

了解水田土壤·改進施肥技術！

馮明彬

水田土層有氧化還原兩種

銨態氮全層施肥效力最高

水田土壤和旱田土壤主要不同的地方，就是水田土壤當水稻生育期間內多浸在水中，空氣不能自由通入土壤中，致使水田土壤缺少空氣的供給。

水田土壤，一般都較比旱田富於有機物，當水田土壤浸於水中，土壤溫度增高時，微生物活動旺盛，迅速地分解有機物。微生物分解有機物時，必需消耗土壤中的空氣，但水田土壤中本來缺少空氣供給，所以微生物分解有機物時，不但把水田土壤中的游離氧氣消耗，同時把和鐵錳等化合在一起的空氣也取出利用，於是，黃棕色的土壤轉變為藍灰色的土壤；這是因為氧化鐵被微生物奪去部份空氣後變成氧化亞鐵，藍色即為亞鐵離子所呈的顏色。這種帶有藍色的土層叫做「還原層」。

然而，水田的水會繼續不斷地向下滲漏，滲漏速度的快慢，和土壤質地有關；砂性者較快，而粘重者較慢。水面因和大氣接觸，或因水生植物（如藻類）行光合作用時放出空氣等，溶有少量空氣，這種溶有空氣的水向下滲漏時，會把空氣帶入土壤中，但是由於數量很少，不足以補充整個耕犁層中微生物分解有機物時所消耗的空氣量，只足以彌補上面一薄層土壤內被消耗的空氣量，使它維持氧化狀態而呈黃棕色。這一黃棕色的土層，叫做「氧化層」。氧化層的厚度，在通常情形下，約有一至二公分，但在夏季溫度高，有機物分解旺盛時，則只

等含有銨態氮的；硝酸鈉和硝酸鈣等含有硝酸態氮的；尿素和氯化鈣等含有有機態氮，經分解後轉變為銨態氮的等等。施用於水田中的化學氮肥，以含有銨態氮或經分解後轉變為銨態氮的較佳；因為銨態氮帶有陽電荷，可被帶有陰電荷的土壤膠體吸着，然後再慢慢放出以供作物吸收利用，流失較少。原則上硝酸態氮肥不宜施用於水田，因為硝酸態氮所帶的電荷，和土壤膠體所帶的電荷相同，都是陰性的，所以當硝酸態氮施用於水田時不會被土壤膠體吸着，因而易於流失。硝酸態氮流失的途徑有二：一為隨着田面水流動而流失；另一為隨着田面水向下滲漏流入還原層中，或繼續向下流入地下水中而流失。當硝酸態氮流入還原層時，會遭受嫌氣性微生物的作用，失去空氣而變成游離，向空中逸失。這種作用，叫做「脫氮作用」，是硝酸態氮施用在水田土壤中，肥效較低的主要原因。

水田既以施用銨態氮肥，或施用經分解後轉變為銨態氮的肥料較佳，但施用銨態氮肥時，因為施用於土壤之位置不同，肥效差異也很大。如把銨態氮肥施用在「氧化層」時，會遭受到活動旺盛的硝化細菌的作用，而轉變為硝酸態氮，然後隨水的流動流失；或滲漏到「還原層」，再經脫氮作用而逸失，肥效較低。如把銨態氮肥施用在「還原層」時，因為硝化細菌不能在還原狀態下活動，不會把銨態氮轉變成硝酸態氮，所以施用在「還原層」的銨態氮肥是安定的，肥效較高。這是水田施銨態氮肥時為甚麼需要進行「全層施肥」之理論在此。

水田土壤中有機物含量多少，和土地肥力有密切的關係，但對水稻生長的影響，却有「利」和「弊」兩種。在「利」的一面

，是有機物分解後，可釋放出各種養分，供水稻吸收利用。分解殘餘的腐植質，可影響土壤的理化性質。「弊」的一面，是有機物在高溫時迅速分解，大量地消耗水田土壤中的空氣，使土壤呈極度還原狀態，產生許多對水稻根部有毒的還原性產物（如硫化氫和有機酸等），妨害根部的呼吸作用，影響到根部對各種養分的呼吸，甚至嚴重時，引起根腐現象而罹「窒息病」。當「利」的一面超過「弊」的一面時，有機物便有增產的效果；反之，則減低產量。水田生產力高低，土壤肥沃度固然重要，但是土壤環境能否使根部健全發育，也應注意。因為有了健全的根部，才能充分吸收養分。

所有植物根部吸收養分和水分時，必需進行呼吸作用，而行呼吸作用時，必需要有空氣的供給。旱田土壤除非太過粘重或密實者外，空氣可自由進入土壤中，所以旱田作物行呼吸作用時，可自土壤空氣中獲得充足的空氣。水田土壤因在水稻生育期間內保持浸水狀態，空氣幾乎無法進入土壤，然而，在浸水狀態下，水稻為甚麼仍能行呼吸作用而吸收養分和水分呢？這是因為水稻和其他沼澤植物相同，具有通氣組織，可從葉部輸送空氣到根部，以供根部行呼吸作用，同時可分泌到根的外圍，使根圈保持著氧化狀態，維持適於根部生長的環境。我們通常看到健全的水稻根部，常包被著黃棕色的氧化鐵，就是由葉部輸送到根部並排出到根外的空氣和亞鐵所生成的氧化鐵。這種氧化鐵具有保護水稻根部，避免根部在還原狀態下遭受硫化氫的為害。因為硫化氫接近水稻根部時，黃棕色的氧化鐵便和硫化氫作用，生成硫化鐵的黑色沉澱，可解除硫化氫的為害。當根的空氣分泌力旺盛時，所生成的硫化鐵

有數毫米（公釐）至一公分。

水田土壤分化成上下兩種土層，是一項重要的特性，和水田施用氮肥的種類與方法，有很大的關係。

氮素化學肥料有多種形態：如硫酸銨和氯化銨

水田土壤中有機物的分解，一般較旱田土壤為慢，所以水田土壤有機物的含量，較比旱田為高。

施用有機物有「利」有「弊」

水稻窒息病因此而發生

水田土壤中有機物的分解，一般較旱田土壤為慢，所以水田土壤有機物的含量，較比旱田為高。



水田土壤，在水稻生
不可全量做基肥
肥一次施用

水田中鉀素較 比容易流失

水田土壤，在還原狀態下所產生的還原性毒物，會妨礙水稻根部的呼吸作用，影響根部對養分的吸收。在各種養分中，以鉀和磷所受的影響最大。因此，在排水不良，土壤含易分解性有機物多，容較高，鉀肥的施用量也需較多。

將被過剩的硫化氫所溶解，根部裸露，將直接受到硫化氫的為害。總之，水稻根部受害與否，視土壤中游離鐵的含量，硫化氫的發生量，以及水稻根部氧氣的分泌量等三者間是否保持平衡而定。三者間保持平衡時，根部即為健全；一旦失去平衡，或硫化氫的發生量超過游離鐵或根部分泌的氧氣所能解毒的能量時，根部便迅速地受到損害。

然而，硫化氫在何種狀況下才會發生呢？硫化氫的發生必需具備三個條件：①有含硫物質（如硫酸或硫酸根）之存在；②土壤處於還原狀態；及③鐵的缺乏。因此，水田土壤中有機物的分解所造成還原狀態，和硫化氫的發生有密切的關係。尤其在排水不良，或透氣不良的水田中，容易分解的有機物豐富，在高溫時迅速分解，造成極度還原狀態，同時因為排水不良，施用含硫肥料所留下的硫酸根積較多，會發生多量的硫化氫，為害稻根。一般硫化氫的發生，以在水稻發根能力開始減退，根部氧氣分泌力減弱的幼穗形成期，最為旺盛。此時，如果天氣不長，日照不足，光合作用不旺盛，水稻根部分泌氧氣的力量更弱，更易造成稻根受害的

環境；尤其在含游離氧化鐵少的退化水田中，更為嚴重。又如在透水性不良的水田，施用多量綠肥，水稻生育初期雖很正常，但對後期（結實期）影響不良。因為有機物隨溫度升高（指第一期作）而分解旺盛，致造成極度還原狀態，產生多量還原性毒物，毒害了根部。

有機物分解造成還原狀態

釋放磷酸而提高磷肥效力

旱田土壤施用有效性磷酸，會和土壤中的鈣、鋁和鐵等金屬離子結合，成為不易被作物吸收利用的磷酸形態。但是水田土壤在浸水狀態下，由於有機物分解所造成的還原狀態，能把鐵還原成易溶於水的亞鐵離子，因而釋放了和鐵結合在一起的磷酸，以供水稻吸收利用。這點又是水田和旱田所不同

的地方；同時，也是一般水田中，施用磷肥的效果不大，甚至無效的原因之一。

有人認為，土壤對磷酸的固定能力既然很強，施用的磷酸不致於有流失之虞，可在栽培旱作時，多施磷肥；而在種植水稻時，少施磷肥。這種看法，並不太妥當。因為，在土壤浸水不久，土壤的還原程度不够太強，被土壤所固定的磷酸釋放速度緩慢，會使水稻生育初期的磷酸供給不足，抑制分蘖，而無法獲得高產量。

環境；尤其在含游離氧化鐵少的退化水田中，更為嚴重。又如在透水性不良的水田，施用多量綠肥，水稻生育初期雖很正常，但對後期（結實期）影響不良。因為有機物隨溫度升高（指第一期作）而分解旺盛，致造成極度還原狀態，產生多量還原性毒物，毒害了根部。

怎樣貯藏麥子種？

洪一增秋

臺灣中部的小麥收成時期，是二月底至三月上旬。供作物，種子用的小麥，需自三月起貯藏至月底止，長達八個月的時間。

中間乾燥

中高溫多濕的時期是在四至八月，又剛剛在小麥貯藏時期。除此，在貯藏期間還有噬害麥類的害蟲，如麥蛾、穀象、噃心蟲等發生。所以貯藏麥種，必須實行中間乾燥四次。茲將中間乾燥應注意數點列述於下：

(1) 勿在「土庭」晒麥：在「土庭」上晒麥，不但效果微薄，有時反有吸濕之慮，所以以用水泥晒場或草席為宜。

(2) 乾燥時間：上午十點鐘，晒場溫度稍為升高時開始乾燥，到下午三點鐘時趕快收回，等種子冷後，再裝入容器。同，等種子冷後，再裝入容器。

(3) 風鼓選：每次中間乾燥後施行風鼓選，可以除去過去尚未除淨的雜物，並且可以使乾燥時殘存的熱氣散失。尤其在種子略有蟲害發生時，風鼓的工作必需要做，且應該加速鼓風，鼓出害蟲及卵等雜物。(完)

育的大部份期間內保持浸水狀態，因此必有田面水繼續不斷地向下滲漏。又據近幾年來的研究得知，臺灣的水田土壤對鉀素的固定能力不大。因此，水田的鉀肥，不可全量做基肥一次施用，應分次施用。

水田土壤，在還原狀態下所產生的還原性毒物，會妨礙水稻根部的呼吸作用，影響根部對養分的吸收。在各種養分中，以鉀和磷所受的影響最大。因此，在排水不良，土壤含易分解性有機物多，容較高，鉀肥的施用量也需較多。