

111 年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

考試時間：2 小時

劉明老師

一、近年來土壤碳匯的議題逐漸地受到全球的重視，許多研究指出，土壤團粒 (Soil aggregate) 構造的生成有助於土壤碳的穩定性並進一步達到增加碳匯的目的，請以大團粒構造 (直徑約為 0.25 mm~5.0 mm) 為例，說明土壤團粒的組成、生成的機制 (mechanism) 及團粒穩定性 (aggregate stability) 如何促進土壤有機質 (碳) 的累積。(20 分)

1. 《考題難易》：★★★★
2. 《解題關鍵》：土壤團粒與機制及促進土壤有機質 (碳) 的累積
3. 《命中特區》：土壤學講義 121-126

【擬答】：

(一)土壤團粒的組成:

土壤構造(soil structure)是指土壤顆粒間互相結合或排列以組成團粒之情形。上述土壤粒子所結合形成的自然土團或土塊(peds) (稱為「粒團」(aggregates)皆為在水中相當安定者，這些粒團所構成的形狀稱之。

(二)土壤團粒生成機制 (mechanism)：

1. Ca^{+2} 促進土壤的絮聚作用，而 Na^{+} 促進土壤的絮散作用。故， Ca^{+2} 的含量愈多， Na^{+} 的含量愈少，促進土壤粒團作用，促進土壤構造之成形。
2. 粘粒含量比例愈高，愈易形成穩定之粒團構造，促進土壤構造之成形，反之則反。
3. 土壤乾時比土壤濕時有更佳的粒團構造；而潮濕之氣候區比乾燥氣候區易產生較高程度之粒團構造。
4. 有機質愈多的土壤，土壤粒團作用愈發達，促進土壤構造之成形，反之則反。
5. 土壤膠體含量愈高，土壤粒團作用愈明顯，促進土壤構造之化育，反之則反。
6. 冷濕氣候環境中，凍結與融冰之交互作用有促進粒團作用之功能，促進土壤構造之化育。
7. 乾濕季節明顯的環境，土壤中的水合鐵、鋁氧化物有脫水作用，而促使土粒相互連接，形成高度粒團化作用，促進土壤構造之成形，反之則反。
8. 植物之根越多越有效導致土壤粒團之形成；草類植物為最有效促進粒團形成的植物種類。
9. 微生物活動愈旺盛愈有助於粒團作用，促進土壤構造之成形，反之則反。
10. 耕作時機械操作易破壞土壤構造；農藥減少土壤動物的活動力，進而減緩粒團作用；土壤添加土壤改良劑 (石灰等) 助於團結土粒及穩定土壤構造。

(三)團粒穩定性 (aggregate stability) 對土壤有機質 (碳) 的累積: 團粒穩定度是土壤團粒穩定性反應著當土壤遭受破壞性的過程，團粒對於崩解、破碎的抵抗能力。團粒穩定性與有機質的含量成正比的關係

土壤有好之構造則其團粒穩定性佳，則其土壤有機質含量也高，說明如下:

1. 土壤有好之構造，增加有機質和粘粒結合形成團粒作用，增加土壤有機質。
2. 土壤有好之構造，增加蚯蚓等小型動物之活動，增加土壤有機質。
3. 土壤有好之構造，增加微生物活動(分泌多醣體)，增加土壤有機質。
4. 土壤有好之構造，能吸收大量的水份，增加土壤有機質。
5. 土壤有好之構造，使土壤通氣及透水性良好適宜植物生長，並減少沖蝕作用，增加土壤有機質。

二、土壤為溫室氣體主要的來源之一，其中包含二氧化碳 (CO_2)、甲烷 (CH_4) 以及氧化亞氮 (N_2O)，依據上述三種溫室氣體，請說明其生成機制，以及如何利用田間與土地管理的方

式來降低該溫室氣體的排放。(20 分)

1. 《考題難易》：★★★★
2. 《解題關鍵》：溫室氣體的來源與管理
3. 《命中特區》：土壤學講義，頁 87 與題庫頁 38

【擬答】：

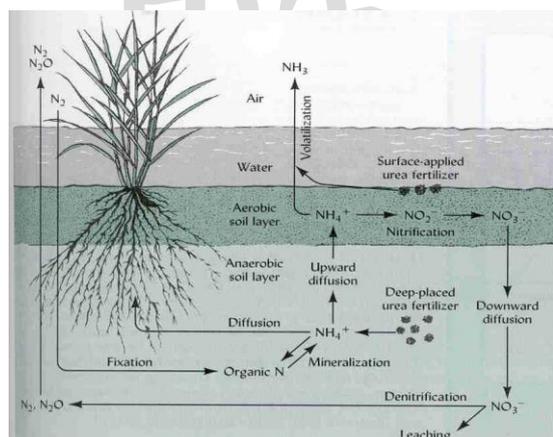
(一)溫室氣體或稱溫室效應氣體，是指大氣中促成溫室效應的氣體成分。自然溫室氣體包含水蒸氣(H₂O)、二氧化碳(CO₂)大約佔所有溫室氣體的 26%，甲烷(CH₄)、氧化亞氮(又稱笑氣，N₂O)。若按照氣體別而言(2019 年)，二氧化碳(CO₂)為我國所排放溫室氣體中最大宗，約占 95.28%，其次分別為氧化亞氮(N₂O) 1.71%、甲烷(CH₄) 1.67%。此三種溫室氣體，請其生成機制說明如下：

1. 二氧化碳是人類活動中最經常排放的溫室氣體，主要來自涉及燃燒煤及天然氣等化石燃料的活動。除海洋與地下的岩層外土壤是最大的碳儲存庫，因土壤下的生物與微生物的呼吸作用分解有機質使得有大量的二氧化碳排入大氣，此二氧化碳是主要的溫室氣體。此外人類在開發農地時大量得犁耕，也會加速有機質的氧化造成二氧化碳排入大氣，此都為農地土壤溫室氣體排放之原因。

有機質分解形成二氧化碳的公式如下：



2. 使用銨態氮肥(NH₄⁺)，如下圖之土壤之淺層處，其為好氧環境(Aerobic-氧氣供應充足)，有利於硝化作用(Nitrification)之進行，銨態氮肥(NH₄⁺)會經作用硝化作用(Nitrification)變成硝酸態氮肥(NO₃⁻)極易流失。因它會經由向下的擴散作用(Diffusion)進入土壤之深層處，再藉由脫氮作用(Denitrification)或淋洗作用(Leaching)而流失而產生氧化亞氮如下圖。



3. 全球甲烷排放源的首位是牛羊，牠們反芻呼出的氣體與糞便發酵都產生甲烷，約占總排放量的卅一%。其次是天然氣開採、運輸與使用過程中的洩漏，約占廿六%。此外，稻田、垃圾掩埋場、煤礦開採及廢水處理也會產生甲烷。

(二)田間與土地管理的方式來降低該溫室氣體的排放：

1. 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。

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。

2. 國內鼓勵沼氣回收發電、推動廢棄物零掩埋政策、興建焚化廠及實施資源回收與垃圾減量等工作，近年來甲烷(CH₄)排放量已大幅減少；

3. 政府推廣提昇氮肥技術和我國氮施肥量減少，使得氧化亞氮(N₂O)排放量近年來亦呈現緩步

下降趨勢。

志光×保成×學儒

農業行政&農業技術 6大輔考 幫你快速考取

基礎課 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。	正規課 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。	專題課 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 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。	題庫班 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】	奪榜班/特訓班 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】

全國探花 張○程 110普考農業行政 **優異考取**

報名課程前已有部分專業科目的知識，正規班就當作複習，不清楚的地方則是作為重點填漏補起，來奠定足夠的基礎。並於隔年報名較有機會上榜的題庫班，以考古題配合擬答來複習、協助答題方向與思路。

雙料金榜 詹○霖 110高普考農業技術 **應屆考取**

大三下開始補習，並在二月提前畢業成為全職考生，為了在短時間內能夠得到最豐富且準確的備考資訊，選擇報名補習班，老師可以幫助你減少浪費不必要的時間，盡量抓出近來考試可能會考出的相關內容及方向！

■更多課程資訊詳洽全國志光·保成·學儒門市■

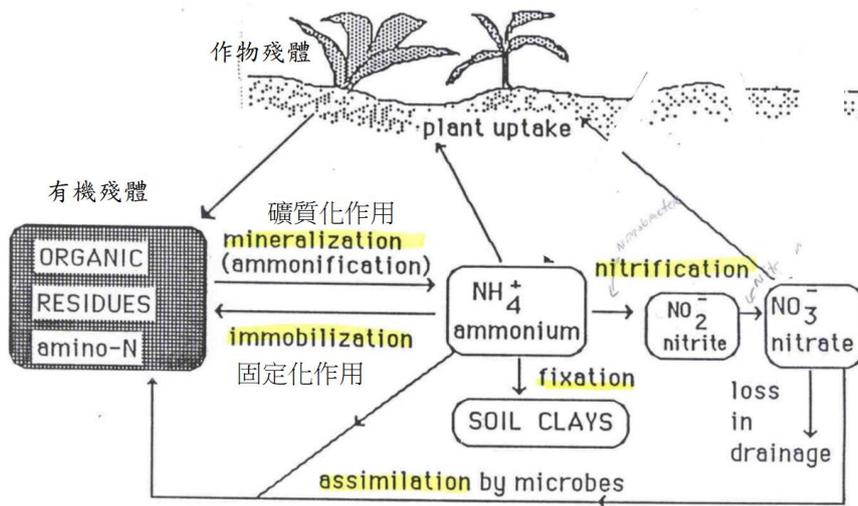
三、作物殘體返田可被視為低碳與環境友善的管理模式，請說明當稻稈返田後，其氮素的生命週期變化，包含其型態的轉變、吸收、固定以及流失等現象（假設作物殘體返田後，土壤處於好氧與水分充足的環境）。（20 分）

1. 《考題難易》：★★★★
2. 《解題關鍵》：了解了解氮素的生命週期中有機物的相關作用
3. 《命中特區》：土壤學講義頁 290

【擬答】：

(一)稻稈返田後，其氮素的生命週期變化，包含其型態的轉變、吸收、固定以及流失等現象如下圖：型態的轉變如礦質化作用與生物固定化作用說明如下：

1. 礦質化作用(Mineralization):複雜的有機物通過分解作用轉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(NH_4^+)
2. 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。
3. 吸收作用：礦質化作用後之銨態氮肥(NH_4^+) 可被植物的根部吸收
4. 固定作用：礦質化作用後之銨態氮肥(NH_4^+) 為陽離子型態也可能被黏土吸附後固定
5. 流失等現象：銨態氮肥(NH_4^+) 經硝化作用(Nitrification)後變成硝酸態氮肥(NO_3^-)極易流失。因它會經由向下的擴散作用(Diffusion)進入土壤之深層處，再藉由脫氮作用(Denitrification)或淋洗作用(Leaching)而流失，如下圖之說明。



112年 虛實整合

多元學習新型態

突破傳統上課形式 5大方式彈性又便利

| 面授學習 | 直播學習 | 在家學習 | 視訊學習 | Wifi學習 |

<p>◆學習◆ 零時差</p> <p>同類科各班別 皆可同步直播上課</p>	<p>◆服務◆ 零死角</p> <p>服務緊貼需求 隨時掌握學習狀況</p>
<p>線上 課業諮詢</p> <p>老師 申論批閱</p> <p>雙師資 雙循環</p> <p>多元 補課方式</p>	<p>上榜生 經驗親授</p> <p>時事 專題講座</p> <p>歷屆試題 練習</p> <p>班導師 制度</p>

各班服務略有不同，詳情請洽全國志光、保成、學儒門市

四、請說明入滲速率 (infiltration rate) 與滲漏速率 (percolation rate)，並說明土壤結構如何影響土壤排水與如何改善土壤排水不良的問題。(20 分)

1. 《考題難易》：★★★★
2. 《解題關鍵》：了解水的入滲速率與滲漏速率及土壤結構對土壤排水影響
3. 《命中特區》：土壤學講義頁 123-125

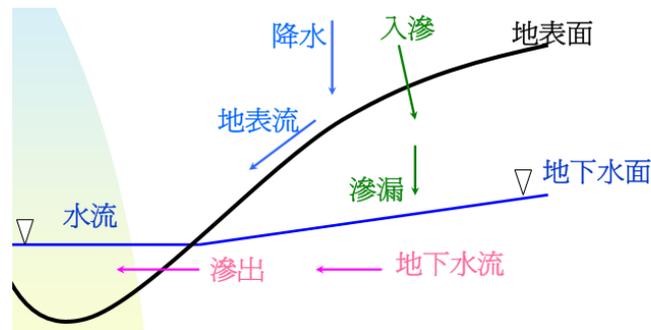
【擬答】：

(一)入滲速率 (infiltration rate)：

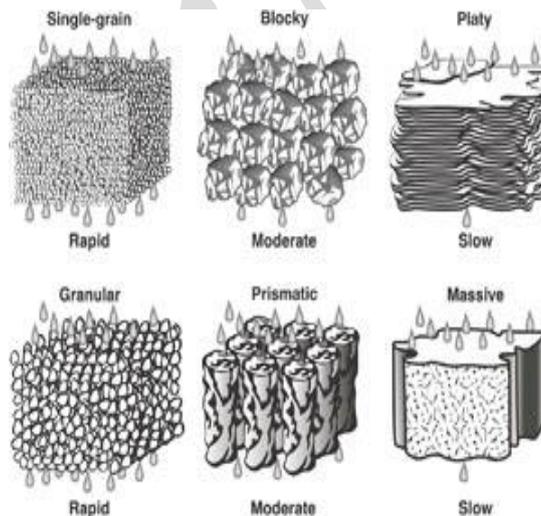
入滲是指水份由土壤表面進入土壤內之過程，其影響水份入滲的因素包括土壤特性、土壤起始水份含量、土壤表面水份供給情況、地表覆蓋型態、溫度以及水質等。表示土壤水份入滲之速率，稱之為入滲率 (infiltration rate)。

滲漏速率 (percolation rate)：指水份由土壤內較深處進入地下水之之過程，其流動的速率，稱之為滲漏速率 (percolation rate)。

入滲與滲漏的說明如下圖所示：



(二)土壤結構對土壤排水影響如下圖：單粒構造(single-grain)與粒狀構造(granular) 排水最快，塊狀構造(blocky structure)與柱狀構造(prismatic structure) 排水適當，碟狀構造 (platy structure)與整體構造(massive structure)最慢。



(三)如何改善土壤排水不良的問題的方法如下：

- (1)改變土壤成良好之構造如塊狀構造與柱狀構造，使土壤有良好的透水性而不致黏閉與積水。
- (2)增加 Ca^{+2} 促進土壤的絮聚作用，故 Ca^{+2} 的含量愈多促進土壤粒團作用，增加排水能力。
- (3)增加土壤有機質，使土壤粒團作用愈發達，增加排水能力。
- (4)增加土壤膠體含量愈高，土壤粒團作用愈明顯，增加排水能力。

志光×保成×學儒

110 農業行政·農業技術 全國 NO.1

110 高考農業技術 前3全包				110 普考農業行政 前3佔2			
狀元 普考 農業技術 曾○儒	狀元 普考 農業行政 吳○駿	榜眼 普考 農業技術 郭○恩	榜眼 普考 農業技術 黃○倫	探花 普考 農業技術 史○	探花 普考 農業技術 王○富	探花 普考 農業行政 黃○柔	探花 普考 農業行政 張○程
110 普考農業技術 第四名 劉○翰	110 普考農業技術 第五名 陳○宇	110 普考農業技術 第六名 柯○澤	110 普考農業技術 第七名 王○富	110 普考農業技術 第八名 唐○霖	110 普考農業技術 第九名 柯○澤	110 普考農業技術 優異考取 林○萱	110 普考農業技術 優異考取 曾○儒
110 普考農業技術 優異考取 朱○君	110 普考農業技術 優異考取 陳○宇	110 普考農業技術 優異考取 潘○衡	110 普考農業技術 優異考取 陳○宇	110 普考農業技術 優異考取 郭○伶	110 普考農業技術 優異考取 翁○紘	110 普考農業技術 優異考取 徐○繆	110 普考農業技術 優異考取 李○螢
110 普考農業技術 優異考取 郭○恩	110 普考農業技術 優異考取 黃○倫	110 普考農業技術 優異考取 鍾○霖	110 普考農業技術 優異考取 徐○繆	110 普考農業技術 優異考取 張○喻	110 普考農業技術 優異考取 鍾○霖	110 普考農業技術 優異考取 鍾○霖	110 普考農業技術 優異考取 江○

因版面有限謹向未刊登者致歉

曾○儒 110 普考農業技術 **高考試元** **雙料金榜**

雖是相關科系專業，但有些考試範圍是在校時沒有涉及的，選擇補習班則補足了這點，加上教材也能夠整理出近十多年的考題範圍，而省去查資料的時間，就能夠讓你騰出更多的時間去複習考題範圍。

劉○翰 110 普考農業技術 **全國第四名** **8個月考取**

初期準備階段，可配合補習班課程加上作筆記，時間安排上一天大約看書6小時。中期開始練習考古題，熟悉自己不熟練的章節。後期每天練習兩個科目的考古題，大概2-3天可以完成一年的題目。

五、請說明土壤酸化產生的原因，包含自然酸化以及人類活動所造成的酸化，並說明除了定期施灑石灰之外，還可以利用何種管理方式來減緩土壤酸化或是增加土壤的 pH 值。(20 分)

1. 《考題難易》：★★★
2. 《解題關鍵》：了解 C/N 比對有機質的轉化和保持
3. 《命中特區》：土壤學講義頁 123-125

【擬答】：

(一)土壤酸化產生的原因

1. 多雨

鹼性離子長期受淋溶作用而脫離；有機質受微生物之分解作用產生有機酸、碳酸、硫酸、磷酸及硝酸等，其中以碳酸（雨水）最重要。若有酸雨的產生（主要為 SO_2 及 NO_x 等）。

2. 排水不良之低窪沼澤區

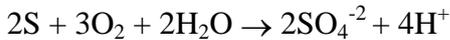
排水不良之低窪沼澤區土壤中常含硫化鐵(FeS_2)礦物，排水改善後產生硫酸根： $\text{Al}^{+2} \rightarrow \text{Al}^{+3}$ ； $\text{Fe}^{+2} \rightarrow \text{Fe}^{+3}$ ； $\text{S}^{-} \rightarrow \text{S}^{-2}$

3. 施用酸性肥料如硫酸銨、磷肥、氮肥等。

(1)加入含銨(NH_4^+)肥料



(2)加入含硫(S)肥料



4. 上游地區雨水帶入酸性物質。

(二)何種管理方式來減緩土壤酸化或是增加土壤的 pH 值

1. 增施有機肥，培養土壤肥力：

有機肥的施用可以增加土壤中的有機質、腐植酸，改善土壤團粒結構和通透性，促進根際微生物活動，促使土壤中難溶性礦物質元素變為可溶性的養料，達到培肥地力的效果。

2. 增施鹼性肥料：

如碳酸氫銨、氨水、石灰氮、鈣鎂磷肥、磷礦石粉、草木灰等，中和酸性。

3. 緊急補充葉面施肥可暫時改善太酸的土壤性質，這是治標的方法，徹底改善土壤才是治本之道。

4. 合理施用化肥，減少氮肥過量投入，增施微生物菌肥、緩/控釋肥料。

5. 秸稈還田，減少土壤中鹼性物質的流失。草木灰富含鈣和鉀，在酸性土壤中施用不僅能降低土壤酸度，還可以補充鉀、磷、鈣、鎂及一些微量元素。

志光×保成×學儒

適合**非上榜不可**的你

高普考取班 8 大保障

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。

■完整課程資訊詳洽全國志光·保成·學儒門市■