

# 109 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、論述農業生態系統的土壤氮循環過程。(25 分)

- |  |
|--|
| <p>1. 《考題難易》：★★★(最難 5 顆★)<br/>2. 《解題關鍵》：了解氮循環過程與作用</p> |
|--|

【擬答】：

(一)農業生態系統土壤氮素循環：

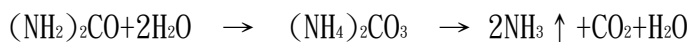
土壤氮素之獲得可由下列途徑：

1. 降雨：雨水會帶來有效氮素，以及某些微生物自空氣中固定的氮素，其量很少且小於 1 ~ 5 ppm  $\text{NH}_4^+$ 。
2. 肥料 (fertilizers) 和廐肥 (manures)：肥料可提供有效氮素如硫酸銨，尿素，而廐肥所產生之有機質土壤藉由礦質化作用亦可提供有效氮。
3. 生物固氮作用 (biological  $\text{N}_2$ -fixation)：又可分為非共生性固氮作用如非共生性固氮菌屬 *Azotobacter* spp. 與藍綠藻 (Blue-green algae) 及共生性固氮作用 (Symbiotic  $\text{N}_2$  fixation) 如豆科植物 (Leguminosae) 之根瘤菌。生物固氮作用其重要性遠大於化學合成之氮肥，因其可減少對化學肥料之依賴與節約能源。

(二)土壤中之氮素流失除了由土壤之沖蝕外，可由作物之移除 (Crop Removal)，淋洗流失 (Leaching) 與由氣態流失 (gaseous losses)，施肥的時機合宜可減少淋洗流失。氣態流失可由揮散與脫氮作用說明如下：

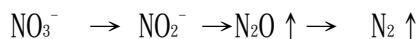
1. 氮揮散作用 (Ammonia volatilization)

高溫、高 pH 狀況下， $\text{NH}_3 \uparrow$



(尿素，urea)

2. 脫氮作用 (denitrification)



與氮循環有關之作用說明如下：

固氮作用 (Nitrogen fixation)，簡稱固氮，指將空氣中游離態的氮 (氮氣) 轉化為含氮化合物 (如硝酸鹽、氨、二氧化氮) 的過程。可分為自然固氮以及人工固氮兩種。

硝化作用 (nitrification) 是一個生物用氧氣將氨氧化為亞硝酸鹽繼而將亞硝酸鹽氧化為硝酸鹽的作用。將氨降解為亞硝酸鹽的步驟常常是硝化作用的限速步驟。硝化作用是土壤中氮循環的重要步驟。

「脫氮作用」(或稱「反硝化作用」) 為與硝化作用相反的微生物 (細菌及真菌) 轉變作用，把硝酸化合物還原成為  $\text{NO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{NO}$  等氣體而揮發出去。由於脫氮作用是無氧或缺氧條件下進行，這一過程通常是透過較差的土壤中進行的，故容易在排水不良或浸水的底土層中進行。

3. 礦質化作用 (Mineralization)：

複雜的有機物通過分解作用變為簡單的無機化合物之過程。在分解過程中，各種必須營養元素可自有機組合轉變為無機型態，諸如銨 ( $\text{NH}_4^+$ )、磷酸 ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) 與硫酸 ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) 等。圖 8-3 為氮在生態系統中之轉換。

4. 生物固定化作用 (Immobilization)

生物固定化作用 (Immobilization) 為土壤中元素由無機狀態經由微生物或植物組織作用轉變為有機狀態的現象稱為生物固定化作用。例如土壤中的銨態氮或硝酸態氮經微生物或植物轉化為有機態氮的過程即為生物固定化作用。固定化與礦質化作用是同時進行，其淨效果是受 C/N 影響。生物土壤固定化與礦質化作用亦為氮素循環中的重要一環。圖 8-4 為氮循環。

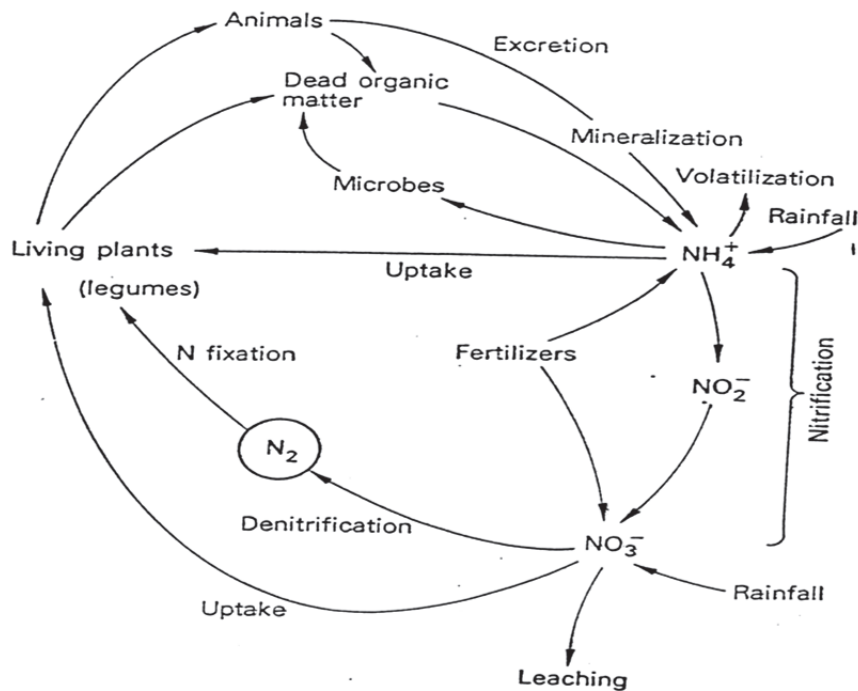


圖 氮在生態系統中之轉換

二、Alfisols, Ultisols, Inceptisols, Entisols 是臺灣常見土壤分類土綱，解釋這些土綱之特性與分布概況。(25 分)

1. 《考題難易》：★★★
2. 《解題關鍵》：了解美國農部之土壤分類及每個土綱之特性與在臺灣分布

【擬答】：

(一)以上四種土壤分類土綱之特性與分布概況說明如下：

1. 淋溶土(Alfisols)：

澱積土又稱為「聚鋁鐵土」或「淋餘土」，分布於夏熱且乾濕季節明顯或濕潤地區，如溫帶（或副熱帶）濕潤氣候、地中海型氣候及溫帶大陸性氣候區，但尚未高度化育作用之土壤，其母質風化釋出的鹽基物質的量恰與因淋溶作用所損失的鹽基物質量相當，故也屬肥沃的土壤，其在農業生產上的地位僅次於黑沃土。淋溶土具洗入的矽酸鹽類黏粒（粘聚層，kandic 或鈉聚層），Bt 層具有黏膜，有時具有厚層的 E 層（漂白層）也可歸屬本土綱；此外，長期的灌溉也可能化育成本土綱。淋溶土綱約佔世界陸地之 9.7%，但維持全世界 17% 人口之糧食。

由於淋溶土之淋洗程度低於極育土，按其化育土齡對應「地形面」之概念，臺灣淋溶土應主要分布於高燥之平原面（自然堤、河崖後方之高地）或沖積臺地。嘉南平原為隆起海岸平原，間歇性之隆起作用，已使地面脫離千年以內之近期河川氾濫。故土壤學家宣稱：「臺灣地區之淋溶土大部分分布於臺南縣砂頁岩沖積平原耕地中」的說法，可以嘉南平原的自然地理環境演育過程加以合理解釋。此類土壤與極育土性質類似，但由於淋洗程度較極育土弱，或是農民在極育土上施用大量之肥料而使土壤較肥沃，因此土壤肥力較極育土高，大都分佈於臺灣西部主要沖積平原耕地中，為臺灣地區農業生產之最大產地之一。

2. 極育土(Ultisols)：

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。在高溫多雨情況下生成的土壤，在 B 層中有一粘粒洗入聚積的層次（黏聚層），因此特別粘，由於強烈淋洗，故肥力低。

### 3. 弱育土(Inceptisols)：

弱育土綱是指具弱度或中度化育層次的土壤，本土綱土壤在各種氣候區下街可能發生，一般土地利用為森林及農地。由於在冷涼的氣候區、浸水區成土作用相對遲緩；或陡坡、近期但非最新之沖積地（沖積扇及三角洲上較老之堆積面）等化育時間較短的地質年代。弱育土化育程度不高，土壤剖面不具黏聚(Bt)層，但具變遷層或弱度化育的其它類診斷亞表層性狀（稱「構造 B 層」）。本土綱約佔球陸地面積之 9.8%，卻有 20%之世界人口依賴此土★或台灣丘陵地上之主要土壤為臺灣最重要的農業生產基地

### 4. 新成土(Entisols)：

新成土的造字元素來自於 Recent 的字尾，是由母質化育生成的最年輕的土壤。三角洲河口、潟湖陸化、沖積扇頂堆積層等地形區；或是由新近形成的陡坡、河灘地、表層被沖刷之未固結沉積物所形成的土壤。其特徵是土齡年輕化育層次不明顯的淺層土壤，以 A 層及 C 層土壤層次組合，土體下部或有深厚的風化層。新成土常生成於人類活動最頻繁的洪積臺地邊緣及新開發之海埔新生地上，受土壤改良影響，許多新成土具有人造土層（如客土層）。新成土綱約佔世界陸地之 16.2%，臺灣地區平原及海埔地上有許多土壤是屬於新成土綱，也是重要的農業生產基地。由母質化育生成之最年輕土壤，大都分佈於高山陡峭地、河流沖積三角洲河口、新沖積平原等地，通常土層很淺或整層無變化，土壤非常肥沃，也是農業生產主要分佈土壤之一。

三、比較砂質土壤與黏質土壤之土壤水分特性曲線差異？並說明當土壤受到壓實後，土壤水分特性曲線可能的改變。(25 分)

1. 《考題難易》：★★★★(最難 5 顆★)

2. 《解題關鍵》：了解土壤質地與構造對水分特性曲線的影響

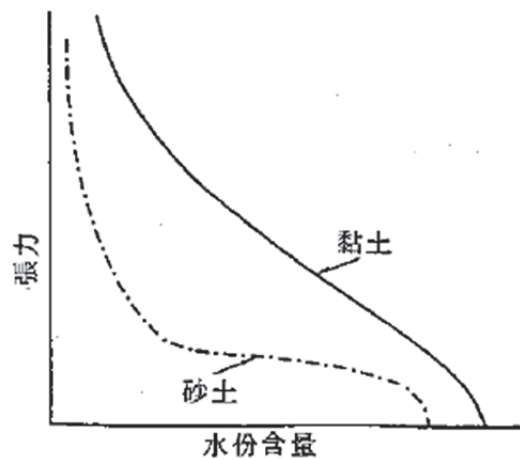
【擬答】：

(一)土壤水分特性曲線之定義與特性如下：

1. 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。
2. 在高基質吸力時，水分特性曲線受土壤質地影響，因表面積之不同造成吸附力之差異。
3. 在低基質吸力時，受土壤構造影響，因毛細效應及孔隙分佈影響所保持之水量。
4. 土壤水分特性曲線的形狀與範圍取決於土壤質地。
5. 夯實會降低多孔性，尤其是內部團粒的孔隙體積。

(二)砂質土壤與黏質土壤之土壤水分特性曲線受土壤質地的影響說明如下：

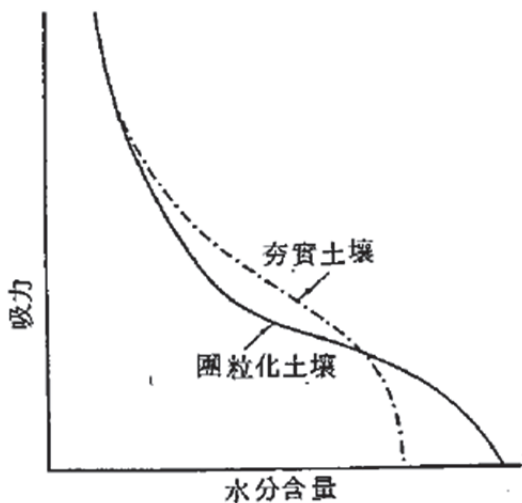
土壤水分特性曲線受土壤質地的影響，黏粒含量越高，土壤保水力越強(排除相同含水量之砂質土壤與黏質土壤，黏土需要較大的吸力)。砂性土壤孔隙大，一般吸力即可將水分排除，只剩一些水分。砂質土壤與黏質土壤之土壤水分特性曲線差異如下所示：



圖：砂質土壤與黏質土壤之土壤水分特性曲線

(三) 壓實對土壤水分特性曲線可能的改變：

土壤構造影響水分特性曲線，壓實影響土壤構造，壓實會降低土壤總孔隙率，主要是團粒間的大孔隙(Macropore)的體積，但中等孔隙(Mesopore)會增加一些(壓實使原有大孔隙被擠壓成中等孔隙，而小孔隙(Micropore)則保持不變，因此不論壓實否，在高吸力範圍，曲線之形狀幾乎相同，水分之保持主要為吸附性，而非毛細作用，夯實會降低多孔性，尤其是內部團粒的孔隙體積。



圖：壓實對水分特性曲線影響

四、述耕作農地廢耕復林後的土壤性質變化及其生態意義。(25分)

1. 《考題難易》：★★★★
2. 《解題關鍵》：了解農地與森林土壤性質及生態之差異

【擬答】：

農業開發主要在從事作物或果樹等農業生產活動，由於農業耕作不論短期或長期栽培，土壤耕犁、翻土均為必要工作，因此翻鬆的土壤極易遭雨水或地表逕流沖蝕而流失，土壤肥料亦然。故農地耕作將造成土壤之物理、化學與生物性質的劣化，如入滲率降低 團粒破壞 土壤酸化及有機質減少。此外某些土地，具耕作遺害(legacy)甚強、持續性沖蝕、毫無原生植群種源、外來種入侵優勢、退化範圍之面積甚大等問題。故目前政府在「新農業運動」的新政策下，採最經濟、最有效，執行最迅速的方法收回被占用林地，並於林地收回後，納入林政管理定期巡視防範不法，並編列造林計畫，復育造林，以維持林地生態完整性，俾發揮森林穩定地質、國土保安及水源涵養

等公益效用。

(一) 案例： 武陵廢耕地：

過去曾是長期種植高麗菜之耕地。自 2008 年徵收並廢耕後，由於在早期種植高麗菜時大量施用雞糞及石灰，導致土壤理化性質改變，同時因外來入侵雜草優勢、表土乾旱等多重阻礙，至 2015 仍完全無樹木天然下種更新，逐漸形成由外來草種佔優勢的草生地，且不適合多種生物的生存。

了解武陵廢耕地中各種可能阻礙林木定植之限制因子，進行相關試驗，累積監測數據，進一步整合最適武陵廢耕地之生態復育措施，期能將廢耕地回復為原有之健康森林生態系。

(二) 故復林的目的是，以期儘早恢復原有植群，提升環境品質(水資源、碳吸存等)、野生物(食物、息地等)、景觀美學等多重效益

(三) 復林後的土壤性質變化及其生態意義：

復林後的土壤性質的改變最為明顯，其中包括土壤容積密度減少、土壤孔隙增加、穿透性增加而減少土壤沖蝕、降低地表逕流與有效性土壤水之增加及有機質的增加等。復林後會有大量的生物進入此生態圈，形成一個新的生態系，其意義為增加生態的多樣性而森林也可達成水土資源保育與生態永續的效果。