

111 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：三等考試
類 科：農業技術
科 目：土壤學
考試時間：2 小時

一、請說明增加土壤碳匯和「淨零碳排」有何關係。並請說明增加土壤碳匯的方法。(20 分)

- | |
|---|
| <p>1. 《考題難易》：★★★★</p> <p>2. 《解題關鍵》：了解土壤碳匯和「淨零碳排」關係及土壤碳匯的方法</p> <p>3. 《命中特區》：土壤學講義 PP87-88 與土壤學題庫講義 PP38 題 2</p> |
|---|

【擬答】：

(一)土壤碳匯和「淨零碳排」關係:

土壤儲碳的方式，是將大氣中的二氧化碳，一部分儲存於樹幹最後再進入在土壤中。土壤中的碳又可分為有機型態的碳與無機型態的碳，有機碳來自生命體，主要來源是枯枝落葉、根的殘留物與分泌物，其次為動物、微生物的殘骸與排洩物等，這些含有碳的殘留物儲存在土壤中就稱為有機碳。而無機碳為大氣中的二氧化碳在土壤中成為碳酸根，再與鈣、鎂、鈉等陽離子沉澱成而為碳酸鹽，主要是碳酸鈣，少量碳酸鎂或碳酸鈉，不過遇水容易淋洗而流失。以上兩者皆為所謂的土壤碳匯。有機碳普遍存在各類型的土壤中，但碳酸鈣等無機碳主要集中在降雨量低於蒸發散量的乾燥地區。臺灣地區潮濕多雨，土壤中儲存的碳，絕大數是有機碳，唯有西部近海平原的鹼性土壤，才有碳酸鈣存在。因此當我們在臺灣就土壤的減碳與儲碳議題來說，應該圍繞在有機碳的型態。

如果目標是為了儲碳，則應採行低碳農法（或稱再生農法，regenerative farming），這是一種有機農業的操作模式，除了原本有機農業注重生態平衡，不施用化學肥料與農藥外，也以減少耕犁、提高生物多樣性、施用堆肥或生物碳與覆蓋表土等措施，在不影響作物產量與品質下，達到提高土壤的健康（soil health）以及碳存量（C stock）。同時持續的減少外部資源（指原本不屬於土壤中的資源，例如肥料、農藥）的投入，最終以維持高的生物多樣性、土壤生產力、改善水的循環及極大化生態系統服務價值（ecosystem service）為目標[2]。因此在考量農業減碳策略時，需要綜合性的考量，一如稻田浸水，可抑至有機碳的分解，但較易生成甲烷，因此若能使用再生農法生產能源作物（例如：水稻、狼尾草），增加土壤固碳能力，並將能源作物轉制為生物炭或其他生質燃料，可使農業生產過程的固碳效應大於排放，就可落實淨零碳排的策略。

(二)增加土壤碳匯的方法:

碳儲存：透過植物的作用與農業灌溉施肥等方式，增加土壤中的碳儲存，把大量的碳留存在土壤中，以下列舉 3 種可提高土壤碳儲存之管理策略

1. 例如農地免耕或減少耕犁、覆蓋作物和使用有機肥、應用適當灌溉、種植深根作物及施用穩定有機肥等。
2. 不直接焚燒有機廢棄物，透過土壤微生物的分解、聚合、轉化作用，形成中不易分解的腐植物，以及將有機廢棄物加工製成穩定有機質或有機肥，施入農業土壤中，都是碳儲存的方式。這樣的「土壤碳儲存」，保存時間可達數百至數千年。
3. 使用有機質肥料的過程中，若導入可抗分解、成為穩定有機物質的技術，不僅能增進農業地力、解決環保問題，還可有效增加土壤碳儲存，加速達成碳中和目標，擁有多重效益。在技術應用上，以全球生產糧食的土地約 49 億公頃計算，每公頃的 15 公分土層若增加 1% 的土壤有機質含量，將可蓄存 46.9 公噸的二氧化碳，等於蓄存 12.79 公噸的碳。

二、請分別說明為何根瘤菌、菌根菌、溶磷菌可被用為微生物肥料？(20分)

1. 《考題難易》：★★★★
2. 《解題關鍵》：了解微生物肥料定義與種類
3. 《命中特區》：土壤學講義 PP76、PP82、PP332

【擬答】：

微生物肥料：

微生物肥料，是指含有某種活微生物或酵素的固體或液體製劑，施用在種子、幼苗或土壤上，可加強營養之有效性或增加土壤中營養份，補充土壤中有益微生物數量，使土壤維持在良好生態環境下發揮功能。微生物肥料根據其作用基本上可分為固氮菌(包括共生、協生及非共生固氮菌)、溶磷菌(包括真菌、放線菌及細菌類)、溶矽菌、菌根菌、促進作物生長之根圈微生物、分解菌、鐵物質生產菌、有機聚合物生產菌、複合微生物肥料、堆肥用微生物肥料等。

以下對根瘤菌、菌根菌、溶磷菌分別說明：

(一)根瘤菌(固氮菌)

自生固氮的細菌有固氮菌、巴氏梭菌、克氏桿菌、光合細菌等。與豆科植物共生固氮的有根瘤菌。

(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)。

(三)溶磷菌：

為生物性肥料(微生物肥料)，凡是生物，其生存即會受到外在環境壓力的影響，而影響其施用效果。因此，使用時不可與農藥共同使用，並儘量將產品施用於土壤裏層，以減少與農藥等有毒物質接觸的機會。溶磷菌為一群原本即存在於土壤中，可以藉由釋放小分子量有機酸以提升土壤可溶性磷含量的土壤細菌或真菌。常見的種類溶磷真菌、溶磷細菌與溶磷放射菌等三種。溶磷細菌常見有 Pseudomonas、Bacillus、Thiobacillus 等菌屬。溶磷真菌有 Penicillium、Aspergillus 等菌屬。溶磷放射菌有 Streptomyces、Mycobacterium 等。適當的使用溶磷菌可以提升土壤中有效性磷的含量，減少 30% -50% 的磷肥使用量，降低肥料的投入。

三、請說明如何應用土壤水分特性曲線於智慧農業栽種旱作的自動化土壤水分管理。(20分)

1. 《考題難易》：★★★★
2. 《解題關鍵》：了解土壤水分特性曲線的定義與應用
3. 《命中特區》：土壤學講義 PP147-148 與土壤學題庫講義第六章題 13 與 17

【擬答】：

智慧農業是以現行產業生產模式為基礎，在生產管理上輔以省工省力機械設備、輔具及感測元件的研發應用，並結合跨領域之資通訊技術(ICT)、物聯網(IoT)、大數據(Big Data)分析、區塊鏈(Block Chain) 等前瞻技術導入，減輕農場作業負擔降低勞動力需求，提供農民更有效率的農場經營管理模式。

土壤水分特性曲線(Soil moisture characteristic curve)為土壤水分在平衡時，與勢能(基質吸力)(張力)間具有函數關係，此關係以實驗量測，以下圖形表示。故若知土壤之張力便可知土壤的含水量，若得土壤的田間容水量 (field capacity) 和永久凋萎點，可知土壤的有效水分，可為作物的田間水分管理。

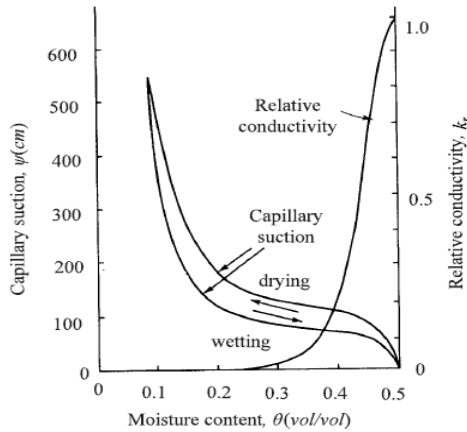


圖 5-3 土壤水份特性曲線 (Mein and Larson, 1973)

栽培旱作物土壤水分狀況控制與智慧農業結合的原則：

- (一)在灌區內同一地點地下層次之土壤質地部分不盡相同，而土壤物理特性及土壤水分常數亦有差異，因此，依土壤水分特性曲線資料可作為灌溉水深或灌溉水量計算之依據。
- (二)各種作物之日需水量與每次純灌溉水量為決定灌溉期距之要件，而影響作物需水量有氣象、土壤或地形、作物種植種類、耕作技術等因子，作為釐訂灌溉計畫之依據。
- (三)旱作灌溉方法，因不同之條件有各種方式，以其目的、土壤種類、地形、丘塊形狀、田區大小、作物種類及水源水量等有關條件來決定。管路灌溉均勻度較漫灌、溝灌等傳統方式為高，並能將有限之水量有效地施灌於作物根部，因此對灌溉水量之節省可觀，這些資料都可與智慧農業技術的自動化土壤水分管理結合。

獨家 **7** 大輔考規劃

志光×保成×學儒

幫助你快速上榜

1. 定時平時測驗 定時檢視學習成效，累積上榜實力。

2. 專業筆記借閱 提供重點筆記供學員借閱複習。

3. 考取學長姐見面會 循著考取學長姊的腳步前進，快速考取囉！

4. 修法專題關懷講座 最新時事議題補充及修法重點整理。

5. 專任班導師 班導師為補習班與學員之間的重要溝通橋樑。

6. 手機隨身APP系統 預約、考情、優惠、歷屆試題，一次搞定。

7. 視訊在家補課系統 讓你零缺課，隨時ON在進度上。

多元學習模式

現場面授
名師現場面對面
即時互動解答疑惑

視訊課程
手機APP預約上課
輔導期間 無限重複看課

WIFI看課
專屬WIFI教室
讓你學習時間更彈性

直播教學
即時登入直播跟課
掌握進度免等待

在家學習
使用在家補課點數
即可在家複習上課
(以老師授權科目為準)

四、土壤被分類為極育土 (Ultisols)，若擬實施適地適作，請說明此類土壤適合栽種之作物為何？並請解釋其原因。若擬實施土壤改良來種植一般的作物，請說明如何改良。(20分)

- 1. 《考題難易》：★★★★★
- 2. 《解題關鍵》：了解極育土的定義與特性
- 3. 《命中特區》：土壤學講義 PP61 與 PP. 204 與土壤學題庫講義 PP24 題 28

【擬答】：

(一)極育土(Ultisols)綱：

極育土生成於暖濕的熱帶及副熱帶，且大部份季節降水量 > 蒸發散量的氣候環境，一般分布於較老的地層區（如紅土礫石臺地），或位於中低海拔之山區平坦地（地質穩定區）。具有強酸性、高度風化作用的土壤形態，Bt 層也具有黏膜，呈黃紅、紅色。極育土較為貧瘠，需要投入多量肥料供農業生產。其面積佔全世界陸地的 8.5%，卻養活全世界 18% 的人口。臺灣之丘陵、臺地上的紅色土壤大多屬此種土綱。

(二)酸性土壤的作物：

丘陵、臺地上的紅土適合栽種一些喜酸性植物，紅土一般可以種植稻米、茶、絲、甘蔗，山地還適於種植杉樹、油桐、柑橘、毛竹、棕櫚等經濟林木。

(三)酸性土壤的土壤改良方法

1. 酸性土壤施用石灰質土壤改良劑：

臺灣地區土壤酸鹼值改良（pH 低於 5.5 時）的方式是將苦土石灰或白雲母粉撒到農地（以不超過 2 噸／公頃／年為原則），除了改良土壤 pH 外，同時提供鈣及鎂，以供植物生長所需。

2. 土壤磷肥之利用：

磷肥在土壤中移動性極低，尤其是酸性土壤中，為提高其利用率，宜進行：

- (1)更新根域土壤。
- (2)以耕犁方式、提高有機質、調整酸鹼值，以促進根生長。
- (3)提高磷酸根之溶解度。
- (4)提高土壤根圈微生物活動力。

3. 客土改善紅壤之 pH 及質地：

紅壤黏粒含量多，土壤質地大多屬於黏壤土或黏土的範圍，土壤反應從極強酸性到弱酸性，土壤容易結成硬塊，乾燥時土色灰白，堅硬如石（臺灣客家人稱為「牛肝石」），植物根系很難穿透的，耕耘上也費力。但土壤黏粒含量多，則 CEC 不會太低，保肥力較高，有助於保持氮

志光×保成×學儒



6 大課程循環

農業行政·農業技術 幫您快速考取

基礎課	正規課	專題課
基礎架構課程協助考生建立基礎，以簡易的體系架構，理解各類科法令大綱，有助日後各類科學習。	開課時間依照各科目學習關聯性作安排，由淺入深教學、循序漸進的授課模式，讓同學完整學習、快速考取。	考前要拿高分除了理論內容熟記外，在答題上再加入新的時事見解，藉此提高分數，增加上榜機會。
總複習	題庫班	奪榜班/特訓班
考前關鍵時刻，由授課老師精心篩選並分析考前重要考點補充，地毯式重點整理給各位同學。	以題目帶觀念方式授課，將題目進行整合連貫的剖析，強化同學作答技巧的提升！達到舉一反三之效。 【自費加選】	成績診斷分析→複習計劃擬定→隨堂小考檢視→弱科加強課程→駐班輔導老師→全真模擬考試。 【自費加選】

全國狀元

張○程

111 普考農業行政

正規班能提供報考同學打基礎的機會；題庫班則是透過考古題與解析來練習自己的輸出是否有不詳盡之處。弱科千萬別放棄，若是共同科目比較弱，也得去補強，考場上不是錄取就是落榜，那幾分有可能成為關鍵。

非本科系考取

吳○珊

111 高考農業技術

建議多做多看考古題，尤其是近3年地特、高考二級出的題型比較特殊的作物或是議題，一般來說補習班老師在上課的時候都會補充。題庫班會講解一些歷年考題，幫助了解答題模式和省去找答案的時間。

公職王歷屆試題 (111 地方特考)

五、請說明土壤氧化還原電位 (redox potential) 如何影響砷 (As) 含量高的水田土壤中砷之生物有效性，進而影響生產稻米之食用安全。(20 分)

1. 《考題難易》：★★★★
2. 《解題關鍵》：了解砷的污染與氧化還原電位如何影響砷有效性
3. 《命中特區》：土壤學講義 PP194-195 與 PP303

【擬答】：

- (一) 台灣的地下水使用量約佔水資源三分之一，許多地區的飲用水主要來自地下水化、雲林、屏東、宜蘭等，而砷為地下水中常見的有毒成份，例如彰此種之類金屬除局部地區有天然來源污染外，亦可由工業、礦業與農業而帶來污染。農業污染方面主要由於殺蟲與土壤消毒劑(多數為無機砷化合物)及除雜草與防植腐病劑(常屬有機砷化合物)等而介入。
- (二) 地下水中的砷及金屬離子(例如鐵、錳)的價態與濃度，大都與地下水之氧化還原狀態有關，例如還原態時，無機砷離子為三價，氧化環境時，砷大都呈五價砷 (As) 如砷酸(H_3AsO_4 、 $H_2AsO_4^-$ 、 $HAsO_4^{2-}$) 為穩定狀態，而且地下水還原程度越高、其砷濃度也越高。地層中的鐵錳氧化物若被還原，其中的砷釋出水中，也會增加水中砷的濃度。在無氧的含水層中，沉積物中的氧化鐵因為微生物還原作用被還原成二價鐵，於是地下水中鐵濃度升高，砷濃度因鐵被還原而隨之升高，因為吸附在鐵錳氧化物上的砷，被脫附並還原為三價砷如亞砷酸(H_3AsO_3 、 $H_2AsO_3^-$ 、 $HAsO_3^{2-}$)。實測砷的氧化還原電位約為-400 ~ +300 mV，以台中和新竹苗栗的氧化程度最高，高雄及嘉南則以還原程度最高。各種砷的物種濃度是受 pH。(台灣地下水之氧化還原狀態與砷濃度，陳文福等，農業工程學報 第 56 卷第 2 期中華民國 99 年 6 月出版)
- (三) 含砷地下水灌溉水田土壤後，土壤中砷濃度超過台灣土壤污染管制標準(60 mg/kg)，水稻根圈土壤甚至高達 300 mg/kg，以序列萃取法劃分砷型態並解釋砷的來源及在土壤中之動態，水稻植株中以根部砷濃度最高，糙米最低，但以最高濃度考量一般成人食米攝取量加以計算，仍超出 WHO 所建議之砷攝取量上限，進而影響生產稻米之食用安全。

志光×保成×學儒

高普考取班 8 大保證

適合非上榜不可的你

一次繳費輔考至考取

學費省很大 考取班全年課程不間斷，一次繳清學費輔導至考取。	課程最完整 完整課程循環，基礎班→正規班→專題課→總複習...等，全部擁有。	上榜賺獎金 報名考取班第一年考取同職等考試，頒發高額獎學金。	學習最便利 輔導期間可依自己時間選擇面授或視訊學習，提高學習效率。
師資最多元 重點科目安排多元師資，雙循環教學，可旁聽加強弱科，強化上榜實力。	加選最超值 輔導期間要加選其他科目增加考試機會，加選另享專案優惠。	榜單最實在 年年榜單見證，錄取人數最多，錄取率最高，奪榜實力全國第一。	公約有保障 考取班簽訂公約，保障您的權利與義務至考取為止。