

不同覆蓋作物對茶園土壤環境 及茶樹生長之影響

I、對茶園環境之影響

陳信言¹ 鄭混元¹ 范宏杰¹ 謝清祥²

摘 要

本研究利用 Golden Glory 及 Amarillo 二種多年生花生品系、大葉爬地藍及雷公根與無覆蓋處理（對照），進行不同覆蓋作物對於茶園土壤環境及茶樹生長影響之探討。結果顯示，Golden Glory 的根系於土壤中呈密實網狀分佈，應可防止茶園土壤沖蝕，且植株快速生長的特性，也提供了能忍受高密度割刈，並迅速恢復地表覆蓋，達到控制雜草生長的目的，使雜草年生長量較對照區減少 78.1%~85.4%，Amarillo 品系則次之。又 Golden Glory 覆蓋區下 10 cm 及 20 cm 土壤的夏季降溫效果分別達 7.74% 及 6.66%，大葉爬地藍次之。地表下 10 cm 的日夜高低溫差變化亦以 Golden Glory 最小，變動率為 3.08%，但在大葉爬地藍及對照區的變動率則分別為 5.15% 及 9.79%。在台茶 12 號茶園內種植 Golden Glory 及大葉爬地藍一年後，不論表土或底土之酸鹼度及有機質含量，均較其他處理區顯著增加。又 Golden Glory 及大葉爬地藍在改善茶園土壤硬度，均有良好表現。

關鍵字：茶樹、覆蓋作物、多年生花生、土壤環境

前 言

覆蓋作物有助於改善耕地土壤環境，包括穩固土壤減少雨水侵蝕、抑制雜草萌生、維持土壤水分、降低土壤高低溫差、增加土壤有機質、養分及礦物元素、土壤團粒構造孔隙度等（鄭，2001；陳及王，2004；柯，2004）。茶園坡面植草後，土壤流失量以植百喜草區流失最少為 0.125 公分/年，較部分自然植被處理為低，而淨耕區流失最多可達 1.125 公分/年（陳等，1996）。茶園種植百喜草割取覆蓋茶樹根部，實測土壤硬度僅 3.4 kg/cm² 最鬆，但噴殺草劑（對照）土壤硬度達 9.375 kg/cm² 最硬化，可見種植百喜草因根部伸入土層有改善土壤物理性效果，土壤水分及春茶收量較覆蓋稻草為低，可能百喜草因天旱與茶樹競爭水分有關（馮及莊，1992）。茶園間種百喜草加圓葉決明（*Chamaecrista*

1. 行政院農業委員會茶業改良場台東分場 副研究員兼製茶課長、副研究員兼茶作課長、助理研究員。台灣 台東縣。

2. 國立屏東科技大學農園生產系教授。台灣 屏東縣。

rotundifolia), 經三年對茶園土壤流失量觀測結果, 確實能逐年減少園區的土壤流失量, 茶園土壤流失厚度, 三年來依次比對照組減少流失 25.71%、36.84%及 63.16%。因所選用覆蓋作物地下根量大、分佈廣, 地上生物量大, 覆蓋率高, 可有效阻截雨水, 降低逕流流速, 有效地減緩地表水土流失, 增加土層蓄水量 (黃等, 2002)。

覆蓋作物會消耗土壤養分, 但適當的經營管理, 可使土壤養分的淨損失為零, 且覆蓋作物的殘株, 可增加土壤有機質 (Jackman, 1964; Leason and Clapp, 1972)。以豆科植物做為綠肥作物, 因豆科植物根部有根瘤菌共生, 可固定空氣中的游離氮素, 使土壤在不施加氮肥的情況下, 即可以自行固定空氣中氮素, 以及截取土壤中流失或淋洗的養分, 無須額外補充肥料 (吳及連, 2005; Chung et al., 2000)。近年來國外把多年生花生 *Amarillo* 推廣於果園草生栽培, 作為覆蓋作物, 頗為成功, 例如在夏威夷就有許多咖啡、香蕉、棕櫚園種植 *Amarillo* 花生。可與根瘤菌共生, 固定空氣中氮素, 增加土壤氮素來源, 最適合缺氮肥或缺有機質的土壤應用 (College of Tropical Agriculture and Human Resources, 2005)。而且多年生花生 *Amarillo* 被覆地表, 可截阻雨點打擊, 不僅抑制土壤沖蝕, 同時防除雜草, 降低管理成本, 並且在新陳代謝過程中, 增加土壤有機質, 根系枯死腐爛後, 增加土壤的孔隙度, 使土壤透氣性及雨水入滲率提高, 改良土壤理化性質, 緩和微氣候及地溫之變化, 有益果樹生長 (吳及連, 2005)。

茶園間種多年生花生 *Arachis pintoi* 對土壤溫度的影響, 試驗結果顯示在炎熱的夏季 (7、8 月), 能有效降低茶園土壤溫度及不同土層的土壤平均溫度, 地表及地下 5 cm、10 cm、15 cm 和 20 cm 的土壤平均降溫率分別為 20.17%、7.52%、9.78%、2.93%和 2.84% (黃等, 2002)。覆蓋作物具有緩和地溫波動之效果, 於冬寒季更具有保持土壤溫度之效, 因而對作物之生長有所助益 (鄭, 1989)。因此本試驗目的在於瞭解不同覆蓋作物在茶園的適應性及其對茶園環境的影響, 期找出能形成良好覆蓋、耐熱、耐旱、耐蔭、可多年自行繁延、不攀爬茶樹、不與茶樹養分競爭, 甚至可提高土壤肥力、增進茶葉品質的茶園覆蓋作物。

材料與方法

一、試驗材料

以蒐集並經篩選評估適合茶園種植之覆蓋作物多年生花生 *Golden Glory* (A) 多年生花生 *Amarillo* (B)、大葉爬地藍 (C)、雷公根 (D) 等 4 種材料。多年生花生 *Golden Glory*、*Amarillo* 及大葉爬地藍事先以 104 格穴盤扦插育苗, 每穴扦插 3 苗, 每苗長度約 10 cm (至少 2 個節間), 以提高育苗及定植成活率。育苗期為 40 天。

二、試區茶園之建立

試驗地點為茶業改良場台東分場, 位於台東縣鹿野鄉龍田村, 地理位置為東經 121 度 7 分 25 秒, 北緯 22 度 54 分 37 秒, 海拔高度 175 公尺。試區茶園為 2001 年 1 月新植茶園, 開闢茶園前該處為荒地雜木林。試區分為二區均為二年生幼木茶園, 分別種植台茶 12 號及青心烏龍品種。茶樹行株距均為 18 cm×50 cm。其中台茶 12 號茶園採有機栽培管理; 青心烏龍則為一般栽培管理茶園。田間試驗處理包括經篩選之覆蓋作物及無覆蓋對照區。試驗規劃二試區均採逢機完全區集設計 (RCBD), 4 重複, 試驗處理包括: (A) 多年生花生 *Golden Glory*、(B) 多年生花生 *Amarillo*、(C) 大葉爬地藍、(D) 雷公根、(CK) 對照區 (無覆蓋區), 共 5 處理。每一小區茶樹 10 株。茶園管理模式採茶業改良場編訂茶作栽培技術手冊推薦方法管理。多年生花生 *Golden Glory*、*Amarillo* 及大葉爬地藍定植茶園行間, 其行株距為 20 cm×20 cm。雷公根則於茶園周邊掘取裸根苗, 每 3 株一穴定植於茶園行間, 行株距為 20 cm×20 cm。每一處理小區計定植 480 穴。

三、調查方法

(一) 不同覆蓋作物試區土壤溫度變化

土壤溫度以自記式太陽能地溫感應器，分別埋設感應器於 10 cm、20 cm，分別於 2004 年 8 月 21 日及 10 月 2 日記錄不同覆蓋作物試區之地溫日變化，另於 2004 年 7 月 1 日至 31 日記錄不同覆蓋作物試區之地溫月變化情形。

(二) 不同覆蓋作物試區土壤水分變化

分別於 2004 年 8 月 10 日及 10 月 12 日與 2005 年 8 月 29 日測定不同覆蓋作物試區之土壤水分含量。土壤表土 (0~20 cm) 及底土 (20~40 cm) 取樣稱重、烘乾、再稱重，換算土壤含水量。

(三) 不同覆蓋作物試區土壤理化性質變化

試驗前 (2003 年 10 月) 及種植後一年 (2004 年 10 月) 採取土壤，依張愛華 (2000) 之方法分析，項目包括表土 (0-20 cm) 及底土 (20-40 cm) 有機質、pH、P、K、Ca、Mg、土壤硬度等。

- 1、土壤 pH：以玻璃電極法 (Glass electrode method) 測定，土壤取樣 20 gm 加蒸餾水 20 ml，充分攪拌後放置 1 小時，並間斷予以充分攪拌 2 次，即可用 pH 計測定其 pH 值，在插入電極前時需再予充分攪拌。
- 2、土壤有機質含量：秤取經過 1 mm 篩子篩過之風乾土壤 1 gm，置於 125ml 三角瓶中，加 10 ml 的 1N $K_2Cr_2O_7$ ，搖勻，再加 10 ml 的濃硫酸，搖勻，待冷加 80ml 蒸餾水，搖勻、靜置，待溶液澄清後，即可以 600 nm 波長進行比色，讀取讀數。
- 3、磷的測定：土壤中磷有效指數以白雷氏第一法 (Bray P_1 method) 測定之。秤取經過 1 mm 篩子篩過之風乾土壤 5 gm，置於 50 ml 三角瓶中，用吸管加入 10 ml 的 0.025N HCl-0.03N NH_4F ，加塞置於搖動機中搖動 40 秒，隨即過濾，取 5 ml 濾液於 5 ml 試管中，加入 5 滴鉬酸銨液，搖勻，次加 5 滴的還原劑溶液，搖勻、靜置 20 至 30 分鐘後，用分光比色計 650 nm 之波長測定，並由標準曲線讀取其濃度。還原劑溶液之配製為 5 gm 的 1-amino-2-naphthol-4-sulfonic acid，10 gm 的偏亞硫酸鈉 (Sodium pyrosulfite, $Na_2S_2O_5$) 于研鉢中研細混勻，再取混勻細粉 1.6 gm 溶于 10 ml 溫水中 (60°C) 溶解冷卻備用。
- 4、鉀、鈣、鎂之測定：土壤中鉀、鈣及鎂有效指數以孟立克氏法 (Mehlich's method) 測定之。秤取經過 1 mm 篩子篩過之風乾土壤 5 gm，置於 50 ml 三角瓶中，加 20ml 的 0.05N HCl-0.025N H_2SO_4 ，加塞置於搖動機中搖動 5 分鐘，隨即過濾 (濾液需澄清，否則應重濾)。此澄清液可用火焰分光計測定鉀，用原子吸光儀測定鈣、鎂。
- 5、土壤硬度：以土壤硬度計 (山中式 No.351) 測表土 (0-20 cm) 及底土 (20~40 cm) 之硬度。

(四) 不同覆蓋作物試區雜草量比較

於 2004 至 2005 年試驗期間定期以人工拔草，量稱各處理區所有雜草重量，量稱後之雜草搬離試區。

四、統計分析

各項試驗分析之數據，以 RCBD 4 重複設計，用 SAS (statistical analysis system) 電腦程式統計分析，先經變方分析確認處理間達 5% 顯著差異時，再以鄧肯氏多變域測驗法 (Duncan's multiple range test) 比較各處理間之差異。

結果與討論

不同覆蓋作物對茶園環境之影響，包括土壤溫度變化、表底土水分含量、土壤理化性質、表土硬度及雜草量比較等。除土壤溫度變化資料外，各項調查資料經進行變方分析，處理間的差異均達顯著

水準，另以鄧肯氏多變域測驗法 (Duncan's multiple range test) 比較各處理間之差異。

一、不同覆蓋作物試區土壤溫度變化

以自記式太陽能地溫感應器，分別埋設感應器於 10 cm、20 cm，記錄地溫。夏季台茶十二號茶園不同覆蓋作物試區土壤溫度日變化情形，以 2004 年 8 月 21 日 (圖一) 記錄之日溫度顯示在地下 10 cm 及 20 cm 處，都以多年生花生 Golden Glory 降溫效果最明顯，其次為大葉爬地藍覆蓋區。多年生花生 Amarillo 覆蓋區由於生長不佳覆蓋率較低，其土壤溫度變化與對照區呈現相近的趨勢。多年生花生 Golden Glory 覆蓋區，日平均溫度地下 10 cm 為 27.65 °C、地下 20 cm 為 27.33 °C，相較於對照區 29.97 °C 及 29.28 °C，降溫效果分別達 7.74% 及 6.66%。土壤地下 10 cm 日夜高低溫差以多年生花生 Golden Glory 覆蓋區變化最小，變動率為 3.08%；大葉爬地藍覆蓋區次之，變動率為 5.15%，其餘與對照區呈現相近的趨勢，對照區變動率為 9.79%；地下 20 cm 處呈現與 10 cm 處相同的趨勢。土壤溫度月變化與日變化情形有同樣趨勢 (圖二)。其與大陸所作地下 10 cm 和 20 cm 的土壤平均降溫率分別為 9.78% 和 2.84% 有同樣降溫的效果 (黃等，2002)。

秋季青心烏龍茶園之土壤溫度變化、日夜高低溫差 (圖三)，亦以多年生花生 Golden Glory 降溫效果最明顯、日夜高低溫差最小，多年生花生 Amarillo 及大葉爬地藍覆蓋區次之，其餘與對照區呈現相近的趨勢 (圖四)。多年生花生 Amarillo 在本試區降溫效果之表現較在台茶十二號試區為好，係因為其生長覆蓋率較佳的緣故。所以茶園在綠肥作物的遮蔽作用下，可以保持土壤濕度又會產生一定程度的保溫效果，使土壤的溫度變動率降低，減少土壤高低溫度差異 (Teasdale and Mohler, 1993)。巫 (1996) 在茶園間植田菁，隨著田菁高度的增加，日照強度、葉片溫度及土壤溫度都有逐漸下降趨勢。據研究茶樹適宜根溫亦受氣溫高低影響甚大，大致而言根溫相近於氣溫，較有利於新梢葉芽的生長與發育，但在過高氣溫下略為降低根溫，或在低氣溫 (15°C) 下略為提高根溫最能顯著促進新梢葉芽的生長與發育，適度維持根溫是必要的 (李，2002)。

二、不同覆蓋作物試區土壤水分變化

在台茶十二號茶園或青心烏龍茶園，種植不同覆蓋作物後，不論表土或底土其土壤水分變化差異並不顯著，顯示覆蓋作物區土壤水分含量並未因種植覆蓋作物而減少 (表一)。推測係因覆蓋時間尚短，土壤的孔隙度、團粒化構造及有機質含量增加有限，尚不能使土壤水分產生顯著差異變化，如繼續延長覆蓋作物種植時間，對於土壤水分含量應會有增高效果。據研究水份特性曲線受土壤構造之影響甚大，團粒化構造較佳者其水份特性曲線愈向上，表示土壤保水力愈強，土壤飽和導水率之高低與孔隙率成正相關 (黃，1990)。而覆蓋作物根系枯死腐爛後，可以增加土壤的孔隙度，使土壤透氣性及雨水入滲率提高，改良土壤理化性質 (陳，1979)。所以土壤表面經覆蓋與敷蓋後，會提高土壤的有效水分含量 (涂，1999)。

表一、茶園種植不同覆蓋作物土壤水分含量比較 (2004、2005)

Table 1. Comparison of the soil moisture contents among different cover crops planted in tea farm in 2004 and 2005

Date M / D /Y	Treatment	TTES No.12		Chin-Shin Oolong	
		Topsoil	Subsoil	Topsoil	Subsoil
		%			
8/10/04	A	9.83a	11.46a	16.20a	17.64a
	B	10.99a	12.07a	14.67a	15.35a
	C	7.88a	9.53a	15.92a	16.61a
	D	9.42a	10.84a	16.14a	17.51a
	CK	8.94a	9.32a	15.81a	16.01a
10/12/04	A	13.58a	14.32a	14.33a	13.75ab
	B	16.35a	10.35ab	16.37a	17.25ab
	C	14.30a	8.89b	14.16a	13.26ab
	D	11.57a	11.94ab	13.29a	12.42b
	CK	11.87a	7.52b	16.15a	17.68a
8/29/05	A	11.97ab *	12.17a	18.79a	17.24a
	B	10.94ab	10.13a	17.19a	17.42a
	C	13.08a	12.28a	15.60a	15.56a
	D	9.70b	8.83a	14.62a	15.18a
	CK	11.05ab	9.83a	16.29a	16.07a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo;

D: Asiatic Pennywort; CK: uncovered field; Topsoil: 0-20 cm, Subsoil: 20-40 cm

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

三、不同覆蓋作物試區土壤理化性質變化

連續兩年包括兩種耕作方式以及五種不同覆蓋作物處理區茶園土壤理化性質，綜合變方分析結果，表土酸鹼度、有機質、鈣、鎂與底土酸鹼度、有機質、有效性磷、鈣、鎂在年度間均有顯著或極顯著差異。表土酸鹼度、有機質、鈣、鎂與底土有效性磷、鈣、鎂在耕作間均有顯著或極顯著差異。不同覆蓋作物之表土酸鹼度、有機質與底土有機質有極顯著差異。由此顯示年度、耕作方式及不同覆蓋作物處理區土壤理化性呈明顯的變化。年度與耕作之交感顯著或極顯著，顯示不同年度在不同耕作方式表土有效性鉀與底土有效性磷及鉀也不相同。年度與覆蓋作物處理區之交感顯著，顯示不同年度在覆蓋作物處理區表土酸鹼度也不相同 (表二、三)。

台茶 12 號茶園種植不同覆蓋作物土壤理化性比較，不論表土或底土之酸鹼度在種植覆蓋作物一年後有增加之趨勢。有機質有同樣的趨勢，可以看出以多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍覆蓋區之有機質含量增加最為明顯，而且也比其他處理區呈現較高的有機質含量。覆蓋作物處理間之有效性磷、鈣、鉀及鎂含量在處理間沒有明顯的差異 (表四、五)。

青心烏龍茶園種植不同覆蓋作物土壤理化性比較，不論表土或底土之酸鹼度及有機質含量在種植覆蓋作物一年後有增加之趨勢，但未達顯著差異，與在茶園行間種植田菁、太陽麻、青皮豆綠肥作物，

有相同的結果(巫及朱, 1996)。雖然青心烏龍茶園之酸鹼度及有機質含量在處理間變化不明顯, 但也可看出土壤有機質含量在多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍處理區高於其他處理區。有效性鉀含量以種植大葉爬地藍覆蓋區呈現較高之現象。有效性磷、鈣及鎂含量在處理間則變化不明顯。從年度間可看出以慣行栽培之青心烏龍茶園有效性磷、鉀、鈣及鎂含量均有增加之趨勢, 而且高於有機栽培之台茶十二號試區, 顯然在慣行栽培區化學肥料的施用明顯增加土壤肥力, 而且呈現較高之現象(表六、七)。茶園間植綠肥作物可緩和土壤中酸鹼度變化, 土壤中有機質含量有增加現象(巫及朱, 1996)。

大陸茶園連續三年間種圓葉決明, 並進行翻埋處理, 土壤有機質含量比對照有所提高, 土壤團粒結構性狀得到改善, 有效磷和有效鉀分別比對照提高 147.0% 和 20.3% (黃等, 2002)。鄭 (1979) 在坡地芒果園, 利用百喜草作覆蓋, 土壤有機質因而提高, 配合敷蓋時有效磷、鉀之含量亦增加。陳 (1981) 在桑園敷蓋稻草, 經過三年有機質亦明顯增加, 此乃敷蓋及覆蓋區其表土土壤有較多之殘株, 經腐化而增加之故。覆蓋作物之生長及其蒸散作用, 可將淋洗至土壤底層的養分藉由毛細作用重新往上移動 (黃, 1978)。而植體經掩埋後, 形成了水穩性土壤結構的腐植酸 (humic acids), 增加了多醣類物質, 提高了土壤孔隙度和水穩性結構, 降低了土壤容重, 從而使土壤微生物成倍增長, 增強了土壤的礦化能力, 致使土壤肥力提高 (黃等, 2002)。新生成的有機質可與金屬離子、微量元素及磷等形成複合物, 有機質在分解過程中能將無機養分逐漸釋放出來, 而增加土壤養分的有效性 (Singh and Jones, 1976)。所以土壤經長期敷蓋及覆蓋處理均能改善土壤理化性質並有保肥增肥之效益 (邱, 2004)。

茶園種植不同覆蓋作物一年後, 比較各處理之土壤表土硬度, 顯示在覆蓋處理區其表土硬度, 低於無覆蓋處理區達到顯著差異。以多年生花生 Golden Glory 處理區最低, 大葉爬地藍土壤硬度次之, 無覆蓋處理區最高, 在台茶 12 號及青心烏龍茶園有同樣的結果 (表八)。巫及朱 (1996) 於 1992 年起至 1994 年止連續 3 年在青心烏龍茶園, 每年春茶採收後, 在茶園行間種植田菁、太陽麻、青皮豆綠肥作物, 並進行翻耕, 試驗結果顯示茶園間植綠肥作物, 確實有改善土壤物理性質作用, 土壤硬度有明顯下降趨勢, 以田菁綠肥區效果較佳, 太陽麻綠肥區則次之。本研究由於多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍處理區地上覆蓋完整, 所以覆蓋良好區域有利於促進土壤鬆軟, 對茶樹根系的生長有所幫助。如能仿照茶園間植綠肥作物, 採取翻耕模式管理, 對土壤硬度的改善效果應該會更好, 但需要考量覆蓋作物的再生能力。

綜合上述結果, 覆蓋良好區域有助於改善土壤酸鹼度及增加土壤有機質含量, 但土壤中有效性磷、鉀、鈣及鎂含量則未有顯著差異, 由另一觀點則顯示種植這些覆蓋作物, 並不會大量與茶樹競爭肥料, 而發生某一養分嚴重不足現象。可能需要再繼續延長覆蓋時間, 其對土壤理化性質的改善效果才會更加顯著。

表二、不同年度表土理化性質合併變方分析 (F 值)(2003、2004)

Table 2. The combined analysis(F-values) of topsoil physical and chemical characters in 2003 and 2004

Source of variance	DF	pH	Organic matter	P	K	Ca	Mg
Year	1	54.1**	22.9*	8.6	0.1	22.1*	35.3**
Block	3	12.0*	6.0	1.1	0.5	2.9	49.1**
Error (1)	3						
Cultivation	1	6.2*	0.9	4.5	0.2	14.7**	11.1*
Year×Cul.	1	4.2	0.6	6.8	8.1*	0.3	0.1
Error (2)	6						
Cover crops	4	5.1**	5.1**	2.2	1.1	1.4	1.3
Year×C. crops	4	3.7*	0.8	1.7	2.2	0.4	0.3
Cul. ×C. crops	4	1.7	1.6	2.0	1.2	1.0	0.8
Y. ×Cul. ×C. crops	4	2.0	0.2	1.7	1.5	1.6	1.4
Error (3)	48						
Tatol	79						

*, **: Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

表三、不同年度底土理化性質合併變方分析 (F 值)(2003、2004)

Table 3. The combined analysis(F-values) of subsoil physical and chemical characters in 2003 and 2004

Source of variance	DF	pH	Organic matter	P	K	Ca	Mg
Year	1	18.7*	760.7**	10.5*	0.6	11.1*	30.6*
Block	3	6.9	5.9	1.0	1.4	0.9	21.8**
Error (1)	3						
Cultivation	1	4.2	1.5	11.3*	0.1	23.4**	16.5*
Year×Cul.	1	1.7	0.01	23.6**	7.5*	0.7	0.3
Error (2)	6						
Cover crops	4	2.4	4.5**	1.7	2.0	0.8	0.7
Year×C. crops	4	0.7	1.0	1.6	1.7	0.1	0.5
Cul. ×C. crops	4	2.3	1.5	0.4	1.7	0.8	1.0
Y. ×Cul. ×C. crops	4	1.0	0.4	1.0	1.2	0.2	0.2
Error (3)	48						
Tatol	79						

*, **: Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

表四、台茶 12 號茶園種植不同覆蓋作物表土理化性質比較

Table 4. Comparison of topsoil physical and chemical characters among different cover crops planted in tea farm of cultivar TTES No. 12

Year	Treatment	pH	Organic	P	K	Ca	Mg
			matter		ppm		
			%				
2003	A	3.68a	2.23a	20.8a	87.8a	144.8a	139.4a
	B	3.62a	1.84a	13.2ab	64.3a	51.9a	152.6a
	C	3.56a	1.98a	16.0ab	74.4a	98.1a	161.4a
	D	3.70a	1.65a	10.2b	76.4a	101.0a	186.8a
	CK	3.65a	1.84a	14.6ab	59.5a	85.5a	146.5a
2004	A	4.11a	2.53a *	26.9a	69.6a	273.4a	263.8a
	B	4.03a	1.99abc	15.7a	64.6a	160.3a	227.4a
	C	4.14a	2.32ab	22.9a	62.0a	198.1a	205.0a
	D	4.12a	1.68c	12.3a	47.5a	112.2a	197.8a
	CK	4.20a	1.93bc	17.6a	68.4a	277.9a	270.8a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表五、台茶 12 號茶園種植不同覆蓋作物底土理化性質比較

Table 5. Comparison of subsoil physical and chemical characters among different cover crops planted in tea farm of cultivar TTES No. 12

Year	Treatment	pH	Organic	P	K	Ca	Mg
			matter		ppm		
			%				
2003	A	3.83a *	1.78a	13.7a	72.8a	118.1a	158.0a
	B	3.58b	1.17a	11.5a	50.1a	23.5a	110.6a
	C	3.76ab	1.87a	13.3a	65.5a	75.3a	135.6a
	D	3.85a	1.25a	16.5a	48.2a	49.6a	104.3a
	CK	3.71ab	1.49a	8.3a	47.7a	44.5a	90.4a
2004	A	4.10a	2.60a	20.4a	52.5a	184.3a	187.9a
	B	3.86b	1.98a	12.9a	54.6a	98.6a	162.4a
	C	4.06a	2.17ab	13.6a	48.0a	116.7a	144.3a
	D	4.00ab	1.65b	13.6a	42.6a	99.2a	144.3a
	CK	4.06a	1.74b	12.9a	53.6a	127.0a	193.6a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表六、青心烏龍茶園種植不同覆蓋作物表土理化性質比較

Table 6. Comparison of topsoil physical and chemical characters among different cover crops planted in tea farm of cultivar Chin-Shin Oolong

Year	Treatment	pH	Organic matter %	P	K ppm	Ca	Mg
2003	A	4.23ab *	2.00a	10.1a	65.4a	334.5a	274.1a
	B	4.08ab	1.97a	12.7a	61.1a	278.8a	243.4a
	C	3.95b	1.85a	11.6a	56.8a	276.8a	227.8a
	D	3.98b	1.74a	10.4a	65.4a	271.2a	284.8a
	CK	4.31a	2.08a	11.9a	61.6a	367.0a	290.6a
2004	A	4.00bc	2.46a	68.6a	65.2b	393.9a	264.2a
	B	3.95c	2.35a	57.1ab	64.6b	398.7a	286.4a
	C	4.20ab	2.44a	45.5ab	104.4a	515.1a	314.7a
	D	4.29a	2.20a	66.2a	67.8b	562.2a	375.0a
	CK	4.40a	2.20a	35.3a	80.4b	524.8a	368.4a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表七、青心烏龍茶園種植不同覆蓋作物底土理化性質比較

Table 7. Comparison of subsoil physical and chemical characters among different cover crops planted in tea farm of cultivar Chin-Shin Oolong

Year	Treatment	pH	Organic matter %	P	K ppm	Ca	Mg
2003	A	3.99a	1.68a	7.7a	48.9a	222.2a	212.0a
	B	3.99a	1.59a	9.8a	45.1a	190.3a	174.7a
	C	3.93a	1.79a	9.7a	47.6a	239.8a	221.4a
	D	3.91a	1.76a	10.1a	45.0a	174.3a	215.4a
	CK	4.14a	1.61a	10.6a	50.8a	280.1a	261.8a
2004	A	3.88a	2.39a	40.9a *	50.0b	283.2a	248.2a
	B	3.98a	2.12a	36.5ab	58.6ab	333.1a	285.6a
	C	4.15a	2.27a	28.2ab	76.0a	403.8a	293.4a
	D	4.11a	2.01a	29.7ab	51.0b	301.2a	278.3a
	CK	4.24a	2.10a	21.8b	71.4ab	389.3a	355.8a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表八、茶園種植不同覆蓋作物一年後土壤表土硬度比較

Table 8. Comparison of soil hardness among different cover crops planted in tea farm one year later

Treatment	TTES No. 12	Chin-Shin Oolong
	kg/cm ²	
Golden Glory	1.56b *	1.34c
Amarillo	2.40b	2.20bc
Trailing Indigo	1.89b	2.14bc
Asiatic Pennywort	2.35b	2.65ab
Uncovered field (CK)	3.69a	3.35a

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

四、不同覆蓋作物試區雜草量比較

不同覆蓋作物試區雜草量比較結果顯示，不同覆蓋作物都具有減少雜草發生之功用，整體而言以多年生花生 Golden Glory 抑制雜草之效果最佳，在台茶 12 號茶園全年雜草量可較對照區減少 85.4%，在青心烏龍茶園可減少達 78.1%，且不受季節間的影響，雜草量隨著覆蓋時間的增長而減少。其他處理區則因覆蓋作物在不同季節生長勢的差異，雜草量呈現高低不同的反應，並不隨著覆蓋時間的增長而有一致減少的趨勢（表九、十）。邱（1997）在覆蓋作物敷蓋及不整地栽培對青割玉米產量之影響中指出，田間栽培綠肥作物所產生的覆蓋效果，可以在土壤表層產生遮蔽作用，使接受太陽中紅光照射的程度降低，抑制雜草種子萌芽。大部分的雜草種子因紅光刺激而萌芽滋生快速，而在遠紅光或黑暗的環境下，雜草細胞中的雜色體處於不活化狀態，使種子萌芽受抑制，顯示雜草種子的萌發，受日照影響的程度很大（Taiz and Zeiger, 1991；Mohler and Teasdale, 1993）。所以茶園中的雜草量亦與隨著覆蓋作物的覆蓋良否而有不同的表現。

表九、台茶 12 號茶園種植不同覆蓋作物雜草量比較（2004、2005）

Table 9. Comparison of weed biomass among different cover crops planted in tea farm of cultivar TTES No. 12 in 2004 and 2005

Treatment	Date (M / D / Y)						Total	Compare to CK
	11/23/04	3/7/05	4/27/05	6/6/05	8/3/05	9/4/05		
	g/m ²							
A	80.6c *	116.7d	82.0b	12.5b	16.7b	9.7a	318.2	- 85.4
B	93.1bc	710.0ab	148.6ab	136.1ab	105.6ab	36.1a	1229.5	- 43.9
C	241.7ab	505.6bc	645.9a	226.4a	227.8a	115.3a	1962.7	- 10.4
D	105.6bc	262.8cd	523.6a	181.9ab	125.0ab	79.2a	1278.1	- 41.7
CK	372.2a	848.9a	615.3a	156.9ab	133.3ab	63.9a	2190.5	0.0

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表十、青心烏龍茶園種植不同覆蓋作物雜草量比較 (2004、2005)

Table 10. Comparison of weed biomass among different cover crops planted in tea farm of cultivar Chin-Shin Oolong in 2004 and 2005

Treatment	Date (M / D / Y)						Total	Compare to CK ±%
	8/23/04	3/7/05	4/27/05	6/6/05	7/26/05	9/13/05		
	g/m ²							
A	476.7b *	288.9c	275.0d	405.6b	201.4b	151.4c	1799.0	- 78.1
B	680.0b	107.9b	821.1cd	663.9b	634.7a	398.6bc	3306.2	- 59.7
C	431.7b	1029.2b	1686.1ab	1047.2a	640.3a	447.2bc	5281.7	- 29.0
D	1176.7b	907.0b	1165.6bc	1140.3a	837.5a	600.0ab	5827.1	- 29.0
E	2063.3a	1579.0a	1845.9a	1050.0a	886.1a	780.6a	8204.9	0.0

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;
CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

誌 謝

本研究承行政院農業委員會 92 農科-1.1.1-茶-T2、93 農科-1.1.1-茶-T2、94 農科-1.3.1-茶-T2 補助經費，試驗期間並獲陳秀慧小姐、柯憲達及陳清海先生協助調查及分析工作，特此誌謝。

參考文獻

1. 李淑美.2002.根溫對茶樹生育及茶菁品質之影響.國立台灣大學園藝學研究所碩士論文(未出版).p. 129。
2. 巫嘉昌.1996.茶園間植田菁對茶樹生育與品質之影響 I. 茶園微氣候變化與茶葉化學成分和品質之關係.中華生質能源學會會誌 15: 121-130。
3. 巫嘉昌、朱鈞.1996.茶園間植綠肥作物對土壤肥力之影響.中華農藝 6: 241-253。
4. 吳昭慧、連大進.2005.豆科綠肥作物在果園的栽培與利用.台南區農業專訊 51: 11-14。
5. 邱怡詮.1997.覆蓋作物敷蓋及不整地栽培對青割玉米產量之影響.國立台灣大學農藝學研究所碩士論文(未出版). p. 91。
6. 邱勝範.2004.覆蓋與敷蓋對坡地茶園水土保持效益與生長之影響.國立屏東科技大學水土保持研究所碩士論文(未出版). p. 72。
7. 柯天雄.2004.多年生豆科綠肥作物長期間作可行性評估.國立嘉義大學農學研究所碩士論文(未出版). p. 56。
8. 涂展台.1999.茶園不同水土保持處理下土壤水份特性曲線之量測.國立中興大學水土保持研究所碩士論文(未出版). p. 115。
9. 陳右人、蔡俊明、蔡右任、馮鑑淮、黃元村、李淑美.1996.坡地茶園覆蓋草類生長及管理方法之研究.農委會林業特刊(50): 84 年度水土保持及集水區經營研究計畫成果彙編. pp. 87-94。
10. 陳世雄、王淑敏.2004.有機栽培體系之雜草管理學.行政院農業委員會農業試驗所編印.雜草學與雜草管理.pp. 54-72。

11. 陳清茂.1979.覆蓋與敷蓋對坡地土壤物理性質之影響.國立中興大學水土保持研究所碩士論文(未出版). p. 49。
12. 陳慶雄.1981.覆蓋與敷蓋對台東坡地土壤理化性質之影響.中華水土保持學報 12: 37-44。
13. 張愛華.2000.本省現行土壤測定方法.作物需肥診斷技術.行政院農業委員會農業試驗所編印.pp. 9-26。
14. 馮鑑淮、莊瓊昌.1992.茶園覆蓋草類生長及管理方法之觀察.農委會林業特刊(40) : 80 年度水土保持及集水區經營研究計畫成果彙編.pp. 72-75。
15. 黃東風、林新堅、羅濤.2002.茶園牧草技術套種應用及其生態效應分析.中國茶葉 24: 16-18。
16. 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: 83-92。
17. 黃國鋒.1990.水土保持處理對坡地土壤性質之影響.國立中興大學水土保持研究所碩士論文(未出版).p. 59。
18. 鄭混元.2001.植草及敷蓋對茶園土壤環境及茶芽生育、產量及製茶品質之影響.台灣茶業研究彙報 20: 13-28。
19. 鄭慶生.1979.坡地檬果園覆蓋作物與敷蓋研究.中華水土保持學報 10: 131-144。
20. Chung, R.S., C. H. Wang, C. W. Wang and T. P. Wang. 2000. Influence of organic matter and inorganic fertilizer on the growth and nitrogen accumulation of corn plants. Journal of Plant Nutrition.23: 297-311.
21. College of Tropical Agriculture and Human Resources. 2005. Cover crop: Legumes, Perennial Peanut *Arachis pinto*. Hawaii. Retrieved 20th October 2005, from the Website: <http://www2.ctahr.hawaii.edu/sustainag/CoverCrops>
22. Jackman, R. H. 1964. Accumulation of organic matter in some New Zealand under permanent pasture. N. Z. J. A. R. 7: 445-447.
23. Leason, W. E. and C. E. Clapp. 1972. Effect of increasing amount of organic residues on continues crops. J. Amer. Soc. Agron., p. 64.
24. Mohler, C. L. and J. R. Teasdale. 1993. Response of weed emergency to rate of hairy vetch and rye residue. Weed Res., 33: 487-499.
25. Singh, B. B. and J. P. Jones. 1976. Phosphorus sorption and desorption characteristics of soil as affected by organic residue. SSAP 40: 389-394.
26. Taiz, L. and E. Zeiger. 1991. Photosynthesis: Physiological and ecological considerations. In: "Plant Physiology". The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., USA. pp. 249-264.
27. Teasdale, J. R. and C. L. Mohler. 1993. Light transmittance, soil temperature and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. Agron. J., 85: 673-680.

Effects of Different Cover Crops on the Soil Environment and Growth of Tea Trees,

I: Influence on Soil Environment in Tea Farms

Shin-Yan Chen¹ Hun-Yuan Cheng¹ Horng-Jey Fan¹ Ching-Hsiang Hsieh²

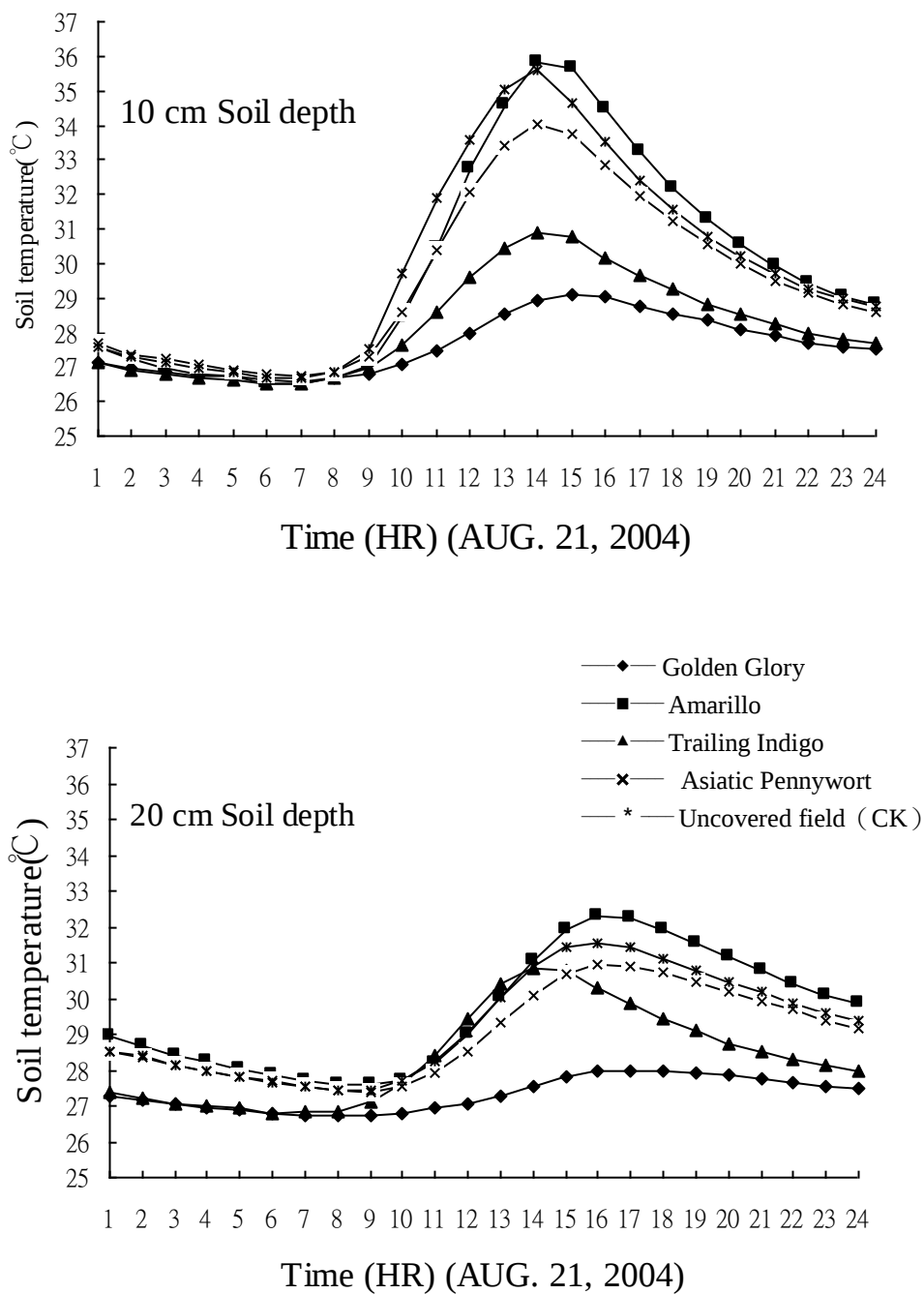
Summary

The study was conducted to investigate the influence of different cover crops on the soil environment in tea farms and growth of tea trees. Four entries of cover crops were chosen, included perennial peanut Golden Glory (treatment A), perennial peanut Amarillo (treatment B), Trailing Indigo (treatment C), Asiatic Pennywort (treatment D), and cultivated in a tea farm along with the control treatment (uncovered field, CK).

The results showed that the root of perennial peanut (Golden Glory) formed a dense inter-mingled network in soil, which can prevent soil erosion efficiently. Its rapid growth character was able to endure high mowing frequency, and with a rapid recuperative rate to inhibit weed growth. The percentage of weed biomass per year was lower than control treatment at 78.1 to 85.4% and treatment B was next efficient to show such effect. Variation of soil temperature in treatment A, showed that the soil temperature dropped to 7.74 and 6.6% at 10 and 20 cm underground in summer. This was followed by treatment B. The day and night temperature difference (3.08%) in treatment A, was minimum at 10 cm underground, and the difference of treatment C and control were 5.15 and 9.79%, respectively. In tea farm of cultivar TTES No. 12, both perennial peanut Golden Glory and Trailing Indigo were cultivated for 1 year, the result showed significant increase in pH and organic matter contents of topsoil and subsoil. In the preservation of soil water and improvement of soil hardness in tea farms, both treatment A and C performed excellently.

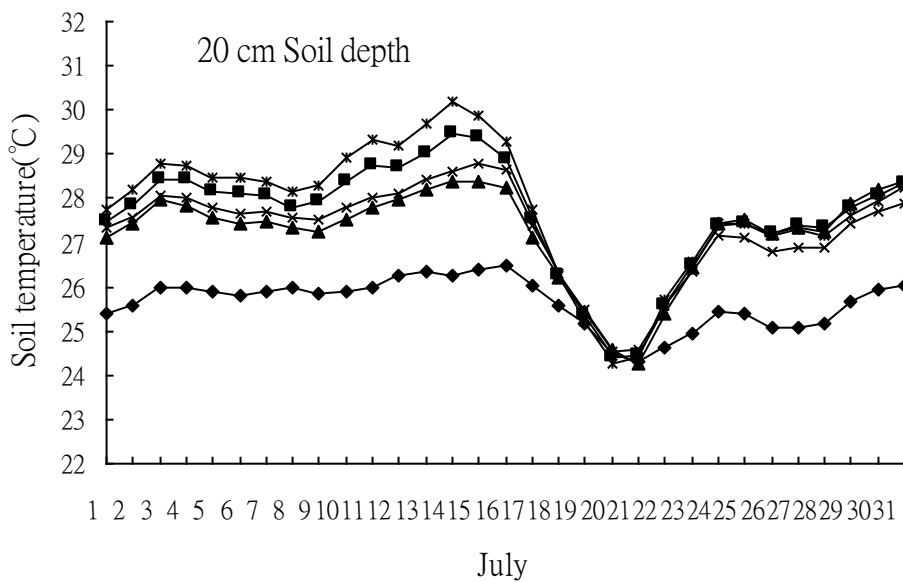
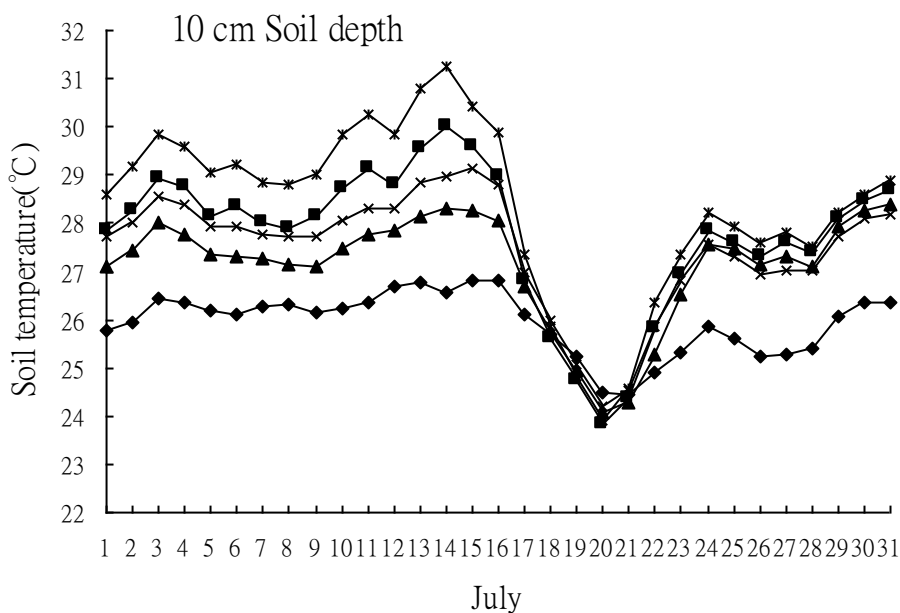
Key words: Tea tree, Cover crop, Perennial peanut, Soil environment

-
1. Associate Biochemist, Associate Agronomist, Assistant Agronomist, Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan, R.O.C.
 2. Professor, Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science & Technology, Pingtung, Taiwan, R.O.C.



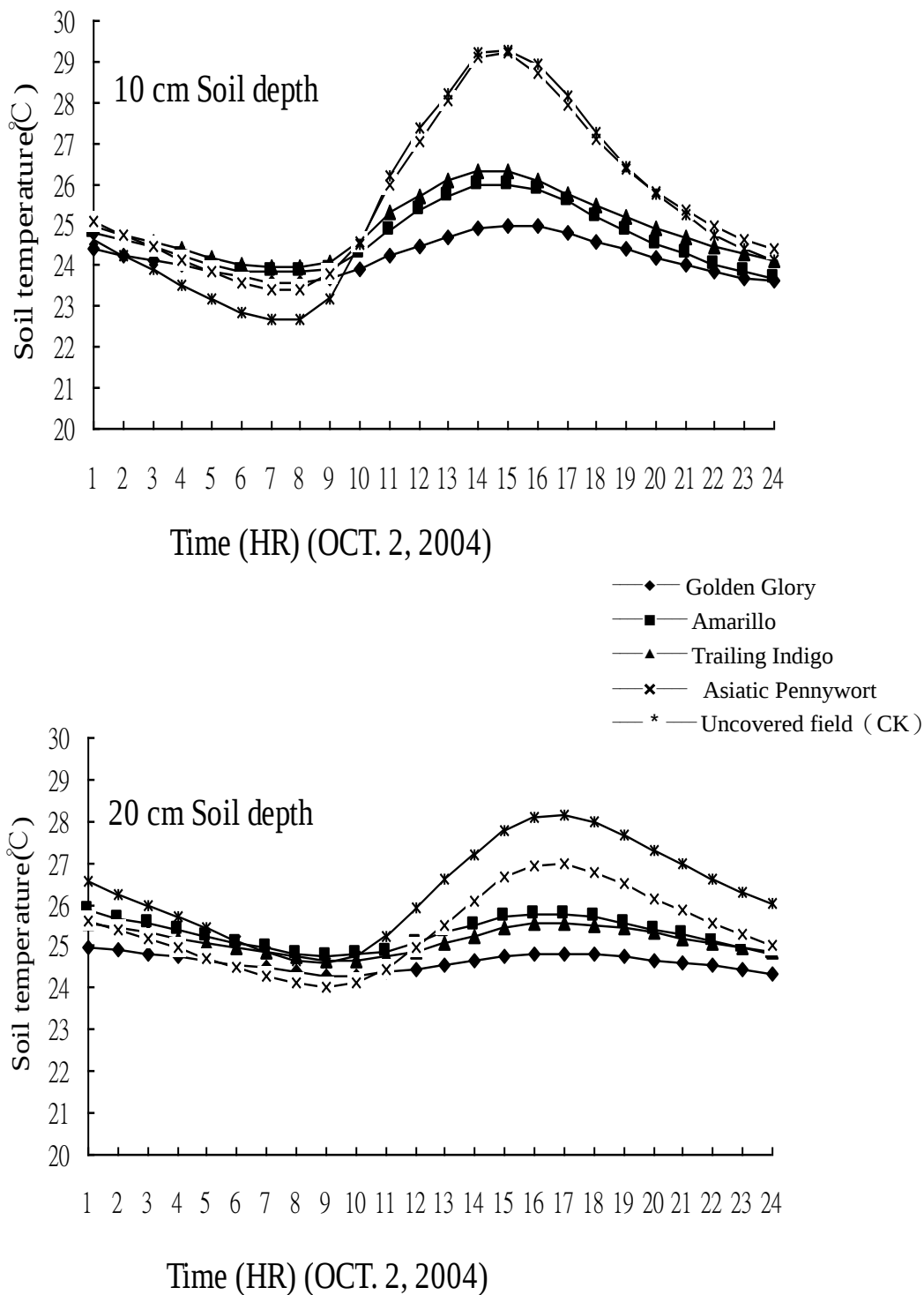
圖一、台茶十二號茶園種植不同覆蓋作物土壤日溫度每小時變化

Fig.1. Hourly changes of soil temperature under the different cover crops in tea farm of cultivar TTES No.12 on August 21, 2004



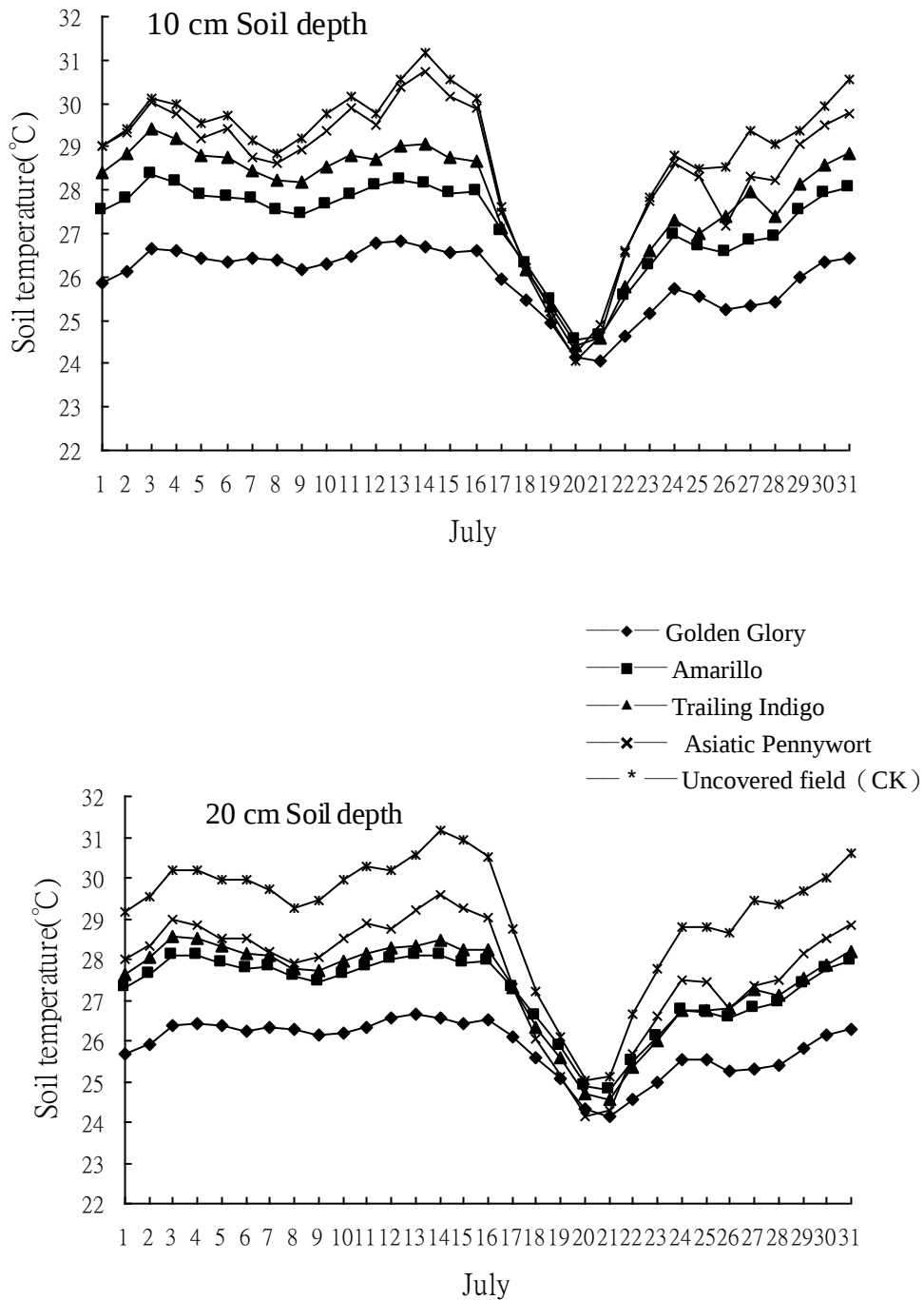
圖二、台茶十二號茶園種植不同覆蓋作物土壤月溫度每日變化

Fig.2. Daily changes of soil temperature under the different cover crops in tea farm of cultivar TTES No.12 on July, 2004



圖三、青心烏龍茶園種植不同覆蓋作物土壤日溫度每小時變化

Fig.3. Hourly changes of soil temperature under the different cover crops in tea farm of cultivar Chin-Shin Oolong on October 2, 2004



圖四、青心烏龍茶園種植不同覆蓋作物土壤月溫度每日變化

Fig.4. Daily changes of soil temperature under the different cover crops in tea farm of cultivar Chin-Shin Oolong on July, 2004

