

自走式深層鬆土施肥(藥)機之田間試驗研究

(I) 茶園之地下施肥試驗

Field Experiments of the Multipurpose Pneumatic Cultivator

(I) Subsoil Fertilizing Experiments of the Tea Crop

國立中興大學農機系副教授

彭 錦 樵

Jin-chyau Peng

國立中興大學農機系講師

欒 家 敏

Jar-miin Luan

摘 要

「多用途噴氣式深耕機」經過改良後，由政府有關單位定名為「自走式多用途深層鬆土施肥(藥)機」。本機械具備促進排水、深層中耕、地下施肥、地下病蟲害防治等多重用途，它已商品化且正積極推廣給農民使用中。

爲了進一步瞭解使用「自走式多用途深層鬆土施肥(藥)機」實施地下施肥作業時，肥料用量及作物生長性狀與產量等之關係，以作爲推廣給農民使用之依據，因之，選擇雲林縣古坑鄉李海珍農友之茶園進行地下施肥之田間試驗。

試驗結果顯示：

1. 地下施肥試驗區之茶葉生長情形平均較傳統地表施肥區爲佳。
2. 地下施肥試驗區之茶芽葉片平均厚度較傳統地表施肥區爲厚，且其厚度之增加可達40%。
3. 實施地下施肥時，其施肥量可減少，然而作物之產量却可提高。
(1)地下施肥量爲傳統施肥量之 $\frac{1}{3}$ 時，茶菁產量可提高20%。
(2)地下施肥量爲傳統施肥量之 $\frac{1}{2}$ 時，茶菁產量可提高25%。

Abstract

A multipurpose pneumatic cultivator which blows high pressure air and liquid in deep soil has its functions in cultivating, fertilizing and pestcontrolling. This machine has been producing commercially and extending positively.

Experiments were conducted in a tea field to investigate the growth properties of the tea crop among the subsoil fertilizing areas and traditional fertilizing area. The experimental results will provide the extension data of subsoil fertilizing technics.

Experimental results showed that:

1. The growth of the tea bush of each subsoil fertilizing area was better than that of the traditional fertilizing area.

2. The new tea leaves of each subsoil fertilizing area was thicker than that of the traditional fertilizing area almost by 40%.
3. The tea leaves products of the area A (which the fertilizer amount was one half of the traditional fertilizing area) was 25% higher than that of the traditional fertilizing area, and the area B (which the fertilizer amount one-third of the traditional fertilizing area) had 20% higher products than the traditional fertilizing area.

一、前 言

政府於近年來積極鼓勵並輔導農民實施稻田轉作，轉作之項目以園藝作物、特用作物及雜糧作物為主。許多園藝及特用作物係屬深根性多年生之作物，植株生長多年後，由於機械之操作、人之踏壓、環境之變化以及缺乏深層中耕等因素影響，使得土層變硬，影響植株根羣之發育甚巨。日本於10年前即已發展出一種噴氣式深耕機（バンダー深耕機），它是一種深層中耕機械，利用高壓空氣（ $10\text{kg}/\text{cm}^2$ ）透過深耕機本體之控制，於瞬間噴入土壤深層（45cm深），鬆動土壤，以改善土壤物理性，使植株之根羣發育良好，進而促進作物之生長，提高產量^(12,13,14)。

國立中興大學農業機械工程學系在農委會及農林廳之補助及輔導下，於民國70年7月，自日本引進此種噴氣式深耕機。為使此種農機能適用於本省之農業環境，經過許多之試驗及改良工作^(1,2,3,4,5,6,7,8)，證明亦可藉高壓空氣之動力將液體（液肥或藥液）灌注入土壤深層內，使得噴氣式深耕機具有更多之用途。因之，在民國72年8月，經千漢農機設計公司之介紹，無條件地將已有之研究成果轉移給嘉義兩和工業股份有限公司，雙方開始積極地進行多用途噴氣式深耕機進一步之研究改良工作。民國73年10月研製成「自走式多用途噴氣式深耕機」，通過農機性能測定及政府之核定售價，並經政府有關單位定名為「自走式多用途深層鬆土施肥（藥）機」，正式成為國產新型農機。

二、機械主要構造及特性

自走式多用途深層鬆土施肥（藥）機之外觀如圖1所示。

(一)本機械包含下列重要構造

1. 原動機：10馬力之單缸柴油引擎。

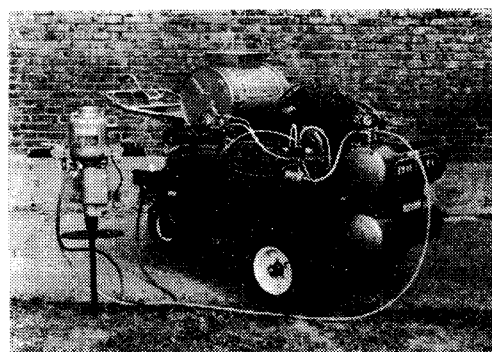


圖1. 啓發牌與大302型自走式多用途深層鬆土施肥（藥）機外觀圖。

2. 空氣壓縮機及貯氣筒：三缸式高性能空氣壓縮機，空氣壓力可達 $13\text{kg}/\text{cm}^2$ 。
3. 自動定量控制液肥（或藥液）輸出裝置：利用高壓空氣驅動氣壓缸及液壓缸，聯合高壓空氣及液體之作用，可自動準確地控制輸出之液肥（或藥液）量，目前控制之液體容量為 200~700c.c。本項裝置並已取得新型專利第 27836 號在案。
4. 深耕機本體：裝有圓形之入土噴氣鐵管，長50公分，可靠高壓空氣自動打入土壤深層以實施深耕作業。深耕機本體經過改良設計，可將液體（液肥或藥液）透過自動定量控制裝置之作用，準確地輸入一定量之液體至深耕機本體內，再靠高壓空氣之動力，將液體打入土壤深層，如此，即可實施作物之地下施液肥或地下病蟲害防治等作業。
5. 液肥（或藥液）槽：容量為52公升。若農戶在果園或茶園中有調藥槽之設施，則可直接自園中之調藥槽吸取液肥或藥液實施作業。
6. 傳動機構及機架：本機械為自走三輪式機構，最高之前進速度為 $3\text{km}/\text{hr}$ ，後退速度為

2km/hr。

(一)本機械之特性。

本機械目前已具備下列之功能：

1. 促進排水。
2. 地下深耕（最深可達 60cm）以改善土壤物理性。
3. 地下施肥。
4. 地下病蟲害防治。

自走式多用途深層鬆土施肥（藥）機雖然經過一系列之試驗改良，證明對作物可具有地下施肥及病蟲害防治等功用，但必需選擇若干作物進行田間試驗求證之。故先選擇雲林縣古坑鄉李姓農友之茶園進行地下施肥田間試驗，分析不同施肥量對作物生長性狀及產量之影響，以作為爾後推廣地下施肥技術之依據。

三、地下施肥田間試驗

(一)利用自走式多用途深層鬆土施肥（藥）機實施地下施肥之計算步驟

1. 先計算每株作物（如柑橘、葡萄……等果樹），或每行作物（如茶樹……等），或每個試區，每次施肥時所需之固態肥料施肥量。
2. 換算為每株作物或每行作物或每個試區，以自走式多用途深層鬆土施肥藥機實施地下施肥時所需之液態肥料施肥量。
3. 再求以自走式多用途深層鬆土施肥（藥）機實施地下施肥時，每個作業點所需之液肥量。
4. 若設定每個作業點每次打入土壤之混合液量時，可計算出液肥所需稀釋之倍數。
5. 若設定液肥稀釋之倍數，可求出每個作業點每次需打入土壤之混合液量。

(二)茶園之地下施肥田間試驗。

試驗時間：自民國74年4月開始。

試驗地點：雲林縣古坑鄉。

試區農友：李海珍。

試區作物：茶樹，2年生。

試區面積：0.13公頃。

1. 試驗方法與步驟：

民國74年4月29日在雲林縣古坑鄉李海珍農友之茶園（0.13公頃）實施第一次深耕及地下施肥試驗，試驗之情形如圖2、圖3所示。試區分為對照區（傳統地表施肥處理區），A試驗區（地下施肥量為傳統施肥量之 $\frac{1}{2}$ ），B

試驗區（地下施肥量為傳統施肥量之 $\frac{1}{3}$ ）等三區，地下施肥之處理方法後述之。

民國74年6月4日第一次採收茶菁，取各試驗區中間兩行之茶菁產量稱重並記錄之。

民國74年6月29日實施第二次地下施肥試驗。

民國74年7月30日第一次茶芽生長性狀調查。

民國74年7月31日第二次採收茶菁。

民國74年9月20日第二次茶芽生長性狀調查。

民國74年9月21日第三次採收茶菁。



圖2. 試驗之茶園。

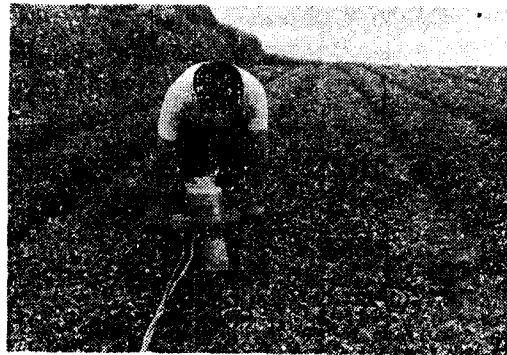


圖3. 地下施肥液肥作業情形。

2. 試驗茶園之地下施肥量計算方法。

茶樹植株行距 1.2m，於兩行中間每隔 1.5m 實施深耕及地下施肥液肥作業。若每公頃以 100m×100m 之面積計算，則每公頃需處理 82 行，每行需處理 66 個作業點，共需處理 82×66=5412 個作業點。

因為李海珍農友之試驗茶園為 0.13 公頃，故此試驗區所需處理之作業點約為 5412×0.13÷700 個作業點。

李姓農友之傳統地表施肥量為每 0.1 公頃每次 3 包臺肥 1 號複合肥料，折合為 3×40=120kg 之 1 號固態肥料。故本試驗區所需之固

態肥料施用量為 $120 \times 1.3 = 156\text{kg}$ 。

因為臺肥 1 號固肥之 N:P:K 比例為 20:5:10，

臺肥 1 號液肥之 N:P:K 比例為 12:6:6，折合 1kg 之 1 號固肥，其肥力對等於 1.5kg 之 1 號液肥之肥力。因之，本試驗區所需之液肥施用量折合為 $156 \times 1.5 = 234\text{kg}$ 之 1 號液肥。

(1) A 試驗區（地下施肥量為傳統地表施肥量之 $\frac{1}{2}$ ）。

本試驗區每次之地下施肥量為 $234 \div 2 = 117\text{kg}$ 之臺肥 1 號液肥，折合試驗區內每個作業點之施肥量為 $117 \div 700 = 0.167\text{kg}$ （約為 167c.c.）之 1 號液肥。

(i) 若設定每個作業點噴入土壤之混合液量為 700c.c. 時，則液肥需稀釋之倍數為 $(700 - 167) \div 167 = 3.2$ 倍。

亦即使用臺肥 1 號液肥作地下施肥時，加 3.2 倍的水稀釋液肥，即可使每個作業點噴出 700c.c. 之混合液中含有 $\frac{1}{2}$ 量的地表施肥量。

(ii) 若設定液肥稀釋倍數為 3 倍，則每個作業點每次所需噴入土壤之混合液量為 $167 + 167 \times 3 = 668\text{c.c.}$

若設定液肥稀釋倍數為 5 倍，則每個作業點每次所需噴入土壤之混合液量為 $167 + 167 \times 5 = 1002\text{c.c.}$

此時需調整自動定量控制裝置至 500c.c. 位置，連續實施兩次作業即可噴入 1,000c.c. 之混合液。

(2) B 試驗區（地下施肥量為傳統施肥量之 $\frac{1}{3}$ ）。

本試驗區每次之地下施肥量為 $234 \div 3 = 78\text{kg}$ 之臺肥 1 號液肥，折合試驗區內每個作業點之施肥量為 $78 \div 700 = 0.111\text{kg}$ （約為 111c.c.）之 1 號液肥。

(i) 若設定每個作業點噴入土壤之混合液量為 700c.c. 時，則液肥需稀釋之倍數為 $(700 - 111) \div 111 = 5.3$ 倍。

亦即使用臺肥 1 號液肥作地下施肥時，加 5.3 倍的水稀釋液肥，即可使每個作業點噴出 700c.c. 之混合液中含有 $\frac{1}{3}$ 量的地表施肥量。

(ii) 若設定液肥稀釋之倍數為 3 倍，則每個作業點每次所需噴入土壤之混合液量為 $111 + 3 \times 111 = 444\text{c.c.}$

若設定液肥稀釋之倍數為 5 倍，則每個作業點每次所需噴入土壤之混合液量為 $111 + 5 \times 111 = 666\text{c.c.}$

3. 茶芽生長性狀調查。

於茶菁採收前，隨機抽取各試區之茶葉各 20 枝（一心四葉或一心五葉），以游標卡尺量其第二節間徑，第二節間長，第二葉之長度與寬度，再用分厘卡量測第二葉之厚度，統計分析之。茶芽生長性狀調查項目如圖 4 所示。

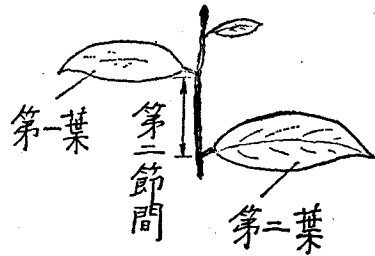


圖 4. 茶芽生長性狀示意圖。

四、結果與討論

(一) 茶樹生長情形。

於民國 74 年 9 月 20 日第三次採收茶菁前，觀察茶園內各種不同施肥處理區，其茶樹之生長情形，有明顯之差異。

1. A 試驗區（地下施肥量為傳統施肥量之 $\frac{1}{2}$ ）。

此試區茶樹之生長情形最佳，其新芽發育最長，但偶而發現長短參差不齊現象，如圖 5 所示。從頂視圖觀察，幾乎看不到老的枝條，表示茶芽發育茂盛，如圖 8 所示。茶樹植株之發育最好，兩行間茶葉無法銜接之寬度約為 15~20cm，如圖 11 所示。

2. B 試驗區（地下施肥量為傳統施肥量之 $\frac{1}{3}$ ）。

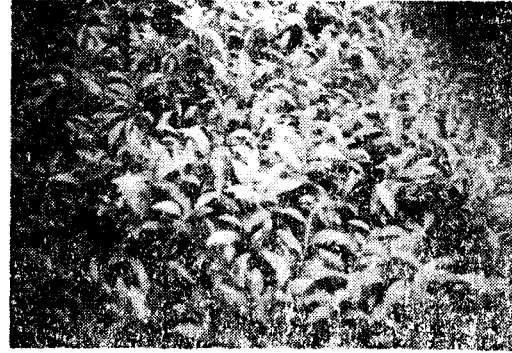
此試區茶樹之生長情形亦佳，新芽長短很整齊而濃密，發育良好，如圖 6 所示。從頂視圖觀察，亦幾乎看不到老的枝條，如圖 9 所示。茶樹植株之發育尚佳，兩行間茶葉無法銜接之寬度約為 20~25cm，如圖 12 所示。

3. 對照區（傳統地表施肥處理區）。

此試區茶樹之生長情形最差，新芽較少，



圖5. A試驗區茶葉生長情形（正視圖）。



科9. B試驗區茶葉生長情形（頂視圖）。



圖6. B試驗區茶葉生長情形（正視圖）。

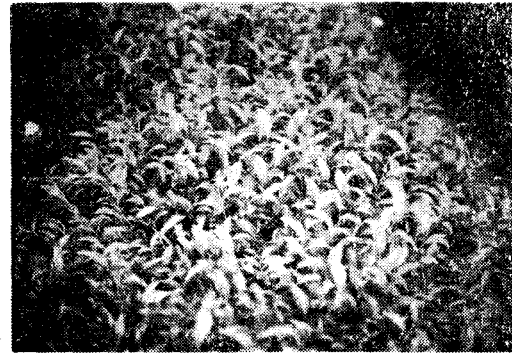


圖10. 對照區茶葉生長情形（頂視圖）。



圖7. 對照區茶葉生長情形（正視圖）。



圖11. A試驗區茶樹植株發育情形。



圖8. A試驗區茶葉生長情形（頂視圖）。



圖12. B試驗區茶樹植株發育情形。



圖13 對照區茶樹植株發育情形。

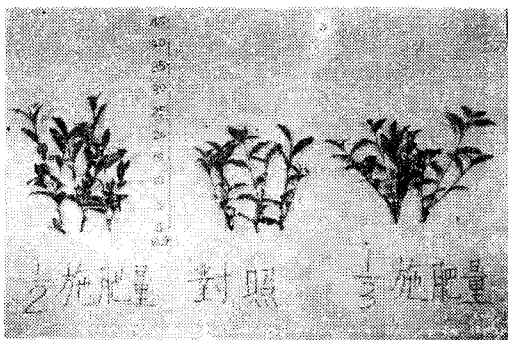


圖14 各試區茶葉生長對照情形。

較短，而且不整齊，如圖7所示。從頂視圖觀察，發現新芽長的稀疏，容易看到老的枝條，圖10中之較黑色部分即為老枝部分。茶樹植株發育最差，兩行間茶葉無法銜接之寬度寬達30~40cm，如圖13所示。

三種處理區各抽取其新芽作比較，可得圖14所示之情形。

(二) 茶芽生長性狀。

茶芽生長性狀調查資料，統計後列於表1中。

表1. 茶芽生長性狀調查資料

調查項目	調查時間 (I或II)	A試驗區	B試驗區	對照區
第二節間徑 (mm)	I	1.5	1.6	1.3
	II	2.3	2.1	2.0
第二節間長 (mm)	I	10.1	7.8	7.3
	II	28.1	25.9	22.8

第 二 葉	長 (mm)	I	57.7	55.1	52.2
		II	61.8	60.9	61.1
	寬 (mm)	I	22.2	20.9	21.4
		II	26.2	25.1	24.9
	厚 (mm)	I	0.28	0.29	0.24
		II	0.35	0.35	0.25

註：調查時間：I代表第一次之茶芽生長性狀調查
(74年7月30日)

II代表第二次之茶芽生長性狀調查
(74年9月20日)

由茶芽之生長性狀調查資料可顯示：

1. 茶芽第二葉之厚度差異最大。

第一次取樣中資料中，A、B試驗區之茶芽厚度平均比對照區約厚16~20%，但第二次取樣時A、B試驗區之茶芽厚度平均比對照區厚約40%，此乃表示地下施肥試驗區之茶葉發育較傳統地表施肥區為佳。

2. 茶芽第二葉之長度及寬度，各試驗區間之差異不大。

3. 第二次調查時，各試驗區之第二節間長，平均比第一次調查時約長3倍，此表示夏天時雨水充份，茶芽之發育比較好。

4. 除了茶芽第二葉之長度外，其餘調查項目顯示，地下施肥試驗區之茶芽生長性狀均較傳統施肥試驗區茶芽之生長性狀為佳。

(三) 茶菁產量。

各試驗區之茶菁產量，如表2所示。

表2. 各試驗區之茶菁產量表

採茶日期 (年、月、日)	A試驗區		B試驗區		對照區 產量 (台斤)
	產量	差異量 (%)	產量	差異量 (%)	
74. 6. 4	40	(14.3)	34	(-2.8)	35
74. 7. 31	48	(26.3)	45	(18.4)	38
74. 9. 21	70	(25.0)	67	(19.6)	56

註：差異量(%) = $\frac{(\text{試驗區} - \text{對照區})}{\text{對照區}} \times 100\%$

由茶青產量資料可顯示：

1. 地下施肥試驗區之茶青產量較傳統地表施肥區為高。
2. 實施地下施肥時，肥料施用量不但可以節省，作物之產量又可提高。
3. A 試驗區（肥料施用量節省 $\frac{1}{2}$ ）之茶青產量較對照區約增產25%。
4. B 試驗區（肥料施用量節省 $\frac{2}{3}$ ）之茶青產量較對照區約增產20%。

五、結 論

使用自走式多用途深層鬆土施肥（藥）機進行茶園之地下施肥試驗，經過連續之試驗及茶芽生長性狀調查，可獲致下列顯著之效果：

1. 地下施肥試驗區之茶樹生長情形較傳統地表施肥區為佳。
2. 地下施肥試驗區之茶芽厚度較傳統施肥區之厚度可增厚達40%。
3. 使用本機械進行地下施液肥之作業，不但可節省肥料用量，而且可達增產之效果。地下施肥至少可節省 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{2}{3}$ 的肥料施用量，同時產量尚可提高20~25%。

六、謝 誌

本試驗承李海珍農友慨允借用試驗茶園，兩和工業股份有限公司鼎力支援試驗工作，臺肥公司提供試驗用液態肥料，農委會農機小組諸位先生之指導，本系黃主任陽仁教授，李教授廣武博士以及茶葉改良場黃騰鋒課長等提供寶貴意見，陳鶯聲先生協助試驗工作，始克順利進行，謹於此並申最高之謝忱。

七、參 考 文 獻

1. 彭錦樵、黃陽仁，1982，噴氣式管理機械之田間試驗研究，中國農業工程學報，第28卷第4期。
2. 彭錦樵，1983，噴氣式深耕機對土壤物理性及其空氣動力學特性之影響，科學發展月刊，第11卷第1期。
3. 彭錦樵、樂家敏，1983，噴氣深耕對葡萄生長特性之試驗，中國農業工程學報，第29卷第2期。
4. 彭錦樵，1983，噴氣式深耕機最佳作業條件之研究，中國農業工程學報，第29卷第4期。
5. 彭錦樵、樂家敏，1983，噴氣式深耕機多角化利用之研究，臺灣農業雙月刊，第19卷第6期。
6. 彭錦樵、樂家敏、吳良坤，1983，噴氣式深耕機地下施肥及病蟲害防治裝置，新型專利第23843號。
7. 彭錦樵、吳漢筠、紀順發等，1984，多用途噴氣式深耕機之「氣壓式自動定量土壤深層施肥消毒裝置」，新型專利第27836號。
8. 彭錦樵、吳漢筠、紀順發等，1984，新式樣噴氣式深耕機地下施肥及病蟲害防治裝置，專利申請第7336043號。
9. 葉樹藩，1977，試驗設計學，國立臺灣大學生物統計研究室。
10. 臺灣省政府農林廳，1984，作物施肥原則。
11. 譚克終，1978，果樹園藝大要泛論，徐氏基金會。
12. 岩崎一男，1981，作生栽培と土壤空氣，岩谷產業株式會社。
13. 島根縣農業試驗場，1978，農試驗業場研究成果發表會，發表要旨集。
14. 農業生產工學研究會，1981，壓縮空氣の注入による土層改良および作物の生育效果に關する試驗成績概要——1. 果樹に對する效果；2. 野菜園に對する效果。

專營土木、水利、建築等工程

亞希亞營造工程股份有限公司

負責人：林 茂 聰

地 址：臺北縣新莊市四維路183-4號

電 話：(02) 3 2 1 8 2 0 6