有機質肥料在茶樹栽培上之施用技術

林木連

行政院農委會農業試驗所農業化學系

一、 前言

茶是人類寶貴的作物種原，這個種原是一種多用途作物，因爲它主要的利用上功效有：

(一)人類健康優良的天然飲料，具有生津止渴及提神功能。

(二)具有保健的功能如防止心臟血管疾病、防癌、防阻齲齒等。

(三)集團茶園提供人類美麗之生態景觀。

此外茶葉可以入菜，供製茶餐；茶葉可以用來提煉茶黃質，供爲天然黃色色素；近來茶葉抽出物更作爲化妝品的添加成份之一，以防止面部皮膚的衰老。

茶有這麼多功效，但基本上都要由種植茶樹，好好地加以栽培管理，合理化的施肥，才能生產良質的茶菁，供製造茶葉，人類才能享用。施肥是茶樹栽培重要的管理操作，要合理化施肥有其環保及經濟上的理由：

(一)磷、鉀肥在地球上的孕藏，約再五百多年就用光了，我們一定要珍惜地去使用。如使用禽畜堆肥就是循環利用氮磷鉀素。

(二)氮素的來源雖然較豐富，但是地球上氮氧化物（NO_x）的造成地球溫室氣體效應，一半是來自施用銨態氮肥，它是茶樹喜好吸收的肥料；此外不當過量的氮肥施用也會污染水源。因此氮肥的施用就講求要有效率，能減少施用。

(三)合理化施肥是降低茶園耕作成本的方法之一。特別是很多年來茶葉的售價並沒有明顯的提升，而栽培管理的工資及資材卻有往上漲的趨勢。另外台灣肥料公司已民營化，政府對肥料價格不提供補貼，肥料售價勢必調漲，爲因應這些不利因素的衝擊，

所以要提倡合理化施肥。

二、 茶的植物營養特性及土壤需求

茶樹是喜好酸性土壤的作物，適合茶樹生長之土壤酸鹼度最適在 4.0 至 5.5 之間，土壤 pH5.5 以上，土壤水溶性鋁之有效性低，不利茶樹生長，因此無論化學肥料或有機質肥料施用應儘量維持土壤 pH 在上述之範圍。

（一）氮素需求高

茶樹因是採收生葉之作物，爲支持生葉之生長，茶樹必須由土壤中不斷地吸收氮素。相對於氮素，茶樹對於磷、鉀素之需求就較低，這也是爲什麼茶樹之專用複合肥料 42 號之三要素比例爲 23：5：5（$N：P_2O_5：K_2O$）。通常生產 100 公斤之乾茶，在乾茶裡約含有 4.5 公斤之氮素，這些氮素主要是由施肥吸收而來，可見氮肥補充在茶樹生長之重要性。

（二） 喜好吸收銨態氮

茶樹的根在土壤中能夠吸收銨態氮、硝酸態氮及簡單之有機態氮，但相較之下茶樹比較喜歡吸收銨態氮。茶業改良場曾進行盆栽試驗比較在利用石英砂培養台茶十二號及青心烏龍二種茶樹品種，施用尿素、硫酸銨及硝酸態氮（使用硝酸鉀及硝酸鈣）對茶樹幼苗生長之影響，發現以施用尿素對茶菁之收量最好，萌芽期爲最早，其次爲硫酸銨，最差爲施用硝酸態氮。因爲在土壤中尿素很快就水解爲銨態氮，故亦有學者認爲尿素之氮型態亦屬銨態氮。銨態氮對茶樹有生長促進效果，故如能在土壤中維持高濃度之銨態氮將是甚爲有利的。

一般而言施用有機質肥料，尤其是粕類肥料內所含之蛋白質、氨基酸之在土壤中慢慢礦化爲銨態氮，可在土壤維持較高之銨態氮濃度，是施豆粕類肥料對茶樹生長有利原因之一，雖然銨態氮終究硝化成硝酸態氮。

硝化抑制劑可抑制銨態氮之硝化成硝酸態氮，雖然有商品出

售，但仍並不實用。

茶樹所以喜歡吸收銨態氮的原因與遺傳的營養基因型有關係，第一：茶樹體內的硝酸還原酵素之活性很弱，第二：銨態氮在茶樹吸收後會很迅速地被同化成茶氨酸及其他氨基酸。

（三）對錳、鋁、氟吸收多

茶葉中的元素組成與一般作物有所不同，除了含氮量高外，錳、鋁及氟素之含量也比一些作物爲高，茶樹可以說是會累積吸收錳與鋁之作物，茶葉中含有高量的氟素。

表一、茶葉中之元素含量

元素別	含量（乾基）	元素別	含量（乾基）
N	3.5 – 7.1 (%)	Fe	100 – 200 (ppm)
P	0.2 – 0.7	Mn	500 – 3,000
K	1.6 – 2.5	Cu	15-20
Ca	0.12 – 0.57	Zn	45 - 65
Mg	0.12 – 0.30	Mo	0.4 – 0.7
S	0.24 – 0.48	B	20 – 30
		Al	420 – 3,500
		F	17 – 260

※小西（1994）

（四）鋁有促進茶樹生長之作用

茶樹能吸收多量的鋁而存在於老葉中，再透過落葉而回歸土壤，高量的鋁在一般作物中有毒害作用，尤其是豆科作物，但鋁對茶樹卻有促進生長之作用，茶樹具有解鋁毒之機制。鋁雖對茶樹有促進生長之作用，但茶園肥培管理上並不要施用鋁肥，因爲酸性土壤就能夠供應茶樹生長所需之鋁。

（五）低氯性

施用過量之含氯肥料，可能對茶樹生長有不良影響。雖然不含氯之鉀肥如硫酸鉀可能對茶樹之生長與茶葉之品質較好，但硫酸鉀之價格要比氯化鉀高出很多，實用上並不經濟。

（六）嫌鈣性

茶樹是屬嫌鈣型之作物，對鈣之需求要比一般作物低很多。根

據研究土壤中交換性鈣之含量若超過1440ppm就會妨礙茶樹的正常生長，嚴重時茶樹甚至會死亡，所以茶樹不能種植於石灰性土壤。一些報告也指出鈣素對茶葉品質有反效果。

（七）季節性

因爲茶葉採摘之關係，如在台灣茶區一年可採五次茶，造成茶樹在一年的生長過程中對營養元素之吸收，呈現強烈的季節性特徵。

在台灣茶區每年在 10～11 月份以後茶樹地上部之生長就逐漸停止，直到隔年 2 ～3 月間，但這段期間茶樹雖呈現休眠，葉片仍然進行光合作用，從事物質之累積，特別是把累積之物質存於枝條與根部，供新稍芽葉生長所需，成爲春茶生長的重要物質基礎。春茶生長期之營養元素吸收量的佔全年總吸收量之 40—45%。故一般肥料施用量也認爲全年施肥量之百分之五十應放在春茶茶芽萌發前。

在茶樹地上部生長期間，芽葉之生長與根系之生長會呈現節奏性和明顯的輪次性，即地上部之生長和根系生長之間有一種交替生長之特點。

三、目前茶園施肥一般缺失

（一）施肥過多且不均

根據調查目前高級茶區施肥有一半以上之茶農有過量施肥之現象。本省茶園施肥以使用複合肥料如台肥 1 號及 42 號複肥爲主，因化學肥料之長期施用，大部份茶園土壤有酸性化之傾向。因施肥策略以利用複肥中之氮素爲著眼點，高量氮肥之施用，伴隨施用了複合肥料中的磷、鉀，根據茶區土壤分析之結果茶園土壤中之磷、鉀素已呈相當豐富之範圍，特別是化學肥料配合有機質肥料施用之茶園，總施氮量有偏高之缺失。

（二）未加覆土

目前茶園施肥最大缺失爲施用化學肥料或有機質肥料未與土壤混合（或覆土）施用。本省茶園大部份分佈在坡地上，此種施肥方

式肥效低落，若遇雨季或過量灌溉極易造成肥分流失，影響生態環境。

（三）有機質肥料施用偏好豆粕類

本省茶園有機質肥料施用一般偏好豆粕類有機質肥料，此類肥料有機質含量偏低，不利土壤有機質含量之增進，地力之維持，可改用富含纖維質之有機質肥料。

（四）未摸清茶園土壤之理化性質

本省茶園土壤尤其是紅壤茶園，陽離子交換能量（CEC），即俗稱之保肥力一般屬低落，加以土壤結構良好，水分入滲容易且快速，極易造成暴雨後，肥分流失。有些茶園屬砂質土壤，屬硝酸鹽類流失，污染地下水源，此種類型土壤肥料之施用宜少量多施。

四、茶園合理化施肥之原則與方法

茶樹的施肥推薦乃是經由田間肥料試驗，考慮施肥對產量與品質的影響後，再加以訂定的，雖然茶樹之最適施肥量宜配合個別茶園之土壤肥力、氣候條件、栽培品種、耕作制度、茶樹生長勢及製茶種類來加以決定，但這種肥培管理方式實際上很難做到，應用上可參考茶樹適宜施肥量（如表二），換算成台肥 1 號或 42 號複肥之用量，再對照自己茶園各種產製條件，酌加調整。

（一）適量施用化學肥料，降低生產成本

表二、茶園適宜氮素肥量

樹齡	幼木					成木			表土有機質含量
	1	2	3	4	5	6	7	8	
多量	90	150	240	300	360	360	400	450	< 2%
中量	70	120	200	260	320	320	360	400	2-4%
少量	50	100	160	240	300	300	320	360	> 4%

註：1.8 年生以上成木茶菁產量每年每公頃達一萬公斤以上者，每年可施用台肥 1 號複肥 2,000－2,300 公斤或台肥 42 號複肥 1,750－2,000 公斤。

台刈茶樹施肥量依第 4 年幼木茶樹施用量。

2.配合施用有機質肥料時，以有機質肥料施用量及其含氮量計算所施用氮量，酌估該減少之化學肥料用量。

表二爲各樹齡之氮素用量，實際施肥時可換算成台肥 1 號複肥（20：5：10）或台肥 42 號複肥（23：5：5）之用量，若土壤交換性鉀較缺或剪枝、台刈前後可選用台肥 1 號複肥，若茶園土壤含鉀量豐富可選用 42 號複肥。

（二）注意施用時機及方法，以提升茶葉產量與品質

依各茶區氣候及茶菁採收茶季不同，靈活調配施肥時間，一年可分二次、三次或四次施肥，依個人勞力，茶園經營策略而定，原則上以茶芽萌發前即施肥完畢。雨季時期若土壤水分過多，或乾旱季節土壤水分過少，皆不可施肥，宜在土壤水分適當濕潤狀態下施肥。至於施肥方法平地茶園可採取撒施用中耕機翻犁入土、開溝條施覆土、或點施覆土之方式；坡地茶園若不適合中耕可採條施或點施，但一定要覆土以減少肥料之流失或揮發。

（三）配合土壤與葉片分析進行合理化施肥

茶園土壤及葉片分析是釐訂合理化施肥推薦之有效工具，惟此

一技術之發揮有賴茶農們確實之配合，如遵循正確的取樣方法，根據分析結果適當的調整施肥用量與方法。有關茶園土壤及葉片分析之取樣方法可洽茶業改良場或有關轄區之試驗改良場所。

五、茶園有機質肥料合理化施用

（一）油粕類

油粕類有機質肥料爲台灣茶區最常用之有機質肥料。無論是日本、中國大陸或是我國的報告均認爲油粕類有機肥料對茶葉增產及品質之改善有良好之效果。然而大部粕類在土壤中分解迅速，可供應茶樹速效性的氮素，但有機質含量少且售價偏高是其缺點。油粕類也因其個別之組成分及榨油時之加熱方式不同，施用時覆土與否，施用時之土壤溫度，水分狀況，而影響到肥效之遲速與氮素之供應量。

表三，是一些主要粕類之參考氮磷鉀成分，可供做評估施用多少肥分之參考：

以花生粕爲例其氮素含量爲約 6.55% ，假如你每公頃施用 4000 生粕，以粕類在茶園中之無機化率 70% 計算，則已投下如下式算出之氮素量 182 公斤。

4000 公斤x 0.065x 0.70＝182 公斤

以成本茶園每公頃氮素推荐量 480 公斤，其餘 300 公斤氮素可再換算成複合肥料用量約爲施用台肥 1 號複肥每公頃 1500 公斤

表三、各種粕類參考成分對照表（%）

種類	氮	磷酐 P_2O_5	氧化鉀 K_2O
棉籽粕	5.38	2.61	1.90
蓖麻粕	5.50	2.83	1.20
椰子粕	4.28	1.24	2.67
亞麻仁粕	5.09	2.06	1.33
花生粕	6.55	1.33	1.00
花生殼粕	5.07	0.98	1.50
大豆粕	6.50	1.37	2.14
桐籽粕	2.94	1.04	0.77
胡麻粕	5.07	0.98	1.50

台灣茶區最常用之油粕類有機質肥料爲豆粕類，包括大豆粕、花生粕等、蓖麻粕或菜籽粕，亦常被施用於茶園。粕類若澱粉或纖維含量多，而蛋白質少，碳素含量高者，分解就緩慢，可給態氮之生成量也少，但卻可供給土壤較多之有機質。菜籽粕在土壤中分解較爲緩慢，可能與含有高成分之芥子油類有關：另菜籽粕無機化百分率較低約只 40% 左右。下列爲幾種油粕類肥料之介紹：

1、大豆粕

大豆粕爲有機溶劑提油後之殘餘物，所含之氮素大部份爲蛋白質型態。它在土壤中分解成銨態之氮素爲所有植物性油粕中，最爲迅速者。磷素則大部份爲有機態，肥效遲緩。鉀素大部份爲水溶性，含量約 2% 左右，次於鉀含量很高的椰子粕。大豆粕之 C/N 比（碳氮比）約在 4.7 左右，屬低碳氮比有機質肥料，在土壤中分解迅速。

大豆粕爲屬單價高之有機質肥料，它的高氮素含量在多量施用下，幾乎可與化學肥料之肥效相比，雖然亦可供給其他微量元素，但磷、鉀素之含量則顯然不足，仍須由化學肥料加以補充。大豆粕因施用後分解迅速，在茶樹可做追肥使用，然台灣茶區一般均在秋冬茶採後施用，因天氣寒冷分解速率較低。豆粕類施用後一定要覆土壤，以使土壤微生物參與豆粕之分解作用，另也可避免肥分因雨或其他因素而損失，尤其隨雨水逕流而污染水源。

成木茶園大豆粕每公頃之施用量約 4 公噸，幼木茶園可依樹齡

而酌量減少施用量。施用大豆粕有改善土壤團粒構造，增進土壤透水性之效果。惟幼木茶樹應避免大量施用豆粕以免分解過程中產生有機酸，對茶苗生長發生障礙。連年多量施用應考慮逐年變更施肥位置，以免養分在局部累積，效果反而不好。

豆粕切忌與尿素共同施用，以免尿素急速分解而使氨氣揮散掉。與其他豆粕類一樣，大豆粕切忌長期儲放，尤其在氣候潮濕的情況下，易引起微生物發酵，增加以後施用麻煩，同時肥分亦會損失。

爲提高豆粕類之肥效，粕類可在室內堆積接種微生物使其發酵分解，時間約須一星期左右，惟每天須進行翻堆一次，頗爲費工。等發酵至適當程度再施到土壤中，可使粕類迅速無機態化，同時有可增加土壤微生物的活動。此種粕類有機肥製造亦稱爲伯卡西肥製造法，可依需要加入骨粉以提高磷素肥分，加入沸石粉以增加土壤保肥能力，在日本有機農法上爲一推荐式之有機肥製造方法之一。

2、花生粕：

含殼之花生粕其氮素含量幾與大豆粕相當。含殼之花生粕肥分稍差，但卻含較多之纖維性有機質，對土壤物理性改良較有助益。與其他粕類一樣，油分殘餘量之多寡會影響在土壤中分解之速率。花生粕之推荐施用量亦約在每公頃4公噸左右。

3、蓖麻粕：

蓖麻粕除含氮量高外，磷素之含量亦高。其成分與菜種粕、棉籽粕約相當。C/N比約在4.5左右。蓖麻粕在土壤中之分解速率較大豆粕遲緩，但無機態氮素之硝化作用較大豆粕爲快。蓖麻粕仍不能單獨當完全肥料使用，仍須補充不足之磷、鉀素。施用蓖麻粕對土壤大型，團粒之形成，透水性之改善有其正面之效果。每公頃之施用量約在4噸左右。

4、棉籽粕：

棉籽粕之特性是含有高量的磷素，雖然遠比米糠粕的磷（P_2O_5）含量5.82%爲低。棉籽粕之C/N比在4.5左右。棉籽粕因含纖維質果皮，故施用棉籽粕可比其他豆粕類獲得維持較長久之有機質。

5、胡麻粕：

胡麻粕乃一非常高價之油粕類，其磷素含量稍低。由於胡麻粕乃用壓榨法提油，故其殘存之油分較其他油粕以溶劑提油者爲多，故在土壤中之分解速度稍爲遲緩。

6、米糠粕：

米糠粕乃由蒸熱榨油脫脂而成。米糠粕一般一部份充做飼料用，一部當做肥料用。米糠粕之特點爲氮素含量只爲一般油脂之 1/2 至 1/3，然磷素含量卻相當高（5.82%）。C/N 比則高達 15 左右。米糠粕在土壤中之分解速率要比未經榨油之米糠來得快，因米糠含有 15-20% 左右之油脂。

（二）樹皮堆肥

樹皮堆肥係甚爲良好且科學化之有機質肥料。樹皮堆肥在日本茶園使用甚爲普遍，惟在台灣茶區僅局限於桃園縣龍潭茶區部份茶農使用，均屬自家堆積製造，然市面上亦有混合雞糞製造而成之樹皮堆肥。

樹皮堆肥含有高量之有機質，其含量在 70-80% 之間。氮磷鉀素含量則甚低，分別在 1.2% ，1.1% （P_2O_5）及 0.5% （K_2O）左右。樹皮堆肥爲高度安定性之有機質肥料，其所含之纖維素、半纖維素、木質素在土壤中可維持甚久，不易被微生物分解。且本肥料之陽離子交換能力甚高，約 70m.e./100g，施用後可有效的提高土壤之保肥能力。樹皮堆肥屬高碳氮比之有機肥料，於茶園中之推荐用量爲每公頃 20 噸。其施用方法可視樹皮發酵後資材粗細程度，粗者以先行覆蓋於茶行間經一至兩年後再行耕犁入土與土壤者充分混合。細者可開溝或與土壤拌合直接埋入土中，若能於樹皮堆肥被耕犁拌入土壤前先撒施補充茶用複合肥料則對茶樹生長效果更佳。

(三)禽畜糞堆肥

1.禽畜糞堆肥之成分特色與施用

禽畜糞堆肥品質基準之設定一般要比化學肥料困難，因爲本項堆肥之製造受家禽及家畜種類、年齡之不同，所混合之副資材之種類及量的不同，堆肥化方式之不同，使得所產製出來之堆肥成分有

有所差異。然而從肥料管理之立場而言，制定堆肥品質之基準仍有其重要性，因爲這樣才能期望堆肥製造品質之提高，農民施用堆肥時才能就成分含有率擬定必要之策略。一般而言，成分含有率不明的話會造成施肥設計上之困難。由於雞糞堆肥、豬糞堆肥與牛糞堆肥彼此間有其成分含量上之差異，故在施用上有不同之考量。

(1)雞糞堆肥

雞糞爲糞尿同體，所製成之堆肥，一般而言要比豬糞堆肥或牛糞堆肥有較高之氮、磷、鉀肥料成分。蛋雞之飼料爲因應蛋殼硬度所需，含有較高量之鈣，故蛋雞糞堆肥之鈣含量較高，此外蛋雞之飼料營養成分較高，所以蛋雞糞堆肥要比肉雞堆肥有較高之氮、磷及鉀成分。蛋雞糞堆肥屬養分型之有機質肥料。台灣地區肉雞飼養一般使用穀殼當墊料，穀殼中含高量之矽，可減輕磷素之被土壤固定。

雞糞堆肥一般含有豐富之養分，故台灣地區茶苗繁殖常將腐熟之雞糞堆肥施用於苗床底層或於茶園種植茶苗前溝施底肥，作爲基肥之用，以促進苗木之生長。由於雞糞堆肥之高養分含量，於茶園之施用若採條施覆土之施用方法宜加注意土壤局部之肥沃化，最好每次不要條施同樣位置，宜加變換施肥處所，且與化學肥料配合施用宜酌加減施化肥。由於雞糞堆肥是屬於肥效高之有機質肥料(高氮素含量)，故實際施用上於茶園之施用量宜避免施用太多，這反而造成投入土壤中之有機質含量相對減少，故它改良土壤效果反而較低。

(2)豬糞堆肥

豬糞中的磷素含量與雞糞約相當，而其他肥料成分如氮、鉀含有率則較雞糞爲低，但卻較牛糞爲高。

豬糞堆肥爲台灣地區禽畜糞堆肥之大宗，一般以機械攪拌進行堆肥化之方式爲多。本項堆肥製造之副資材添加以穀殼、蔗渣或廢棄菇類堆肥爲主。副資材之添加具有稀釋效果會使得肥料成分降低，但有機物含量提高，而使得土壤改良之效果提高，特別是難分解之有機物之添加，如菇類廢棄堆肥之添加，有利堆肥中木質素、纖維素含量之提升。

長期豬糞堆肥於茶園之施用宜注意礦物養分平衡(mineral balance)問題，尤其因爲土壤中累積較多之鉀及鈣而使得對鎂吸收減少。茶樹葉片中鎂素適宜之範圍爲 0.15-0.30%。

(3)牛糞堆肥

牛糞的特點是纖維質含量高，但肥料成分的含有率均比雞糞或豬糞低，以粗草爲飼料主體的話，纖維質及鉀素的含量較高，而氮、磷、鈣含量較低。

牛糞堆肥一般而言含有較不易分解之有機物，故是爲改良土壤之良好資材。此外牛糞堆肥之氮素肥效率低，在土壤中氮素慢慢釋放，有利地力之維持，反而不若速效性氮肥較易被雨水淋失。由於台灣地區養牛事業並不發達，產製牛糞堆肥之廠家也不多，故牛糞堆肥在茶園之利用也不普遍，然而少數廠牌直接以牛糞有機質肥料（堆肥）爲產品名稱販售使農民易於辨認產品之原料來源。

2.禽畜糞堆肥之施用基準

堆肥之適量施用具有提供茶樹養分及改良茶園土壤之效果，此外對製茶品質之提升，茶葉之增產亦有其一定之效果。基本上禽畜糞堆肥之施用仍是在與化學肥料併用之前題下來改進茶園之生產，前者具有緩效性之效果，而後者是有速效性之效果，故二者具有互補之作用，特別是在前期禽畜糞堆肥之施用對茶樹初期之生育仍不太能發揮肥效，而由化學肥料之施用來補充其欠缺。

茶園禽畜糞堆肥之施用是採用比較低之基準加以設計，這因爲是成木茶園之行間越來越小，大量堆肥之施用會變得不方便，而且茶園之深耕作業往往受茶樹大部份是種植在坡地上之限制。表四是日本成木茶園，禽畜糞堆肥施用基準（中央畜產會，1985），在連續每年施用之場合很顯然與每隔 3-4 年施用一次之場合，禽畜糞施用之量很顯然有所不同。目前政府之有機質肥料示範推廣計畫中，每公頃推荐施用量 8 公噸，在連用之場合，對茶樹而言仍算是一合理之施用基準。

表四、成木茶園禽畜糞堆肥施用基準（噸／公頃）

禽畜糞堆肥	連續繼續施用場合	單年使用場合
雞	10	40
豬	10	20
牛	20	30

※1.中央畜產會(1985)。2.連年施用場合(10 年以上)，禽畜糞堆肥之每年氮素代替量限度爲每年 20 公斤。3.單年使用指每間隔 3-4 年施用 1 次。4.雞糞堆肥爲雞糞與有機資材 1：1 基準下堆積腐熟。

根據日本及中國大陸之資料顯示，茶園之禽畜糞堆肥與化學肥料之適當配合施用是以化肥中施氮總量的三分之一由禽畜糞堆肥來代替(吳洵,1993)。長期施用禽畜糞堆肥之茶園，化學肥料之施用量宜減施三分之一，或依據土壤分析結果，若土壤有效磷及交換性鉀在豐富之範圍，可考慮只供給茶樹氮素養分。禽畜糞堆肥之施用宜避開採茶季節，尤其有風有雨的日子，採茶的竹籠也不宜放置在施有禽畜糞堆肥之茶樹行間上。長期施用禽畜糞堆肥應相隔 4-5 年進行一次土壤取樣分析，檢測茶園土壤 pH 是否超過茶樹生長之適當範圍，檢討土壤中磷、鉀、鈣、鎂素之累積情形。一般茶園土壤有機質含量以 3%以上就算豐富之範圍，施用堆肥之茶園土壤有機質維護之期望目標是 5%，超過此一數值就應相當考慮再施用堆肥之經濟性（松田,1985）。

禽畜糞堆肥於茶園施用之基準訂定乃爲提供茶農施用時之參考，實際應用上應參考自己茶園之土壤及氣象條件，品種及栽培方法，製茶種類及茶樹生長狀況酌量加以增減施用量，尤其購用堆肥之原廠說明應詳加瞭解。一般而言青心烏龍生長勢較差，產量較低，堆肥之施用量可酌加減少，而台茶十二號產量較高，肥料需要量也較多。製包種茶的茶園不宜過量施用氮肥，以免影響香氣，而綠茶之製造宜酌增施氮肥。

六、有機農法茶園之有機質肥料施用策略

我國之有機農產品生產基準已於八十八年三月十五日由農委會公告，內中有關有機茶葉之生產除可採全有機之方式，亦容許採用準有機栽培之方式，茶樹得酌量施用氮素化學肥料其施用量不得超過作物施肥手冊推荐氮素用量之百分之二十，換言之茶樹所需氮素之百分之八十必需由有機質肥料（含綠肥）來供應。目前台灣地區茶園有機農法之施行據有機農業全球資訊網之資料共 35 戶（1999 年資料），其中採自製堆肥者只少數一、二農戶，大部份是以購用有機質肥料使用之方式，因此生產成本高昂，惟茶葉屬高售價之農產品，此一肥培管理成本，茶農仍可吸收。以禽畜糞堆肥在有機農法茶園之施用自然以高氮含量且肥效高之堆肥較能降低生產成本。有機農法的耕作頗爲注重地力之培養，大部份市售禽畜糞堆肥均有高百分率之有機質含量。茶樹爲對氮素需要量高之特用作物，林木連與曾信光(1996)曾指出全有機栽培方式之茶園，可以茶樹氮素需要量（360-480 公斤／公頃）各半，折算成豆粕類肥料與禽畜糞堆肥施用，其中後者宜以冬季剪枝後當基肥施用而豆粕有機肥當追肥分別視個人耕作勞力，注重春、秋冬茶，分 2～3 次施用。至於準有機栽培之茶園，因氮肥需要量可 20%以化學肥料供應，故可將茶樹總需氮量之百分之四十以含高氮成分之豆粕類肥料施用，另外的百分之四十之需氮量以禽畜糞堆肥施用，則同時施用了二種分爲速效性及緩效性之有機質肥料，此似爲有機農法茶園肥培管理可應用之策略。

魯冰又名羽扇豆是茶園常用之冬季綠肥作物，魯冰爲固氮豆科植物，於冬季之種植可因植株之吸收氮肥或本身之固氮作用，而減少禽畜糞堆肥或豆粕類有機質肥料之投入，但魯冰於有機農法茶園的種植往往因土壤肥力過於良好，而影響魯冰根瘤之產生，使得魯冰之固氮作用能力不良。

由於有機茶葉的栽培必須依靠有機質肥料中的氮素來提供茶樹之生長，基於禽畜糞堆肥一般都沒有高量的氮素含量，且氮、磷、

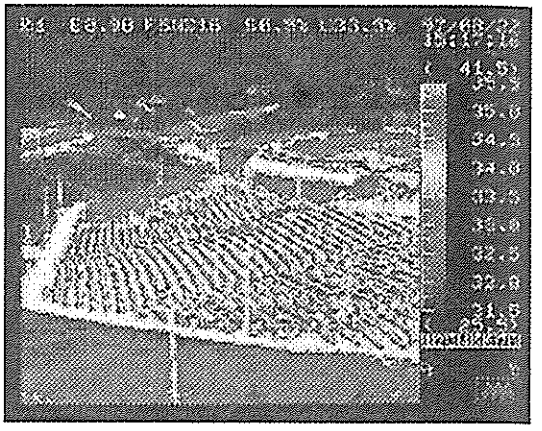
鉀素間之比值並不平衡，甚至於考慮堆肥中氮有效性之問題，往往要投入相當多量之堆肥，此就造成了磷、鉀素在茶園土壤中之累積，尤其行間空曠地少之茶園更又不適合加以深耕，便得磷、鉀素之含量相當偏高，此點是有機農法茶園土壤管理必須注意的。此外重金屬之累積問題，也是施行有機農法栽培之茶農所必須加以監測的。

七、茶園的精準施肥

向來茶園的施肥都是把園區當作生育是平均的，而肥料的施放也都是一樣的。國外先進國家如歐美，因衛星定位儀（GPS），作物收量偵測器（yield monitor）之利用，許多穀類作物如水稻、小麥已有甚多精準施肥之利用。茶樹方面，日本野菜・茶葉試驗場（NIVOT）也已發展出茶園收量分佈計測用摘採機以供茶園精準農耕利用（深山及吉富，1998）。此種機型爲架設在軌道式摘採機上。茶爲高價且對肥料需求較多之作物一般茶園都有過剩施肥的現象，應用精準農業的技術在茶園的管理操作，如施肥，是被認爲較具有潛力（Srinirasan，1998）。在茶樹生質體之資訊收集上也有吉富等（1996）利用微波透過樹體之衰減量來進行非破壞性（非接觸性）地收集茶樹生體資訊，以供作爲園區生長量變異之參考。利用熱紅外線也可用來遙測茶園中茶樹之不同生理表現分佈（如下圖），左圖爲一般之照相，而右圖爲經熱紅外線遙測，可發現茶園中間部位有不同之生理表現，由表現異常之部位，可進一步探討其造成之原因，而加以擬定處理之對策如施肥之增量或減量。



圖一、一般照相之茶園



圖二、經熱紅外線拍攝之茶園狀況

（轉載自日本野菜・茶葉試驗場網站）

精準農業在台灣之利用，有人預測還要等十年，但至少台灣茶農單位面積大約是1公頃，直覺式且長期性之耕作應已能判別園區收量之變異分佈，即收量長期都比較低的地方，如耕作不能改良，應是施用比較少之肥料。手採茶區，分區段稱量茶葉雖較煩，實際應用上以探討究明收量之空間變異分佈不是不可能。近年來日本寺田製所推出之茶園遙測用之即時測定園區 EC 分佈，也是茶園精準施肥應用的例子。

八、結　語

處於這個二十一世紀之時代，是一個注重環境與資源保育，追求永續發展的時代，肥料是茶葉生產重要且有限的能源，合理化的使用才是正途。合理化的施肥才能降低生產成本，面對加入世界貿易組織（WTO），對進口茶葉才有競爭力。