

禽畜糞在農地施用之 管理對策

■陳仁炫 中興大學土壤環境科學系

自從化學肥料研發問世後，由於其肥效之快速及增進作物產量之效果顯著，因此化學肥料逐漸取代，老祖宗們慣用之有機質肥料，有機質肥料甚而完全被遺棄而不用。經過長期且大量的施用化學肥料，及少用有機質肥料的結果，土壤地力日益衰退且導致地球上原有自然生態體系之平衡遭受破壞。近年來由於環保意識的抬頭，以及人們對高品質之健康食品的需求，致使有機質肥料的使用再度受到重視。有機質肥料施用後對增進農地土壤物理性，化學性和生物性，及作物品質的效應之報導甚多。甚至有許多的報導為了凸顯有機質肥料的神奇貢獻，而把化學肥料視為破壞土壤及破壞自然生態的凶手，殊不知化學肥料對滿足二次世界大戰後激增人口的食物需求上具有不可磨滅的貢獻。今日土壤地力之衰退，主要是化學肥料不當使用及未補充土壤有機質所造成，吾人必需體認有機質肥料的施用對作物生長和土壤環境並非絕對有利的，若不予以有效且正確的管理，則弊將大於利，唯負面的效應可利用正確的管理方式，質材的選擇及先前適當的處理而將之減至最輕微的程度。

本省禽畜排泄物年產甚豐，若隨便排放，將對環境造成很大的衝擊。由於禽畜糞含大量的有機物及多種植物所需的營養要素，若能有效的管理及正確的施用於農地，除了可達到資源回收再生利用的目的外，亦可增進土壤的地力，促進作物的生長，亦可減輕對環境及自然生態的衝擊。禽畜糞的直接農用或經堆肥化製成堆肥後再施於農地，為增加土壤生產力的常見方法，唯過量或不正確的施用，對土壤，環境，人畜健康及作物生長的殺傷力實不可予以忽視，因此必需秉著”知己知彼，方能百戰百勝”的態度予以正視之。本文即針對禽畜糞

在農地施用之問題及管理對策發抒己見，盼能有助於瞭解如何能發揮禽畜糞在農用上之有利效益而減輕其不利的影響。

一、禽畜糞(Animal manure)之農地施用

依飼養之家禽及家畜的種類不同，飼料中所含之70~80%的氮，60~85%的磷和80~90%的鉀會隨糞便而排出體外，此高比例的釋出，若能有效管理則有助於養分之循環利用。

禽畜糞中養分的含量及其有效性變異甚大，主要決定於下列七個因子：(1)禽畜的種類；(2)飼料之組成；(3)褥床之量及水分添加及損失的量；(4)禽畜糞採集和貯存的方法；(5)農地施用的方法和時間；(6)施用之土壤和栽種作物的特性；及(7)氣候條件。禽畜糞的經濟價值和它的肥料取代價格(fertilizer replacement value)和其有機質含量及其他有利於作物生長的未知因子有關，唯禽畜糞是否可發揮其價值則端視是否能正確的管理而定。

(一)在農地上不當的施用禽畜糞常造成之問題：

- 1.一般在飼養禽畜時，為了促進它們的成長速度及土增強它們的抵抗力，往往在飼料中會添加一些無機鹽類而使得禽畜糞的可溶性鹽類較高，故大量施用禽畜糞時，會使得土壤累積過多的可溶性鹽類，而導致土壤導電度(EC值)增高，如此不但不利於作物根系對水分和養分的吸收，且會逐漸破壞土壤物理性而降低土壤的品質。
- 2.施用量如超過作物對氮或磷的需要量時，會使得多餘的 NO_3^- 及磷因淋洗或表面逕流而進入地下水灌溉水源或飲用水源，而造成水源之優養化作用，使水質劣化並破壞水中之生態。同時人類食用含 NO_3^- 多的食物和水後， NO_3^- 可能轉變成 NO_2^- ， NO_2^- 會干擾紅血球的攜氧能力而使得新生兒及年齡小於6

個月的嬰兒發生藍嬰症 (blue baby syndrome)。美國環保署於1962年就訂立飲用水中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量不得超過10ppm。

- 禽畜糞施入土壤中，在發酵過程中會產生熱及有毒揮發性氣體而傷害作物的種子和根系，致使作物生長受到限制。
- 禽畜糞常含蟲卵，病原菌並會產生臭味，施用於農地後易危害作物的生長及污染周遭環境和衛生。
- 有些禽畜糞含重金屬，如豬糞中含相當量的銅，過量或長期的施用會使得重金屬在土壤累積而危害作物的生長，或經由食物鏈進入人體而有害人類的健康。

(二)減輕禽畜糞施用之缺失而增進農用效應的對策

適當的管理為避免或減輕禽畜糞施用對土壤環境，作物生長，水生生態，水質，大氣品質和人類生活所造成的不利效應的主要對策。如果禽畜糞施入農地能有適當的規劃和管理的話，將可增進土壤之肥力和作物之生產，而不適當的處理及施用則將造成土壤生產力的失調，表面水和地下水品質的劣化，並造成鄰近居民的抱怨。利用農地來消納動物排泄物和提供作物生產之有利因子，在前提上，必需能對整個養分管理予以正確的瞭解及考量。欲達到適宜的養分管理，則需瞭解禽畜糞所提供的植物養分，尤其是氮和磷量以及在目標產量下作物所需之養分量，如此才能適量的施用而不至於產生施用過量的弊害。欲在農地及草地上適宜的施用禽畜糞，應注意下列五個要領：

- 禽畜糞之施用量宜以所供應之養分能配合作物之需求量為目標。欲達到此目標必需瞭解作物之養分需求及土壤和禽畜糞所能供應之養分量。土壤和禽畜糞的養分分析乃屬必要。由於禽畜糞之養分含量變異甚大，吾人一定要針對所要使用之禽畜糞進行室內分析工作，絕對不可直接引用別人文獻中的數值，也不可使用文獻中不同地區禽畜糞的平均值來決定施用量。正確分析土壤和禽畜糞中有效養分的含

量，以決定在達到作物目標產量之禽畜糞用量，而不致於造成過度施用弊害。殘留在土壤中的氮和磷量在不同農地和不同季節情況下之變異甚大，因此應定期進行土壤的監測。

- 廢肥施用的規劃宜以兼顧作物在生長期之最大吸收量和保護水資源雙重目的來訂定。當禽畜糞施用於耕地時，應在作物種植前一段時間施用，距離作物種植之時間長短的考量，宜有足夠長，使氮礦化作用進行而能在作物需要前釋出氮素，同時又不可與作物種植之時間距離太遠以避免養分在作物尚未被作物吸收前，即通過從根圈而淋失。
- 減少表面逕流及淋洗作用，以避免養分污染水質。
 - 禽畜糞施用量不宜超過作物對氮的需求量，以避免過度施用而使得 $\text{NO}_3\text{-N}$ 進入水體中，造成水質之劣化。
 - 避免將禽畜糞施用在陡坡地，雪地或結冰的土壤表面。
 - 最好能將禽畜糞直接注入土層中或藉耕作方式將其混入土壤中，如此可避免臭味的外溢，亦可減輕表面逕流或淋失的潛在問題。
 - 做好水土保持工作，如利用覆蓋或數蓋植物之方式，以減輕表面逕流及淋洗現象。
 - 避免在禽畜糞施用後直接播種或移植，應先讓禽畜糞在土壤發酵完全後再移入作物，以避免發酵所產生之熱傷害到植株。

二、禽畜糞堆肥(Compost)之農地施用

將禽畜糞予以堆肥化而製成堆肥，則不但可減少禽畜糞的體積，增加農業生產力，並可降低禽畜糞直接施用所造成之問題，同時也較易被大眾所接受。堆肥化為一微生物作用的過程，藉由微生物的作用而將有機質，如禽畜糞，轉換成泥土狀(Soil-like materials)的物質。在堆肥化過程中，部分禽畜糞中的氮會以 NH_3 的型式揮失，而殘留的氮會鍵結在穩定的有機化合物中而成為緩效性的氮

源。將禽畜糞製成堆肥後，臭味將減輕且因體積及重量均減少一半以上，故在搬運及貯存上較為便利。在堆肥化過程中會產生熱，故可殺死病原菌，蟲卵和雜草種子。新鮮的禽畜糞為絕佳之堆肥質材，唯因水分含量太高且富含氮，若沒有添加含碳量高之乾資材(如稻殼、米糠)的話，通常堆肥化所需的時間將較長。適當的水分含量和C/N比為堆肥化最重要的關鍵。微生物需碳作為生長之基質，而需氮以合成蛋白質。C/N比高的資材施入農地土壤，由於C源供應量多，致微生物滋長繁茂，相對地微生物也需要吸收足量的N，唯因該資材含N量不足微生物生長所需，故微生物會先吸收土壤中的N，而使土壤中N量減少，甚至產生N缺乏的狀態，因此在製作禽畜糞堆肥時，宜避免添加C/N比高的資材，且在堆肥化後之堆肥的C/N比宜低於20。

(一)在農地上不當的施用禽畜糞堆肥，常造成之問題：

禽畜糞堆肥在農地上施用的價值端視其施用及管理正確與否？若施用不當反而會造成土壤劣化及環境污染之衝擊，吾人絕不可輕視之。過度或不正當的使用禽畜糞堆肥，往往會發生下列的問題：

1. 對水質和空氣品質的影響：

- (1) 如果施用之禽畜糞堆肥所供應的氮超過作物所需要的氮量，多餘的氮很可能轉換成 NO_3^- 而淋洗入地下水，或隨表面逕流而進入地表水中，因此造成水資源品質之下降。同樣地，如多餘的磷進入水體中，則易造成水體之優養化作用。此種現象在雨量高和質地粗的土壤(尤其是砂質土壤)更為嚴重。
- (2) 腐熟的禽畜糞堆肥應該是沒有臭味的，而未腐熟之堆肥則仍會散發臭味而降低空氣的品質，進而影響人體的健康。

2. 對土壤和作物的影響

- (1) 禽畜糞若與高C/N比的資材一起製作堆肥的話，不但堆肥化所需的時間會較長外，且若將C/N比高的禽畜糞堆肥(通常屬未完熟者)施入農田，通常會誘致

氮之生物固定化作用(Immobilization，亦即微生物會吸收土壤中之無機氮)，因而造成土壤氮缺乏之弊害。

- (2) 未腐熟禽畜糞堆肥施入農地中，因堆肥繼續發酵而產生熱，致抑制種子的萌芽和根系的生長，而造成作物產量的降低，甚而造成作物的死亡。由於使用未腐熟禽畜糞堆肥而造成作物死亡的情形，在本省甚為多見。有些農友直接使用曬乾的禽畜糞，雖然其售價比禽畜糞堆肥便宜，但曬乾的禽畜糞施入農地後，當其碰到水後又開始繼續進行發酵作用而產生高溫、高熱，此情況對種子和根系的殺傷力絕對不可忽視。
 - (3) 部份禽畜糞堆肥中含有重金屬，尤其是雞糞和豬糞所製成之堆肥。若大量且連續的施用，會造成土壤中重金屬的累積，而造成作物的毒害現象及土壤品質的降低，甚至不利於人畜的健康，因此必需在堆肥製造過程及施用管理上多加注意。
 - (4) 禽畜糞尿堆肥中常含有不少的可溶性鹽類，若大量或長期的施用禽畜糞堆肥會增加農地土壤的鹽類累積，如此不但會使土壤物理性變壞，亦對生長中之作物的養分和水分吸收產生抑制的效應。
3. 對人畜健康之影響
- (1) 禽畜糞堆肥施用後之土壤和植體中重金屬含量愈高者，對人畜健康之潛在威脅愈大；尤其是將禽糞尿堆肥長期且大量的施用於強酸性土壤，因重金屬之有效性係隨土壤pH的下降而上昇，重金屬危害的威脅更為明顯。
 - (2) 施用未腐熟之禽糞尿堆肥，由於其中所含之蟲卵(尤其是蒼蠅)及病原菌並未被殺死，因此常造成附近蒼蠅的猖獗並可能使鳥類族群增加，如此不但使周遭環境品質降低，且使作物的品質和產量因鳥害而降低。

(二)減輕禽畜糞堆肥施用之缺失而增進農用效應之對策：

一般反對在農地施用堆肥的意見，主要歸因於(1)產生之臭味，(2)所含之不

純物(木材, 塑膠, 玻璃...), 重金屬, 有毒有機化合物及病原菌。堆肥製造過程所造成不良的效應主要在於缺乏適當的管理及控制, 包括未進行先前分類將不純物及污染物去除, 不正確之堆積環境(如水分, 溫度, 通氣...), 堆肥未腐熟及堆積場所和堆積設施之規劃不良等問題。堆肥施用所造成的不良效應常可歸因於(1)施用地點之選擇不當(如陡坡地, 表土流失嚴重之地...); (2)未腐熟堆肥之施用; 及(3)堆肥施用量不當。欲減輕堆肥施用之反效果而增進堆肥之正面效應可藉由製造過程之控制與管理及合宜的施用來達成, 諸如:

1. 在堆肥化前先瞭解或分析與禽畜糞一起堆積之資材的成分, 以排除不適宜堆肥製作之物質的摻入(如含有機毒物質, 重金屬及不純物多的質材), 以避免製成品質不良之禽畜糞堆肥。
2. 慎選堆肥製造的地點。地點之選擇宜考慮與住家及水源之距離, 並配合風向, 表面逕流, 土壤沖蝕及適宜排水設施之控制。
3. 堆肥製造時, 宜維持適當的堆積條件, 如水分含量, 溫度, 通氣及堆肥化的時間長短, 以確保製成之禽畜糞堆肥確實已完熟。
4. 準確的分析土壤和所欲用之禽畜糞堆肥的養分含量, 並確定施入之氮, 磷和鉀量不要超過作物的需要禽畜糞量。
5. 依植體和土壤之分析測值及禽畜糞堆肥之成分含量來決定適當的堆肥使用量。禽畜糞堆肥中養分的釋出和化學肥料不同, 化學肥料大部分均為速效性的, 而有機肥料中之有機氮, 有機磷和有機硫需經微生物主宰之礦化作用轉換成無機氮, 無機磷和無機硫才能被植物吸收利用, 因此禽畜糞堆肥中養分的釋出量應由養分含量配合礦化速率而計算, 而不可直接把禽畜糞堆肥之養分含量視作速效性來計算。一般而言, 礦化速率會隨堆肥特性, 土壤水分, 土壤溫度及土壤特性等因素有變, 唯如果未測定礦化速率的

話, 粗放的可將施用之禽畜糞堆肥的氮, 磷和鉀總量分別乘以0.5, 0.7和0.7當作可釋出之量來估算, 如果是施用在強酸性土壤, 磷之釋出百分率可以30%來估算。上述的比例均屬粗放而大約之數值, 僅供參考。

6. 施用地點之選擇宜避免易於發生表面逕流及淋失之地, 如欲使用則需配合水土保持之措施。
7. 含氮量高之土壤不適合施用高氮之堆肥。
8. 含可溶性鹽類高的禽畜糞堆肥尤需注意其施用量及土壤的負荷狀況, 以避免造成土壤之電導度(EC)太高而抑制作物的生長。

結 論

禽畜糞在農地施用, 有其正面的效益, 亦有負面的效果。若能正確且適度的使用, 無論是直接的施用或製成堆肥後再施用, 在整體效應上, 應是利大於弊, 反之, 則害多而利少, 故吾人應謹慎行之。不可諱言, 在所有的禽畜糞處理方式中土壤處理為對環境衝擊最輕的對策, 唯若僅以消除禽畜糞日產的壓力, 而盲目且大量的強迫土壤去負荷及消納禽畜糞則絕非是明智之舉, 且所產生之後果可能難以補救。無論是禽畜糞或禽畜糞堆肥, 其所含之養分均遠低於化學肥料。若以它們來供應作物生長所需的養分全部量來計算施用量的話, 可想像其用量必定甚高且造成負面效果的機會將更大。吾人必需體認, 有機質肥料在土壤物理性質改善的貢獻實大於養分之供應, 所以吾人應利用禽畜糞或禽畜糞堆肥補充部分養分, 其餘不夠的養分由化學肥料補充, 此和諧施肥的方式對土壤, 對環境及對作物而言, 均為較友善且有利的對策。以資源回收利用, 減輕環境污染衝擊, 及增進或維護土壤品質之觀點衡量之, 唯有正確和適量的使用禽畜糞及禽畜糞堆肥, 方能克盡其功, 盼共勉之。☐