

# 108 公務人員高等考試三級考試試題

類 科：農業技術  
科 目：土壤學

一、近年來將農業廢棄物製備成生物炭 (biochar) 後施用於農田土壤是一熱門之探討議題，請說明其在土壤改良與作物栽培和環境保護可能之效益。(20 分)

《考題難易》：★★★★★(最難為 5 顆★)

《破題關鍵》：須能了解生物產業科技之相關研究之時事題

【擬答】：

(一)根據國際生物炭倡議組織(International Biochar Initiative, IBI) 所採用的定義中，作為農業資材之生物炭為一種纖細且具有多孔性結構的顆粒，外觀與一般燃燒所產生之焦炭(charcoal) 類似，並且由生質物如木材、樹葉等有機物質，在反應溫度小於 700°C 並於密閉空間中，限制氧氣的狀況下加熱分解所產生的固態物質，而這些物質必需要有目的地應用在農業土壤以及環境保護上，即可稱為生物炭；而農業領域方面常見應用於改善土壤性質、增加作物產量等功用。

(二)土壤改良可能之效益:

當生物炭摻混於土壤中時，由於自身的結構、組織、多孔性等，改變了土壤中的孔隙及粒徑大小分布、密度等條件，造成直接或間接的影響到土壤的性質，例如水或空氣在作物根部區域的滲透性、保留陽離子的能力、調節周遭環境溫度等。

(三)作物栽培可能之效益:

Glaser et al. (2002) 也指出，將炭應用於農作物生長時，除增加土壤本身的 pH 與能夠利用的養分含量，另外也可以藉由增加陽離子交換能力來改善養分的留存，以及提升了一些土壤的物理性質，像是土壤水分的留存與聚集等。Asai et al. (2009) 則在調查添加生物炭在土壤中做復育時，發現寮國北方高地所種植的稻米，在使用生物炭後，會改善了土壤表層的飽和水力傳導度 (saturated hydraulic conductivity, SHC) 以及稻米木質部運輸水分的流動速度 (xylem sap flow, XSF)。Yamato et al. (2006) 的研究顯示，利用印尼製漿產業中所產生的大葉相思樹樹皮廢棄物，燒製成樹皮木炭 (bark charcoal)，當作土壤改良材料應用於農作物玉米、花生以及四季豆的生長，對於作物的產量上都有大幅上升的趨勢，並且在土壤中叢枝菌根菌的群棲化速率上，也有增加的情況，土壤的化學性質在經過檢測後也有所改善。

(四)環境保護可能之效益

上述乾料農業廢棄物若利用 10% 作為生物炭之利用，在 500°C 製程、50%產率下，每年可生產 6 萬多公噸的生物炭供農作生產使用。假設將乾料農業廢棄物全數作為生物炭利用，則可供 3 萬公頃土地利用，作物產量相當於 15 萬公頃的耕作土地，占我國耕作地面積的兩成。生物炭的利用不僅可提高物產量，亦可改善長期休閒地的土壤性質，可增加耕作地面積。儘管目前國內農林剩餘資材豐富，但因料源分散，導致收運困難，因此，唯有就地利用進行分散式資源化或能源化，不僅可解決廢棄物處理的環保問題，亦可具能源與資源回收之雙重貢獻。

二、請說明土壤團粒構造 (aggregated structure) 對於栽培作物之重要性，並請說明如何促進和維持土壤團粒構造。(20分)

《考題難易》：★★★(最難為5顆★)

《破題關鍵》：了解土壤團粒構造的重要性與對作物生長之影響

【擬答】：

(一)土壤團粒構造是指土壤顆粒排列所構成的形態，為土壤顆粒所結合形成的自然土團或土塊(peds) (稱為「粒團」(aggregates))。

(二)土壤團粒構造對栽培作物的重要性如下：

- 1.良好之團粒構造，可減少水分蒸發，使土壤有適當的保水力，以供作物長期吸收水分。
- 2.良好之團粒構造，使作物獲得適於吸收水分與養分之環境。
- 3.良好之團粒構造，使土壤通氣良好，便於植物根部之呼吸及有益微生物之活動與繁殖。
- 4.良好之團粒構造，具有保溫效果。
- 5.良好之構造，使植物根容易伸展與穿透。發育良好之構造，有減低土壤侵蝕的功用，進而減少土壤養分的流失。

(三)促進與維持土壤團粒構造之方法如下：

- 1.增加有機質，
- 2.耕作(改變土壤結構)，
- 3.加客土。

三、請說明土壤微生物根瘤菌 (rhizobium) 和菌根菌 (mycorrhizal fungi) 對作物生長之影響。(20分)

《考題難易》：★★★(最難為5顆★)

《破題關鍵》：了解土壤微生物中之根瘤菌和菌根菌對對作物生長之影響。

【擬答】：

(一)根瘤菌 (rhizobium)：

豆科植物能夠與根瘤菌 (Rhizobia) 共生，根瘤菌通過體內的固氮酶將空氣中的氮氣通過生物化學過程轉化為含氮化合物，將空氣中的氮固定下來，供給植物利用。這個特點使得豆科的作物成為從事友善環境耕作的農夫的一大幫手，在減少外來輸入的資源的時候，可以藉由種植豆科作物來補充田地中的養分。

(二)菌根菌(Mycorrhiza Fungi)

一種菌類之菌絲與某些樹木及灌木之根相關連之共棲菌。菌絲伸入高等植物的根部營共棲生活，能消化一些養份供給植物，又可從植物體攝取養份，雙方均有益處。菌根若依根與真菌絲結合之方式，可分為外生菌根(Ectotrophic Mycorrhiza)與內生菌根(Endotrophic Mycorrhiza)。

外生菌根(Ectotrophic Mycorrhiza)：外生菌根主要由擔子菌之菌絲包在根裡面，菌絲深入植物小根內，插入根細胞間，但未插入根細胞之內，其作用為增加根的吸收面積而助長其吸收養分。外生菌根菌的植物有松(Pine)、樅(fir)、針樅(spruce)、落葉松(larch)、桉樹(eucalyptus)、山毛櫸(beech)樺樹(birch)、橡木(oak)、山核桃(hickory)、及其他樹種。此等真菌為擔子菌，可產生洋菇，一種菌常可和多種樹共生。

內生菌根(Endotrophic Mycorrhiza)：菌絲深入根細胞內，當此共棲菌根死後，其組織被植物吸收與利用。內生菌根菌常可在玉米、小麥、棉花、草、豆科、楓、山茱萸(dogwood)、柑橘類、玫瑰、冬青類(holly)。及棉白楊(cottonwood)根發現，後者又稱囊叢狀菌根菌。許多研究發現接種菌根菌可提高作物養分吸收能力(尤其磷)、耐旱性、耐濕性、耐鹽性、及抗病能力。

四、請說明如何應用土壤的田間容水量 (field capacity) 和永久凋萎點 (permanent wilting point) 以及土壤水分特性曲線 (soil moisture characteristic curve) 於栽培作物時的田間水分管理。(20分)

《考題難易》：★★★(最難為5顆★)

《破題關鍵》：了解土壤水分特性與植物的關係

【擬答】：

(一)田間容水量 (field capacity)：指土壤經大雨或充分灌溉後 (或土壤充分浸濕)，經過 2-3 天後，讓土壤中的過剩水充分由重力排除 (滲漏)，土壤含水量到達一個穩定狀態，此時之土壤含水量稱為田間容水量。以相同土塊之烘乾土重與永久田間容水量時土重之差值，可計算田間容水量，如下公式所示：

$$\text{田間容水量} = 100\% \times [(\text{田間容量時土重}) - (\text{烘乾土重})] / [(\text{烘乾土重})]$$

(二)永久凋萎點 (permanent wilting point)：土壤水份少到某一限度時，作物不能繼續攝取而開始呈凋萎現象，稱為永久凋萎點。以相同土塊之烘乾土重與永久凋萎點土重之差值，可計算永久凋萎點，如下式所示：

$$\text{永久凋萎點} = 100\% \times [(\text{永久凋萎點土重}) - (\text{烘乾土重})] / [(\text{烘乾土重})]$$

(三)永久凋萎點、田間容水量均有共同之趨勢就是：土壤含有機質愈多，或質地愈細，則其含水%愈大。田間容量與永久凋萎點間的含水狀態 (pF2.54-4.2) 為植物可利用之有效水分，如土壤含水量超過田間容水量，則常有排水之需要，不符合水資源使用的效率。其次，由於：[(田間容量含水量%) - (永久凋萎點含水量%)] 之數值 (=有效土壤水分)，大致在 15% 上下擺盪。

(四)土壤水分特性曲線 (Soil moisture characteristic curve) (Soil water retention curve)：土壤水分在平衡時，與勢能 (基質吸力) (張力) 間具有函數關係，此關係以實驗量測，以圖形表示。

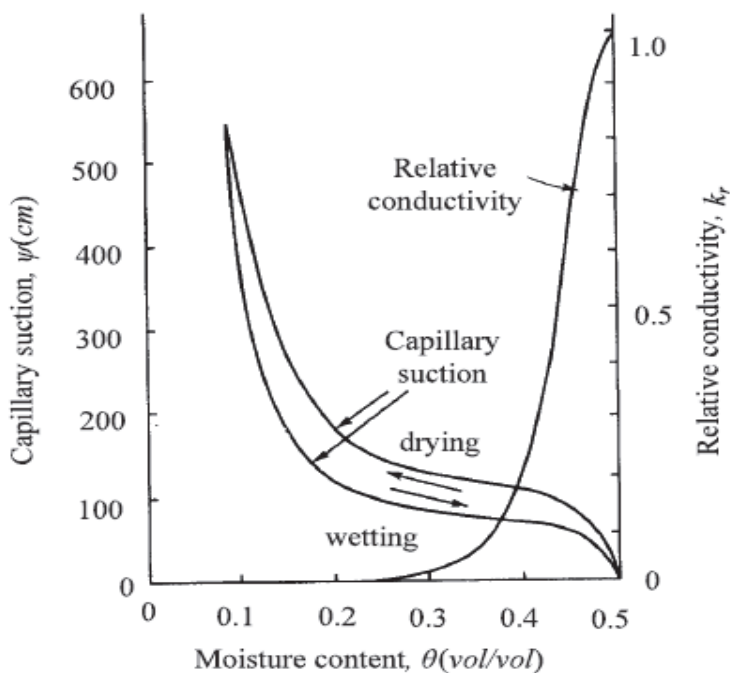


圖 5-3 土壤水份特性曲線 (Mein and Larson, 1973)

(五)由土壤水分特性曲線與基質吸力間的關係，可知在何種含水量時土壤的水分為田間容水量 (field capacity) 和永久凋萎點，而得知土壤的有效水分，可為作物的田間水分管理。

五、政府機關最近在推廣畜牧場沼液沼渣 (methane fermentation liquid and residue) 之農田土壤施用，請說明其對土壤與作物栽培和環境品質可能之影響。(20分)

《考題難易》：★★★★★(最難為5顆★)

《破題關鍵》：為水汙染防治時事題

【擬答】：

(一)對土壤與作物栽培之影響如下：

畜牧糞尿經過厭氧消化後生成之水溶性物質為沼液，固體產物則為沼渣。沼液及沼渣中含有豐富的養分及肥分，可提高植物的抗病蟲害能力，有助於作物吸收、產量增加。另外，依調查資料顯示，養豬一年所獲得的氮肥相當於臺肥五號肥料一包，農民使用沼液沼渣作為農地肥分，可減少化學肥料的使用，推動有機農業，節省非常可觀的肥料開支。

(二)對環境品質可能之影響如下：

1. 產生沼氣作為生質能源

畜牧糞尿厭氧發酵會產生沼氣，其中 60%以上是甲烷，屬溫室氣體之一種，依據 IPCC2007 年報告，其溫室效應造成全球暖化之潛勢為二氧化碳的 25 倍。因此，沼氣的收集利用，不僅可減少溫室氣體的排放，經不同程度的純化、回收後，可用來發電、熱能及車用燃氣，是較為穩定之生質能源。

2. 沼氣發電可申請碳權抵換

依臺灣大學蘇忠禎教授研究顯示，以飼養 9,000 頭養豬場使用 90 瓩發電機為例，計算沼氣發電量，平均每頭豬每年可減少 1 公噸二氧化碳當量計算。全國 550 萬頭養豬，藉由發電產生的減碳效益，預估每年減少 550 萬公噸二氧化碳的碳排量，占全國二氧化碳碳排量每年 2.7 億公噸的 2%。我國已訂定公布溫室氣體及減量管理法，針對每公噸超額碳量處分罰鍰，亦訂定發布溫室氣體抵換專案管理辦法，明定碳權抵換的方法。

3. 畜牧糞尿資源化利用方式

畜牧糞尿資源化利用有三種途徑：一是厭氧發酵沼氣用來發電，沼液沼渣作為農地肥分使用；二是畜牧糞尿依農業事業廢棄物再利用管理辦法進行再利用；三是經處理至符合放流水標準，放流水作為澆灌之水資源利用。畜牧糞尿作資源化利用的部分，不須繳納水污染防治費，且可提高環境品質。

故推廣畜牧場沼液沼渣 (methane fermentation liquid and residue) 之農田土壤施用可作為農地肥分使用政策，不僅有效降低河川的有機污染量，也減輕畜牧場飼養成本，提高農作品質。