

微生物肥料利用上的一些省思

土壤環境科學系／趙震慶

土壤中含有各式各樣的微生物，每公斤農耕土壤中約含有一萬億至十萬億(10^{12} ~ 10^{13})個菌體，以種類而言更是廣泛的包括細菌、真菌(或稱絲狀菌)、放射菌、藻類、原生動物及酵母等等微生物。目前能分離培養的僅為其中一部分，約佔十分之一左右。由於這些蒼天所賜的微生物進行之作用，始呈現今日人類能生存的地球。歷經土壤學者、微生物專家長年累月研究之下，漸漸由土壤中尋找到與作物生長密切相關的微生物，包括能增進作物生長之有益微生物，以及危害作物生長，甚至導致作物死亡的病原菌，範圍極為廣泛，筆者僅就對作物生長有益的微生物，現今被廣泛稱之為微生物肥料部分，及其在農業上利用的一些問題述之於後，錯誤與辭不達意之處，尚祈各位讀者與專家多多原諒與指正。

土壤中有益於作物生長的微生物，基於其功能上之不同，可分成下列幾類。

1. 具固定空氣中氮氣轉為作物所需氮素養分的微生物：本類微生物為人類最早

找到的有益菌，近數年所尋找到的固氮菌，大致可分成下列三大類：

(1) 與作物根系共同生活，彼此可獲得利益者，自早期能在豆類作物根系生成根瘤的根瘤菌，到近年發現與赤楊木根系共生之 *Frankia* 菌種均屬本類菌。

(2) 附著在植物根系表面，靠植物根系分泌養分而生長與固定氮素，需菌死亡後始可釋放大量之氮素養分，如螺旋狀固氮菌 - *Azospirillum*。

(3) 本類菌依靠土壤中有機質供應之養分始可固定氮素，通常稱之為游離固氮菌，固定氮氣為氮素養分能力較前述兩類菌為弱。

2. 可改變作物不能吸收之無機養分，如沉積在土壤的磷酸鈣，經微生物協助而變為可供作物利用之有效養分，亦為目前

熱門研究課題之一，主為下列兩類：

(1) 菌根真菌為一群進入植物根皮層的真菌，所能共生物種類繁多包括蘭花、杜鵑花、松樹、橡樹及一般農園藝作物，在此僅述與農園藝作物相關之叢枝菌根真菌(A菌根菌)，此菌在大多數作物根系能形成菌根，即菌與根生存在一起，相互幫助；由菌所伸展之菌絲吸收遠距離，根毛吸收不到的養分，特別是磷、銅及鋅等擴散性元素，而由植物供應光合作用所合成之有機養分給真菌生存、繁殖之用。

(2) 溶磷菌為真菌或為細菌，能分泌有機物質(多為有機酸)溶解不能被作物利用之固態磷，例如鈣、鐵及鋁磷酸鹽，使之形成可溶於水，供作物利用之有效性磷。

3. 能加強分解植物殘體、厩肥及有機廢棄物的微生物，本類菌多用在對動物厩肥方面所研發的微生物，效果頗佳，在本省部分企業研發或引入使用。另一方面對植物殘體轉變為推肥的過程中，部分學者已分得可加速推肥腐熟的微生物，室內測定與小規模使用效果頗佳，惜尚未能廣泛商品化。部分堆肥工廠引入日、美與歐洲國家的微生物製劑，據使用者告示效果頗佳，但多處於專利保密狀況，連製劑所含菌種學名均不願標示，令人起疑其實效。

4. 增進植物生長，包括種子發芽率，植株成長，根與莖之生長等，本類菌主要功能可歸成兩類。

(1) 產生能增進植物生長，種子發芽的物質，前者如真菌中 *Trichoderma harzianum* 可增加蕃茄與胡瓜等作物之產量，後者如細菌中的 *Bacillus subtilis* 可增進甘藍種子之發芽率，至於其機制，目前尚不清楚。

(2) 加強養分之利用效率，本類菌能產生一

種化合物，現稱為攜鐵劑，或進一步稱之為攜離子劑，將土壤中不溶解於水中之鈣、鎂、鐵、錳、銅或鋅攜入植物體，增進植物吸收養分。

比兩類菌，很多來自作物根系上，利用時亦係將菌劑接種在根系上始可發揮功能，部份被稱為增進植物生長根圈細菌，其簡寫英文為PGPR，在本省亦為一熱門研究課題，但能實用到田間，筆者孤陋寡聞，尚未見到正式報告。

5. 具生物防治功能的菌劑，本類菌已具有實用性而廣泛被利用的，例如防治鱗翅目昆蟲之細菌—*Bacillus thuringiensis*，效果普遍被衆人所接受。對土壤中病原菌具有明顯的治病功能之菌種國內尚未見報導，雖坊間或農友自國外引入，或自行發展防治病害菌劑不少，但仍然欠缺廣泛在田間使用之實例。至於殺草用菌劑剛進入研究領域，本省尚未見推廣之例子。

生物科技之快速進展，人們發現有助作物生長之微生物肥料或各種製劑，勢必日益增多，尤其是在分子生物科技之添翼下，多功能與效益之微生物製劑，即將來臨，然就目前情況來看，下列各點在利用微生物製劑上應事先予以瞭解與思量。

所有接種劑均由人工培養，通常培養條件均是最適宜該微生物生長所需之條件，包括最佳生長養分，酸鹼反應，最適溫度等等，通常是培養液中含有充分的碳素源，可導至微生物所具之各種功能發揮，如固定氮素，產生有機酸，抗生素及快速生長等等，均無慮碳素源之不足，複加上人工培養時，整個生長環境往往只有一種菌在生長，無任何其他微生物或生物與其競爭養分，生長空間，亦無慮被吞噬。然微生物接種至土壤中後，除非能立即在幼根上生長，或有極佳的保護者—攜帶劑，如根瘤菌接種劑所用的泥碳土，否則微生物所面臨的土壤環境，是一惡劣不堪，處處充滿致死危機的環境，缺少有效性碳之供應，又需與土壤原已棲息在有效養分源上微生物去競爭，搶爭別種菌口中的飯—有機碳，旱田土壤水分量經常遠低於培養基，酸鹼

反應之改變與培養基相差千、萬倍，再加上虎視在旁的吞噬者—原生動物，線虫及木蟲等等。接種人工培養的微生物至土壤中，一如將溫室中生長之花朶，拋棄在荒原中，實在不易發生作用，這亦是今日大多數的微生物肥料或有益菌接種劑需用攜帶劑保護後投入土壤，或需接種在植物種子或根上始易見效主因之一。

其次，微生物製劑是一種活的生命體，或為休眠孢子，雖後者生命期有少部份真菌在自然條件下可達數年之久，但大多數的細菌，特別是一些沒有孢子的菌類，其在室溫之下即使存在培養液之中，往往會漸漸死亡，當活菌低於某一濃度時，即無法發生作用，以大豆根瘤菌而言，每毫升菌液中之菌數需在一千萬(10^7)以上才有效，為了配合播種期，提早製備時需冷貯在 8°C 之冷房中。

再者，目前市面商品往往標示不明，通常只寫出含有固氮菌、溶磷菌、堆肥分解菌各若干，這還算是好一點的，至少指出微生物製劑的一些功能，更糟的是只寫出每克製劑含有多少多少萬或億的微生物。常常流行的一話笑話是，隨便在菜園中抓一把耕作土，每克土壤至少有一百億個菌(10^{10} /克土)，更何況微生物對作物生長而言，有益固然不少，但有害菌亦很多，如不能更清楚的說明，任由其在市場銷售，日後萬一發生病害，真不知每公頃兩千噸的土壤，應如何去滅菌，特別在危害到高等動物之生命時。惜目前遠東各國尚無法令輔導與管理農業微生物製劑之生產與利用。

基於上述，筆者認為，各種農業用微生物製劑，除非經公正研究機構測定，並接受監測與抽驗的管理者，各位又願付錢一試外，其他來源的微生物製劑，在使用時應小心謹慎，以免受騙招災。