根系發育甚爲平均，尤其發根數與C處理比較達5%差異顯著水準，而其他項目與C處理比較雖較差，但未達差異顯著水準，爲此，其地上部之發育與茶菁收量不僅較其他處理高，亦較C處理高出甚多；此與本分場李振昌氏就錫蘭考察報告⁽⁴⁾有關種植瓜地馬拉草乙年後植茶，可改善土壤物理性之結論相符合。而本項處理，將更新茶園種植瓜地馬拉草乙年後植茶，並將地上部刈取作爲敷蓋材料，其後每年將區外之瓜地馬拉草刈取再作爲敷蓋材料，可以說兼具有深層耕與敷蓋處理之效用，故其對坡地更新茶園幼木茶樹有較佳之處理效果，其原因，除了上述之因素外，種植瓜地馬拉草一年當亦有其效應。總之，從上述分析資料，可以看出本試驗各處理區，地上部之差異實可從地下部根系之發育獲得最佳之說明，而且與理論互相脗合。

(七) 葉片分析

就表六有關土壤特性分析資料⁽¹⁰⁾，本試驗區表土質地介於壤土與砂質壤土之間，而各處理間土壤分析結果，表土層有機質含量以D處理最高，其次爲B處理，再次爲A，C處理，各處理均較對照區爲高；底土層各處理間之差異甚小。至於pH值，各處理表土層依序爲B，D，A，E，C。假比重表土層各處理依序爲B，C，D，A，E，而在土壤全氮、有效性磷、鉀、鈣、鎂均比對照區高，顯示更新茶園土壤經處理後，土壤理化性質有改善之現象。表七中有關茶樹葉片分析資料各處理結果無明顯之差異。

(八) 製茶品質調查：

從表八中各處理間紅茶品質，平均以對照區較佳，其他各處理則無差異，惟對照區較其他處理雖有較佳之品質，但差異仍不大。對照區紅茶品質較其他處理品質略高原因，係因茶樹經處理後，茶芽發育快，且水份含量較高，故在製茶品質上略差於對照區，惟因差異不大，在經濟效益上並無顯著之影響，如能在製造過程上加以注意，即能使其影響程度減低，無須特別加以顧慮。

表六 土壤特性調查
Table 6. Soil physical- chemical properties of all treatments

項 目 Item		處 理 Treatment	A. 敷 蓋 Mulching	B. 堆肥加敷蓋 Compost and mulching	C. 深層耕加施堆肥及敷蓋 Deep-cultivated Compost and mulching	D. 種植瓜地馬拉草一年後 種植茶並加敷蓋 mulching	E. 對照區 (不處理) Check
機械組成 % Mechanical Composition	砂 粒 sand	表土 Surface soil	50.32	51.32	46.82	52.57	53.07
		底土 Subsoil	49.07	51.07	46.82	48.07	51.32
	粉 粒 silt	表土 Surface soil	31.50	29.75	25.75	29.50	29.25
		底土 Subsoil	27.50	27.50	27.25	26.50	25.75
	粘 粒 clay	表土 Surface soil	18.19	18.94	27.44	17.94	17.69
		底土 Subsoil	23.44	21.44	25.95	25.44	22.94
	質地 texture	表土 Surface soil	L	L	SCL	SL	SL
		底土 Subsoil	L	L	SCL	SCL	SCL
pH	表土 Surface soil		4.61	5.08	4.27	4.62	4.51
	底土 Subsoil		4.47	4.67	4.71	4.52	4.55
O.M. %	表土 Surface soil		4.53	4.68	4.15	4.69	4.06
	底土 Subsoil		3.93	3.87	3.87	3.93	3.86
T _s N. %	表土 Surface soil		0.21	0.21	0.19	0.21	0.71
	底土 Subsoil		0.15	0.15	0.13	0.14	0.14
P ₂ O ₅ ppm	表土 Surface soil		26	59	34	32	20
	底土 Subsoil		12	11	10	11	10
K ₂ O ppm	表土 Surface soil		176	186	205	174	140
	底土 Subsoil		71	47	76	52	29
Ca ppm	表土 Surface soil		118	520	295	127	100
	底土 Subsoil		79	123	99	87	77
Mg ppm	表土 Surface soil		19	32	20	16	15
	底土 Subsoil		20	19	18	11	15
真比重 g / cc. particle density	表土 Surface soil		2.26	2.28	2.28	2.19	2.19
	底土 Subsoil		2.31	2.39	2.30	2.22	2.27
容積重 g / cc. Bulk density	表土 Surface soil		1.26	1.34	1.33	1.30	1.24
	底土 Subsoil		1.32	1.31	1.31	1.32	1.28
水 份 % Soil moisture	表土 Surface soil		25.38	25.72	24.74	24.92	24.71
	底土 Subsoil		23.25	24.28	21.58	23.73	23.15

表七 葉片分析資料

Table 7. Chemical composition of leaves

處 理 Treatment	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
A. 敷 蓋 Mulching	5.27	0.40	2.28	0.44	0.71
B. 堆肥加敷蓋 Compost and mulching	5.41	0.41	2.35	0.57	0.81
C. 深層耕加施堆肥及敷蓋 Deep-cultivated, compost and mulching	5.44	0.39	2.30	0.44	0.75
D. 種植瓜地馬拉草乙年後植茶並加敷蓋 Planted "Guatamala" grass one year then planted tea bushes and mulching	6.04	0.41	2.40	0.44	0.73
E. 對照區(不處理) Check	5.58	0.41	2.30	0.42	0.69

表八 官能審查各處理紅茶品質之比較(總分: 100)

Table 8. Comparison of black tea quality of all treatments (Total score : 100)

處 理 Treatment	春 茶 Spring crop	夏 茶 Summer crop	秋 茶 Fall crop	合 計 Total	平 均 Average
A. 敷 蓋 Mulching	69.5	80.3	77.7	227.5	75.8
B. 堆肥加敷蓋 Compost and mulching	68.0	80.0	78.0	226.0	75.3
C. 深層耕加施堆肥及敷蓋 Deep-cultivated, compost and mulching	68.5	80.2	78.7	227.4	75.8
D. 種植瓜地馬拉草乙年後植茶並加敷蓋 Planted "Guatamala" grass one year then planted tea bushes and mulching	69.5	79.6	78.6	227.7	75.9
E. 對照區(不處理) Check	70.5	79.5	80.0	230.0	76.7

(九) 土壤線蟲密度調查：

據李振昌氏錫蘭考察報告⁽⁴⁾稱，更新茶園種植瓜地馬拉草後，土壤中線蟲發生密度會顯著減少，另據日人增田清志及金子武兩氏之報告⁽¹⁴⁾，茶園使用殺線蟲劑後，不但可顯著減少土壤中線蟲之密度，及促進幼木茶園新枝梢重百分之五十以上，同時亦有增加單位面積之茶芽數及百芽重之現象。又據臺灣省茶業改良場進行成木茶園線蟲防治試驗結果，對於茶菁收量約可增加百分之十，同時土壤中有害線蟲有顯著地減少⁽⁷⁾。本試驗為證實此說，並了解各處理茶園土壤線蟲密度發生情形，以資佐證，各處理之間地上部與地下部有顯著差異之原因，經採土分析結果列如表九，顯示各處理間線蟲發生密度以種植瓜地馬拉草區密度最低，較對照區減少75%，與錫蘭考察報告相同，其次為敷蓋區較對照區減少53%，而深層耕加施堆肥及敷蓋區則可減少30%，惟堆肥加敷蓋區與對照區比較則無明顯差異。

由此論之，除種植瓜地馬拉草區有降低土壤中線蟲發生密度外，純敷蓋處理亦有降低土壤線蟲發生密度之現象；但若敷蓋加施堆肥時則無此種效果。另依農林廳編印茶樹保護專輯第五節茶園線蟲報告⁽⁷⁾指稱，半環狀線蟲及螺旋狀線蟲已經確認對茶樹根部有害，只是其為害病徵很難識別而被忽視。由上面之敘述，可以了解茶樹地下部根系之發育與土壤線蟲發生密度有密切之關係，亦即表示土壤中線蟲密度愈低，根系發育愈佳，地上部萌芽數、百芽重、茶菁收量或新枝梢重亦相對增加；而本試驗各處理間地下根系亦有明顯之差異，其差異情形與表九土壤中線蟲密度差異情形一致，亦即處理間線蟲密度低者，根系發育較佳，線蟲密度較高者，根系發育較差，表現於地上部之反應亦同，此種結論與日人增田清志，金子武兩氏之報告不謀而合，值得參考。惟種植瓜地馬拉草區何以會顯著地減少土壤中線蟲發生密度，由於缺乏具體資料可資參循，無法據以說明；可能係瓜地馬拉草根部分泌某種物質，有抑制線蟲發生之效果，然此種說法僅係推論而已，尚待進一步加以研究探討。

表九 各處理土壤線蟲密度比較
Table 9. Numbers of soil nematodes from all treatments

處 理 Treatment	土 深 (0 ~ 15 cm) 50 g 土 壤 soil depth (0 ~ 15 cm) 50 g of soil				
	半環狀線蟲 Hemicriconemoides kanayaensis	螺旋狀線蟲 Helicotyle- nchusery- thrinea	環 狀 線 蟲 Criconem- oides sp.	合 計 Total	指 數 Index
A. 敷 蓋 Mulching	11	12	0	23	47
B. 堆肥加敷蓋 Compost and mulching	25	19	2	46	95
C. 深層耕加施堆肥及敷蓋 Deep-cultivated, com- post and mulching	22	11	1	34	70
D. 種植瓜地馬拉草乙年後植 茶並加敷蓋 Planted "Guatamala" grass one year then planted tea bushes and mulching	9	3	0	12	25
E. 對照區 (不處理) Check	34	14	0	48	100

附註：

1.敷蓋區所用之材料，因稻草成本過高，每公頃每年敷蓋乙次計需 70,000 元以上，故本試驗所用之敷蓋材料，並未採用稻草，而以自植之瓜地馬拉草用之，故成本列 25,000元，僅計算工資、管理費用以及土地費用等。

2.堆肥每年施用一次，每次兩萬公斤，採用市售垃圾堆肥，每公頃含堆肥成本、施用工資，計需 120,000 元，基肥則需 240,000 元。

3.深層耕，以機械作業方式計算每公頃至少需 60,000 元，如以人工作業尚不止此數。而目前本省深層耕係用挖土機翻挖土壤，與深層耕意義不盡相符。目前日本已有採用手爪式挖土機實施深層耕，惟坡地茶園使用機械深層耕，受道路農路之限制，仍有實際之困難。

4.種植瓜地馬拉草係將整地後之更新茶園種植瓜地馬拉草，行株距 30×30 公分等高線種植。然後割取瓜地馬拉草，一年割三次，曬乾供敷蓋材料之用。

(+) 成本效益分析：

表十 不同處理成本費用分析比較

Table 10. Analysis of cost from different treatments

處 理 Treatment	敷 蓋 (元/公頃) Mulching (NT\$/ha)	堆 肥 (元/公頃) Compost	深 層 耕 (元/公頃) Deep- cultiv- ated (N.T\$/ha)	更新當年 之費用 (元/公頃) Cost of the frist year (NT\$/ha)	第二、三、四 年之費用 (元/公頃) Cost of the 2nd, 3 rd, 4th year (NT\$/ha)	總 計 (元/公頃) Total (N.T\$/ha)
A. 敷 蓋 Mulching	25,000			25,000	75,000	100,000
B. 堆肥加敷蓋 Compost and mulching	25,000	240,000		265,000	435,000	700,000
C. 深層耕加施堆肥及敷蓋 Deep-cultivated, com- post and mulching	25,000	240,000	60,000	325,000	435,000	760,000
D. 種植瓜地馬拉草乙年後植 茶並加覆蓋 Planted "Guatamala" grass one year then planted tea bushes and mulching	60,000			60,000		60,000

上述各處理成本分析，以C處理需760,000元成本最高，其次為B處理700,000元，而以A,D處理較低，僅需100,000元及60,000元，顯示各處理間成本效益有顯著之不同，對更新茶園有很大之影響。在更新時，如採用B，C處理之方式，除了土地改良費用外，另加上挖掘老茶樹、整地植茶、幼木期管理費用等，每公頃即需投資1,000,000元以上。在現階段情況下，一般茶區增加高成本之投資，在應用上有極大之困難。而造成B，C處理成本高的原因，主要為施用市售化成有機肥數量多，且成本較高所致。事實上依據試驗資料分析，多量施用堆肥區對茶樹生長並無明顯之影響。為此今後茶園更新時，除施用有機肥作基肥外，幼木期不宜大量連續施用堆肥，且為降低成本，堆肥宜選擇成本較低者，或指導茶農自行調製腐熟堆肥⁽⁷⁾，以期降低生產成本。另有關C處理之深層耕方式，因深層耕對坡地茶園土壤物理性亦具有改良效果^(10,16)。如茶園有農路可資連絡時，可應用大型機械實施深層耕⁽¹⁰⁾。惟茶園若無農路，且大型機械無法到達時，深層耕則很難施行，至於敷蓋處理對於茶樹生長與茶園土壤均有較佳之效果^(11,19)。本試驗採用自植瓜地馬拉草割取地上部供做敷蓋用，其特點為瓜地馬拉草以莖葉繁殖，極易種植，深根、無病蟲害、生育力強，地上部莖葉年可割取2~3次，年割量五~八萬公斤，除做為敷蓋材料兼可做飼料用。在山坡地栽培時，可利用山坡畸零地、埂道、區邊預留空地等方式種植，不僅可解決敷蓋材料來源不易之難題，且因省時省工，成本又低，甚具利用價值。

據吳氏論述茶園更新時，即曾指出，更新茶園宜有一年之休閒，並行土壤消毒，再植綠肥，以恢復地力⁽¹⁰⁾，此與本試驗以種植瓜地馬拉草乙年後植茶並加敷蓋處理有相似之處，其結果對茶樹生育及土壤改良確有較佳之效果。惟兩者主要不同點，乃種植之作物不同，綠肥屬豆科作物，瓜地馬拉草屬禾本科；豆科綠肥有固氮作用，與增加土壤有機質，但其根系較淺，適應力較差。目前本省茶園推廣應用之綠肥品種，在平地茶園以栽植黃花魯冰為主^(7,13)，山坡地茶園因土壤條件較差，豆科綠肥栽植限制因子較多，故栽植瓜地馬拉草與豆科綠肥比較，實有較多之好處，值得推廣。

惟坡地茶園實施更新時，除必須考慮成本因素外，尚須依不同狀況之土壤條件予以考量最適當的處理方法⁽³⁾，茲為便於說明，特將本試驗各處理之利弊以及今後最適宜採行之方法，列表說明如表十

一及表十二，以爲更新茶園時處理方法之參考。

表十一 坡地茶園土壤改良方法不同處理利弊分析

Table 11. Advantage and dis-advantage of soil amendment of tea plantation renewal on slope lands from different treatments

處 理 Treatment	茶樹生育 Tea growth	茶菁收量 Yield of tea leaves	根系發育 Root development	製茶品質 Tea quality	土壤改良 效果Effect of soil amendment	成本費用 Cost
A. 敷 蓋 Mulching	中 Medium	中 高 Mediumhigh	較 良 Better	無 影 響 No influence	佳 Good	低 Lower
B. 堆肥加敷蓋 Compost and mulching	中 下 Medium-low	中 Medium	良 Good	無 影 響 No influence	較 佳 Better	極 高 Very high
C. 深層耕加施堆肥及敷蓋 Deep-cultivated, compost and mulching	佳 Good	高 high	優 Better	無 影 響 No influence	較 佳 Better	極 高 Very high
D. 種植瓜地馬拉草乙年後 植茶並加敷蓋 Planted "Guatamala" grass one year then planted tea bushes and mulching	佳 Good	甚 高 Very high	較 優 Best	無 影 響 No influence	佳 Good	低 Lower

表十二 今後適宜採行之坡地茶園更新方法

Table 12. Hereafter, the most proper methods to renew tea plantation on slope lands should be adopted

土 壤 性 質 Soil properties	處 理 方 式 Treatment
極粘重且有硬盤土層者 Very heavy clay and hardpan	如有道路可資運行，更新時可採用機械深層耕以破除硬盤，然後於種植前施用腐熟堆肥做爲基肥，幼木期間不宜再繼續施用堆肥，坡面則須加以敷蓋。 If ther was road for tea plantation renewal, it might use machine to deep-cultivate soil and applied compost for basal manure. It couldn't use compost continuously during young tea period. It's good for mulching on slope lands.
非粘重且無硬盤土層者 Non heavy clay and non hardpan	種植前施用堆肥做基肥後，坡面敷蓋，但不可連續再追施堆肥。 To use compost as basal manure before planting tea bushes, and mulching on slope lands but couldn't use compost continuously.
非粘重且無硬盤土層，且	整地後種植瓜地馬拉草乙年後植茶，將刈取曬乾之瓜地馬拉草供作敷

不急於種茶者 Non heavy clay, non hardpan and not haste to plant tea bushes 土壤質地鬆軟較佳者 Light soil texture	蓋用，不僅成本低，且效果佳，值得採行。 To plant "Guatamala" grass one year and then plant tea bushes. Cutting Guatamala grass and drying it for mulching, that's the best way to save cost. 僅實施敷蓋即可。 Use mulching only.
備 註 Remarks	1. 敷蓋材料建議利用山坡畸零地或區邊土地，甚或留十分之一土地供 種植瓜地馬拉草，做為敷蓋之用，以降低成本，增加收入。 Mulching material with Guatamala grass on slope lands had to planted on the margin of unplanted tea area or leaved one-tenth area for planting Guatamala grass. It's the best way to save cost. 2. 堆肥宜由茶農自行預為製造施用，以降低成本。製作堆肥材料方法 ，指導茶農為之。 In order to save cost, compost should be made by tea farmers themselves. It also should be done to conduct the way to make compost for tea farmers.

誌 謝

本研究承農發會加強農村建設計畫補助經費三年並承蒙蘇博士楠榮及屈技正先澤之指導以及本分
場王兩全先生協助分析土壤線蟲暨簡數銘小姐、邱月德先生等協助統計及資料整理，均此謹致謝忱。

參考文獻

1. 王兩全．1970．臺灣茶園土壤線蟲之研究．臺灣農業季刊 6(4): 1~24。
2. 王兩全．1983．茶園土壤線蟲．茶樹保護專輯 pp. 38~47．省農林廳編印。
3. 朱惠民．1970．洪積層坡地茶園不同水土保持處理效果之研究．臺灣省農業季刊 6(1): 1~24。
4. 李振昌．1961．日本茶作研習報告 pp. 49~55．農業試驗所魚池茶業試驗分所刊行。
5. 李振昌．1967．錫蘭茶樹栽培法考察報告 pp. 9．農業試驗所魚池茶業試驗分所刊行。
6. 何信鳳、張清寬、陳盈孔．1983．坡地茶園省工經營方法比較試驗．臺灣茶業研究彙報 2: 47~61。
7. 余贊粉．1981．茶樹栽培改良要點 pp. 32~39．省農林廳編印。
8. 吳振鐸．1963．茶業．農業要覽第七輯第三篇抽印本 pp. 77~80。
9. 吳振鐸．1964．日本的茶業．平鎮茶業試驗分所調查報告第三號 pp. 10~25。
10. 吳振鐸．1980．臺灣農家要覽上册茶葉篇 pp. 523~530，pp. 1382~1383．豐年社發行。
11. 徐英祥、吳振鐸．1968．敷蓋對幼木茶樹生長及製茶品質以及溫濕度之影響．中華農學會報 新 11: 67~77。
12. 徐英祥．1983．肥料之吸收及流失．茶訊 72(5): 41~50。(譯作)
13. 徐英祥．1972．茶園耕作法改良要點 pp. 9~23．省農林廳編印。

14. 湯文通・1951・作物栽培原理 pp.240~260・臺灣大學農學院刊行。
15. 陳振鐸・1967・土壤物理學 pp.191~282・正中書局。(譯作)
16. 常昭鳴、徐英祥・1971・機械更新衰老茶園試驗研究・農工學報 17(1):1~16。
17. 張魯智・1965・試驗技術講義 pp.36~57・國立臺灣大學。
18. 農業試驗所・1981・作物需肥診斷技術 pp.9~30 臺灣省農業試驗所編印。
19. 蔡俊明、朱惠民・1983・敷蓋材料對茶樹生長之影響・臺灣茶業研究彙報 2:84~96。
20. 日本靜岡縣立茶業試驗場・1979改新植に關する試験・靜岡縣茶業技術研究報告第七號。
21. 金子武、一戶稔・1963・茶に寄生する線蟲の種と2,3の生態的知見・日本應用動物昆蟲學會誌 7(3):165~174。
22. 増田清志、金子武・1963・茶園土壤線蟲の防除效果について・日本茶業技術研究報告第28號。
23. Russell, S. J., D.Sc and F.R.S. 1939. Soil management. Tea Research Institute of Ceylon. Tea Quarterly 7:16~23。
24. Templer, J.C. and J.S.E. Machaga 1978. Pre-planting tea land to guatamala grass . Tea in East Africa 1:16~17。

STUDIES ON THE METHODS OF SOIL AMENDMENT OF TEA PLANTATION
RENEWAL ON SLOPE LANDS*Hsin-Feng Ho¹ Ching-Kung Chang² Tung-Yao Tsai³*

To study on economical and effective renewal of tea plantation on slope lands, five treatments were designed—A. Mulching B. Compost and mulching C. Deep-cultivated, compost and mulching D. Planted "Guatamala" grass one year then planted tea bushes and mulching E. Check (untreatment)¹, and it was designated as treatment A, B, C, D, E. therefore. The results were summarized as follows.

1. The height, diameter, weight per 100 young shoots and density of tea shoot were best in treatment D, C. In treatment D, C. the difference was significantly different at 5% level in comparison with those from other treatments. The treatment of D, C, A significantly increased the yield of tea leaves by 54.3%, 18.3%, 17% respectively as compared with that of the untreatment.
2. There was obvious effect on root-development among treatments. The length, the depth and width of roots were well developed in treatment D, C, and the difference was significantly different at 5% level as compared with that of the untreatment. The number and total weight of roots in treatment A, C, D were better than untreatment. It was evident that the better the tea bushes, the more healthy the roots.
3. In treatment B, to use compost 40 ton/ha as basal manure and applied compost 20 ton/ha every year, there was no effect on the growth, the yield and root-development of tea bushes, but the cost was over seven times as compared with that of A treatment.
4. Planting "Guatamala" grass showed its effect on inhibiting the density of soil nematodes. The treatment of D, A, C, B significantly decreased the density of nematodes by 75%, 53%, 30%, 5% respectively as compared with that of the untreatment.
5. The tea bushes were planted from 12 to 15 degree slope. The distribution of roots was in the range from 15 to 30 cm of soil and most of the roots were distributed in lower-slope side. The ratio of total roots between upper-slope and lower-slope was 1:2 so the site of fertilizer application had to pay more attention.
6. "Guatamala" grass belonged to Gramineae and reproduced by root and stem it was easily planted and well developed. The height of bushes was above one meter and the depth of roots was 40-60 cm. It had no pests and diseases and two or three crops a year. The yield of Guatamala grass was 50-80 ton/ha per year. It could be used for mulching materials and feeding. And it was also suitable for cultivation on slope lands.

1, 2, 3, the Director, Agronomist, Research Assistant, respectively. Yu-Chiu Substation, TTES, Yuchia, Nan Tao Hsien, Taiwan, 554, R.O.C.