

110 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、說明土壤受壓實 (compaction)，對於土壤總體密度 (bulk density)、孔度 (porosity) 以及土壤孔徑分布 (pore size distribution) 之影響，並請說明這些影響對於作物生長之不良作用。
(共 20 分)

1. 《考題難易》：★★★★(最難 5 顆★)
2. 《解題關鍵》：了解壓實、土壤總體密度、孔度以及土壤孔徑分布之定義與對作物生長之影響
3. 《命中特區》：土壤學講義 I，頁 130-132

【擬答】：

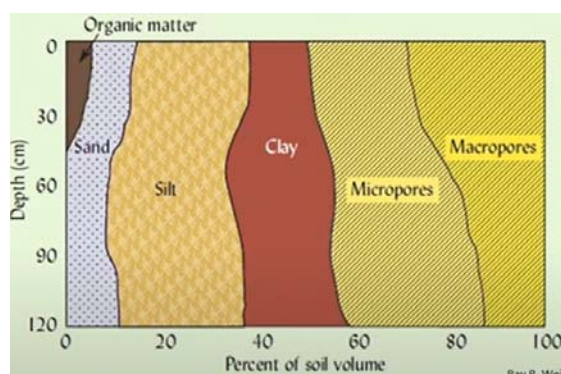
(一)土壤受壓實為土壤表面受農耕機械在其上行走，造成土壤受力變成緊密狀態而使土壤密度增加及孔度減少。土壤總體密度、孔度以及土壤孔徑分布的定義如下：

1. 總體密度為烘乾土重除以未經擾動之天然狀態土壤體積。
2. 孔度(porosity)係指自然土壤中未被固體物質所佔據之部分。
3. 土壤孔徑分布又分為：

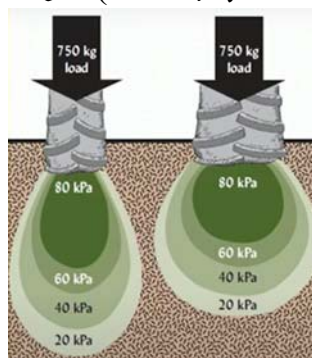
(1)粗孔隙 (macropores)：又稱非微細管孔隙 (non-capillary pores)，指孔隙直徑在 0.06mm (60 μ m) 以上的土壤孔隙，其性質為通氣容易與透水迅速。在土壤水分的管理上，扮演「排水」及「通氣」的角色。

(2)細孔隙 (micropores)：又稱微管孔隙 (capillary pores)，指孔隙直徑在 0.06mm 以下的土壤孔隙，毛細管作用明顯，其水份的移動不受地心引力影響，係依靠微管作用移動。在土壤水分的管理上，扮演「保水」及「保肥」的角色。

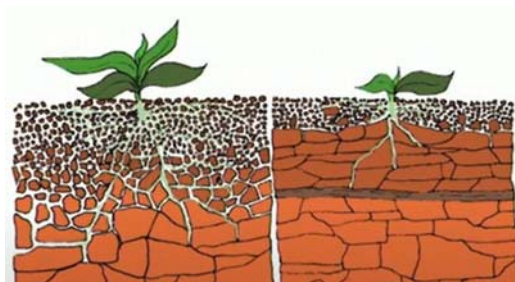
一般土壤的土壤孔徑分布如下圖所示，土壤上部的粗孔隙體積較多，但土壤較深處粗孔隙體積較小因被上層土壤重量壓緊。



表層土壤孔度較大，深層土壤因被上層土壤重量壓緊，孔度常較小如上圖。當土壤表面受農耕機械重量壓實 (compaction) 時如下圖之(a)，重量所造成之應力分佈以土壤剖面之上半部為主，且車輪較小則應力傳遞的較深反之車輪寬則應力傳遞的較淺。如圖(b)右側之土壤受壓實作用較大使土壤變緊密而使孔度變小且總體密度增加，此時根系不易向下生長。如圖(b)左側土壤因壓實較小故孔度較大且總體密度小故根系可向下生長，故其生長較好。



(a)



(b)

故土壤受較大壓實可增加總體密度及減少孔度，且對土壤孔徑分布的影響為減少粗孔隙但對細孔隙則較無影響。

(二)土壤總體密度、孔度以及土壤孔徑分布對於作物生長之不良作用：

1. 總體密度愈大則土壤愈緊密，根系不易向下生長而影響植物對水分與養分的吸收，故作物生長不良。
2. 孔度變小則總體密度增加，此時根系不易向下生長。
3. 粗孔隙 (macropores) 分佈多則通氣容易與透水迅速。在土壤水分的管理上，扮演「排水」及「通氣」的角色。若粗孔隙 (macropores) 分佈少則排水及通氣不良影響作物生長。
4. 細孔隙分佈多則毛細管作用明顯，其水份的移動不受地心引力影響，係依靠微管作用移動。在土壤水分的管理上，扮演「保水」及「保肥」的角色。若細孔隙 (macropores) 分佈少則保水及保肥不良影響作物生長。

志光 × 保成 × 學儒

農業行政 & 農業技術 111 金榜 輔考課程

 <p>基礎課</p> <p>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。</p>	<p>正規課</p> <p>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。</p>	<p>專題課</p> <p>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。</p>
<p>總複習</p> <p>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，以地毯式重點整理給各位同學。</p>	<p>題庫班</p> <p>以題目帶觀念方式授課，將題目進行整合連貫的剖析，強化同學做答技巧的提升！達到舉一反三之效。 <small>【自費加選】</small></p>	<p>奪榜班/特訓班</p> <p>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。 <small>【自費加選】</small></p>

全國探花 **沈○璇** 109 高考農業技術
109 普考農業技術

農業技術要準備的科目並非在大學皆上過，故決定報名補習班，這樣可以減少自己整理資料的時間，直接開始專心念書。我是以一年考取為目標，故報名的是年度班的視訊課程，可以彈性調整上課時間，也可以一直重複播放不懂的地方。

一年考取 **黃○睿** 109 高考農業技術

補習班有三大好處，一是幫助裡整理複習資料。二是擴大知識範圍，補習班一定比你了解考古題出過哪些及考試方向，能幫你最大化的抓取可能會考的考題。三提供一個複習進度，我是不擅長安排計畫的人，所以補習對我是很有幫助。

■更多課程資訊詳洽全國志光·保成·學儒門市■

二、臺灣西南沿海分布有鹽土 (saline soil)，請問這種土壤之主要特性？若要栽種作物可能會遭遇何種問題？如何進行土壤改良以克服這些問題？(20 分)

1. 《考題難易》：★★★(最難 5 顆★)
2. 《命中特區》：土壤學講義 I，頁 151-152

【擬答】：

(一)土壤鹽化之主要特性：

鹽土一般皆含有多量的可溶性塩類，其傷害植物的理由是增加土壤容物的滲透壓，限制植物的水分吸收。土壤鹽化是常發生於氣候炎熱、乾燥，實施灌溉卻排水不良及沿海地區等農牧業地

公職王歷屆試題 (110 高考三級)

區的現象。此外，抽取地下水，海水養殖及海水倒灌亦會造成土壤鹽化。土壤鹽化後可看到地表有白色鹽結晶，會造成土壤結構變差，通氣性與透水性會降低，使植物吸水困難。鹽分和鹼含有一些水解顯鹼性的鈉鹽，對植物生長極為不利，當其上升至表土時，植物便無法生長，常造成極大的農業損失。土壤鹽化之原因：

1. 含鹽土壤多見於乾旱地區之低窪排水不良地帶。
2. 年平均降雨量 < 年平均蒸發量。
3. 人為不當之灌溉。
4. 土壤礦物經化學風化作用所釋放出來之各種離子所構成的簡單可溶性鹽類未能全部洗去，而聚積於土壤中。

(二)作物可能會遭遇問題

鹽分之危害：

1. 土壤中鹽分過高，會增加滲透，防礙植物吸水。
2. 有效水分因鹽分而降低影響作物生長。
3. 防礙植物養分之吸收。
4. 土壤物理性質改變使土壤劣化不適作物生長。
5. 交換性鈉使土壤膠體分散，填塞孔隙不適作物生長。
6. 高 pH，造成微量要素之缺乏影響作物生長。

(三)鹽土之改良方法：

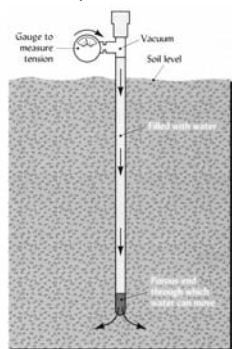
1. 通常灌溉洗鹽並排水即可改良。
2. 地下水位高者，改以深溝或抽水機排水，降低地下水位。
3. 栽種耐鹽性作物。
4. 布置防風林防止鹽分入侵土壤。
5. 適當的水稻輪作讓土壤浸水後降低 pH 值。

三、請說明測定 0~-0.8bar 之間土壤水分勢能 (soil water potential) 常用之一種方法，並說明其測定之原理。(20 分)

1. 《考題難易》：★★★★(最難 5 顆★)
2. 《解題關鍵》：了解張力計的構造與原理
3. 《命中特區》：土壤學講義 I，頁 144-145

【擬答】：

- (一)土壤水分勢能之量測有張力計法(Tensiometer)，電阻法 Gypsum block method (electrical resistance block)，熱偶子濕度計(Thermocouple psychrometer)。測定 0~-0.8bar 之間土壤水分勢能 (soil water potential) 常用之方法為張力計。
- (二)簡易型之土壤水分張力計由多孔素瓷杯、塑膠管支架及壓力表等三部份組成 (如下圖)，頂端開口可加水至管柱內，其原理是當多孔素瓷杯與土壤水分維持平衡時，土壤會對水分形成一種負壓的吸力，當土壤越乾燥時，土壤對水分的吸力越強，而水分經由瓷杯對塑膠管內形成負壓，而使張力計讀值轉動。張力計的讀值由 0~100，單位為分巴 (centibar)，100 分巴等於 1 巴(1bar)，而 1 巴相當於 1 大氣壓力，土壤含水量飽和時壓力表讀值為 0，讀值越高表示越乾旱，一般砂質土超過 20 分巴表示乾旱，壤土至黏土則宜保持在 30~60 分巴之間。張力計的有效範圍約在 PF2.5(0.8bar)以下。



(a)張力計示意圖



(b)照片

圖、張力計與照片

(三)土壤水分張力計之量測方法說明如下:

1. 裝設土壤水分張力計，宜選擇較平坦的地點，勿選擇過高或低窪處，
2. 裝設張力計約在地表下 30 公分到地表下 60 公分如上圖。裝設時可用鑽土器挖。
3. 再將張力計插入挖好的孔洞內，覆土時需將孔洞周圍土踏實，不要有空隙，即裝設完成。
4. 測試時將乾淨的水(最好為逆滲透的水，避免微生物在管柱內滋生)注入管柱內。注滿管柱後，將塞子塞緊，不可有空氣存在。
5. 由於安裝時土壤受到干擾及須待瓷杯及土壤水分流動達到平衡，故安裝後約須等半小時讀值才會正確穩定。

四、請說明土壤中磷有效性 (availability) 和土壤 pH 之關係。(20 分)

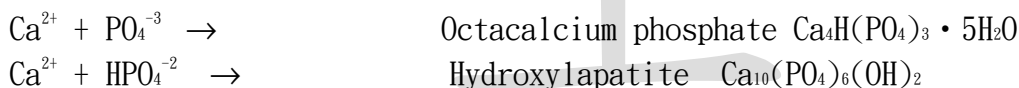
1. 《考題難易》：★★★(最難 5 顆★)
2. 《解題關鍵》：了解磷之有效性 (phosphate availability) 與磷的溶解度
3. 《命中特區》：土壤學講義 II，頁 59-60

【擬答】：

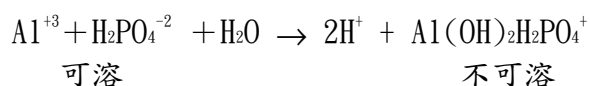
(一)磷之有效性 (phosphate availability) 與磷的溶解度及交換性有密切關係，一般能被植物吸收利用的磷素，稱為有效性磷。磷素與其他物質或元素結合吸附磷素者，稱為無有效性磷。強酸性土壤中磷酸之有效性低，因為會生成鐵鋁的磷酸鹽。植物自土壤溶液中吸收之磷，大多數是屬 $H_2PO_4^-$ 離子態。

(二)影響磷有效性與土壤之 pH 有密切的關係說明如下:

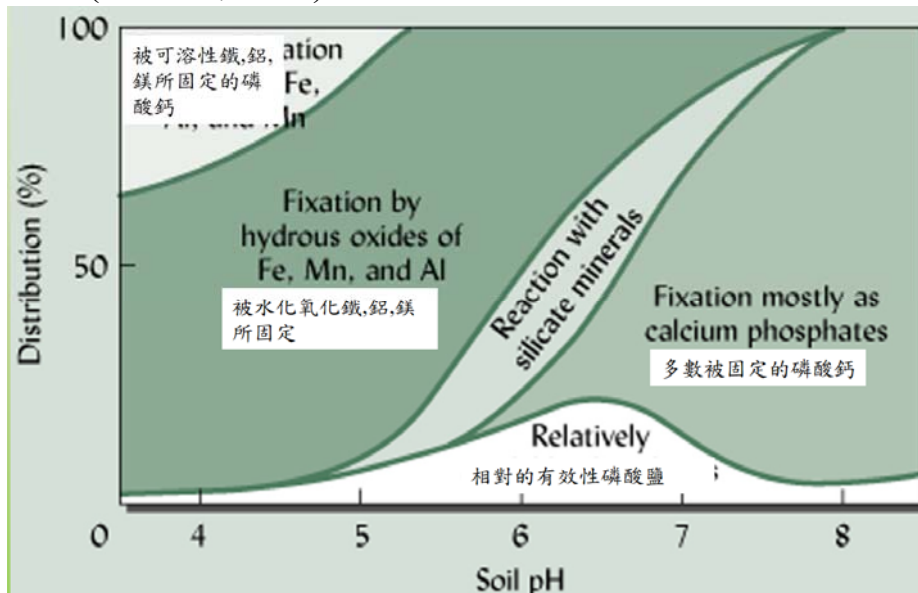
在鹼性土壤中，過鹼土壤中陽離子鈣與磷酸結合，導致變成無效磷磷酸沉澱形成鈣化合物如下所示，磷有效性就會降低因為過鹼磷酸鈣化合物的溶解度低。



當土壤過酸(pH<5.5)時會磷會被土壤中水化氧化鐵,鋁,鎂所固定而不可溶如下公式與圖所示。

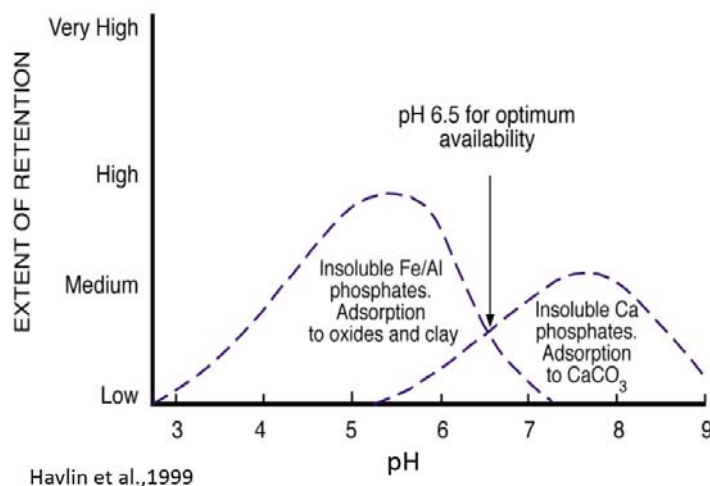


pH 影響磷有效性如下圖，由圖可知植物最大磷酸有效性為保持土壤反應在 pH6.0-7.0 之間可獲得如下圖，其為土壤中 pH 與磷的有效性關係。



土壤中 pH 與磷的有效性(張仲民 pp388)

pH 對影響磷有效性亦可用下圖表示其與上圖類似。土壤反應在 pH 為 6.5 時磷之有效性最大。



Havlin et al.,1999

圖 土壤中 pH 與磷的有效性(郭魁士 pp338)

志光 × 保成 × 學儒

109 農業行政·農業技術 全國 NO.1

109 高考農業技術 前4佔2		109 高普考農業行政 前3全包	
狀元 109 高考農業技術 黃○智	狀元 109 高考農業行政 黃○君	狀元 109 普考農業行政 黃○君	榜眼 109 高考農業行政 李○猷
榜眼 109 普考農業技術 沈○璇	榜眼 109 普考農業行政 李○運	探花 109 高考農業行政 石○文	探花 109 普考農業行政 石○文
第4名 109 高考農業技術 沈○璇	第5名 109 普考農業行政 黃○棠	第5名 109 高考農業行政 陳○廷	第8名 109 普考農業技術 何○雯
第8名 109 普考農業行政 曾○宇	第9名 109 高考農業技術 吳○峰	第10名 109 高考農業技術 楊○哲	第10名 109 普考農業行政 李○猷

109 高考農業技術 優異考取 陳○宏 109 高考農業技術 優異考取 黃○ 109 高考農業技術 優異考取 游○穎 109 高考農業技術 優異考取 何○雯	109 高考農業技術 優異考取 黃○善 109 高考農業技術 優異考取 陳○善 109 高考農業技術 優異考取 謝○慶 109 高考農業技術 優異考取 謝○慶	109 普考農業技術 優異考取 翁○絃 109 普考農業技術 優異考取 許○捷 109 普考農業技術 優異考取 林○倫 因版面有限僅向未刊登者致歉
---	--	--

黃○智 109 高考農業技術 全國狀元 一年考取

大四開始報名補習，一邊兼顧學校課業一邊準備公職考試。老師的教學方式很淺顯易懂，讓只有生統基礎的我在第一次面對試驗設計卻不會覺得很難很害怕。

石○文 109 高普考農業行政 全國探花 6個月考取

本身對於農業有相當的興趣與想法，因本類科農業教材資源較少，故希望透過補習班老師多年的教學經驗，以完整有效的學習行政法、統計學及法學緒論三個科目。

五、請說明栽種作物土壤施用有機質肥料為何需考慮有機質肥料之碳氮比 (C/N ratio)。(20 分)

1. 《考題難易》：★★★(最難 5 顆★)
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 I，頁 95

【擬答】：

(一)土壤有機質的 C/N 比對有機質的礦質化(mineralization)和固定化(immobilization)有著密切的關聯。有機質的礦質化可釋出養分(如 N)，而固定化(immobilization)則保留養分。因為微生物量每增加 10 克就需要有 1 克 N 的供應量，但由於 C 被呼吸消耗和從有機質中丟失，一般的 C/N 比以 25:1 最適宜。所以若土壤中的 C/N 比小於 25:1，這意味著 N 的過量，多餘的 N 將以氨的形式散出，有機質的 C/N 比之大小與有機質的分解速率之間有一明顯的相關。土壤施用有機質肥料需考慮有機質肥料之碳氮比 (C/N ratio)。

土壤有機質的 C/N 比影響有機質之分解說明如下：

一般而言依經驗法則判斷固定化(immobilization)和礦質化(mineralization)與 C:N 比的關係如下：

C:N 比	影 響
>30:1	固定化(immobilization)
<20:1	礦質化(mineralization)
20-30:1	immobilization = mineralization

(二)當有機殘體進入土壤後，等於帶進大量的碳素，進而有相對增加氮素的功能，這就是施用有機肥的其中一個作用。若進入土壤之有機殘體中氮之成分及含量愈高，則有機碳的積蓄的可能性也就愈高。具有高 C/N 比之有機殘體進入土壤，還會引起作物和微生物對有效氮的強烈競爭。故分析碳氮比 (C/N) 是選用有機質肥料，判斷其品質優劣應考慮之一個重要指標。不同有機肥料的碳氮比 (C/N) 如下表，其中樹皮的碳氮比 (C/N 為 120-500) 太高為不良之有機質肥料。

表、不同有機肥料的碳氮比 (C/N)

材料	C/N 比	全碳%	全氮%	磷	鉀
乳牛糞	13-17	35	1.8	0.5	1.7
豬糞	8-15	42	3.0	3.0	0.5
雞糞	6-9	18	3.3	1.7	2.4
米糠	18-22	55	2.4	0.4	.8
大豆粉	4-6	38	7.0	0.6	2.4
大豆稈	30-36	42	1.3	0.3	0.5
樹皮	120-500	70	0.3	0.08	0.6
稻蒿	45-60	43	0.7	0.1	2.0
穀殼	70-90	35	0.4	0.1	0.6
太空包	25-40	44	1.1	0.4	0.5
蔗渣	100-105	41	0.39	0.09	0.25