

合理的**耕**地管理

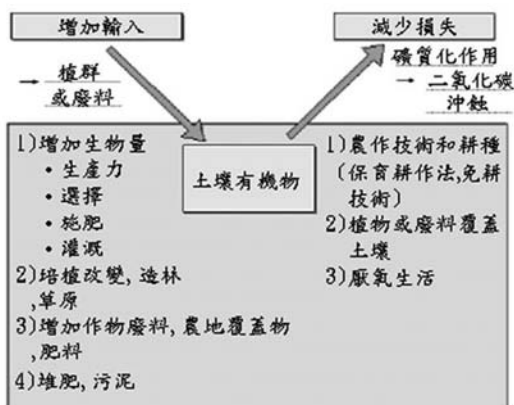
每個國家都具有保護地球與人類永續發展的責任，聯合國糧農組織助理總幹事穆勒曾說：「面對氣候變化等因素對人類生存環境帶來的不利影響，農業將可在保護環境方面發揮關鍵的作用。」然而，現階段仍然存在著許多不確定性，政府應就農業管理發展新的策略與適當的方針。

一直以來，綠色植物進行光合作用吸收大量二氧化碳，是人們長期以來的共識，根據許多致力於全球碳平衡的報告指出，利用農作物系統和耕作經營等措施，將可使土壤成為大氣中碳的匯存處，進而提升土壤養分容納量與農業生產力。

減少耕地碳的損失

為確保農業可持續發展，維持土質是當前首要工作。土質就是土壤與生俱來促使植物生長的能力，土壤和作物的經營管理除能改善碳固定在土壤中的時間外，也能增加土壤中碳的庫存量。調查指出，除了氣候因素(主要溫度)之外，土壤中碳損失的發生的原因是有機物質的礦質化作用和土壤沖蝕。倘若進一步追根溯源，則可發現經由水或風造成的土壤侵蝕作用才是土壤退化的最主要因素。

數據顯示，土壤每年損失約在 1 -



農業土壤有機質的管理方式，表示減少碳損失的實行方式、增加碳輸入到土壤中的實行方式，或兩者的組合之間的區別

10 噸/公頃，有時甚至高達 50 噸，其中土壤上部層次中的有機物質是土壤損失中重要的一部分，但因其在空間和時間上的異質性，對於這個碳匯池確切的評估是困難的，粗略估計由侵蝕引起的全球損失每年約 15 億 - 150 億公噸。為解決土壤侵蝕問題，除了採行埕段或等高作溝等特殊侵蝕控制方法外，大多數是增加土壤穩定(有機物質是最主要的因素之一)或是使用植物殘體、植群覆蓋來保護土壤表面等，不只可以減緩土壤被侵蝕，也有益於土壤碳吸存。

農田地力增進之實例

耕作歷史悠久可以追溯到幾千年以前，主要是針對土壤通氣和控制雜草，透過耕作可促使氮素從土壤有機質中釋放。土壤微生物刺激有機物的礦質化作

用是土壤通氣增加的主要因素，要提高旱作生產力必需更加注意土壤有機質的保護，因為土壤有機質的功效甚多。

耕犁和土壤有機質含量有著息息相關密不可分的關係，當高度密集耕作，將會導致土壤有機質之分解加速，造成土壤有機質含量低落，影響土壤生產力。過去已有許多的文獻致力於研究不同耕作類型的影響，研究結果多指出，包括加拿大、美國及不同栽植的地區，從傳統的耕作到不耕犁，土壤中的碳增加 10 - 30%；在保育農業中，作物殘體應覆蓋超過土壤表面的 30%；在溫暖潮濕地區每年可以吸存 0.5 - 1.0 公噸/公頃的碳，在潮濕炎熱氣候為 0.2 - 0.5 公噸/公頃，半乾旱地區則為 0.1 - 0.2 公噸/公頃；在較複雜的輪作模式中，不耕犁配合覆蓋作物與 (或) 綠肥會導致大量的碳被土壤吸存，這樣的耕作模式目前占了超過 5,000 萬公頃，其中大多分布在北美 (美國 1,900 萬公頃，加拿大 400 萬公頃)、南美 (巴西 1,300 萬公頃、阿根廷 900 萬公頃、巴拉圭、墨西哥及玻利維亞，合計 170 萬公頃) 及澳洲 (800 萬公頃)。(上述資料會因策略的變化，有時合計可達 6,000 萬公頃，尤其是在巴西及阿根廷的變化劇大。)

破除栽種先耕地的迷思

傳統的耕作方法是“種地必須先耕地”，而“不耕犁”這種思維，或許能給當今的農業帶來一些新的啟迪。

所謂“不耕犁”意指栽種過程均不翻動土壤。根據國外經驗，大部分實施免耕直播法的農田，最初 1、2 年產量可能會略有下降，但隨隨著地表有機覆蓋層越積越厚，土壤質量會越來越好，農作物產量也會逐年提高。探究原因在於，有機覆蓋層既提供了肥力，又有助於保護土壤，其次，免耕法能有效的保護土壤環境，使得土壤微生物達到平衡。

此外，不耕犁系統也有一額外的好處，就是降低機器對石化燃料的需要。英國與德國在傳統耕作系統中燃料的使用每年產生 0.046 - 0.053 公噸/公頃的碳，而不耕犁系統只有 0.007 - 0.029 公噸/公頃的碳。保育農業與不耕犁系統的功能在保護土壤，使其能在陽光、雨水、風及養育土壤生物等作用下維持自然的規律，減少土壤侵蝕與改善土壤有機質及碳容積。

提高土壤有機質含量

有機質肥料對土壤改良與作物生長的功用，已普遍為大家所知，惟其種類繁多，因來源及製造方法之不同，故其成分及肥效並非相同，在使用時必須把握一個前提，即無論使用何種有機質材，最好能經過發酵處理及微生物分解



土壤有機質的物理性保護作用與耕犁造成的去保護作用



保育耕作方式示意圖
(a) 不耕犁；(b) 畦作；(c) 敷蓋；(d) 條耕

礦化後，始可供作物利用，否則反而會對作物產生不良影響。

有機肥處理的土壤有機碳含量明顯高於無機肥料，增加農作物的生物量可以提高土壤有機質的含量，例如利用引進新品種或透過生產管理制度〔養分的管理（特別是氮）與作物輪作制度〕等。而水的管理（灌溉）也與生產力增加有關，特別是在半乾旱地區。然而，灌溉的發展通常受限於某些因素，如水資源的有效性與土壤鹽化的風險。此外，某些國家，除了覆蓋農作物外，許多關聯的農作物也對生物量的增加有實際的幫助。

農作物殘體經營為提高土壤中吸附碳之能力與增加土壤有機質含量的另一方法，但不容忽視的是：1. 殘體燃燒具有反面的結果，即使它們有時藉由形成穩定的礦物質碳而減輕重量；2. 表層施用作物殘體的分解速率比耕犁的混合作

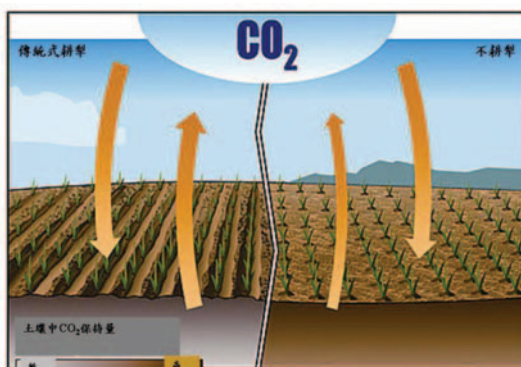
用更慢，因為這些作物殘體較少與土壤微生物和土壤水接觸。

綠肥作物覆蓋之利用

綠肥為固氮作物，其新鮮的植體被翻犁到土裡作為肥料，可增加土壤中有機質含量，改善土壤理化性質，防止雜草叢生，發揮水土保持功用，兼具綠美化農村景觀。因此，綠肥的栽培與利用即在達成植物、土壤及微生物三者間的生態平衡，且合乎永續農業經營規範，因此種植綠肥作物對土地的保護、土地的改良、供給植物的養分、平衡生態與農作物生產日顯重要。

綠肥可以在主要作物休耕季或是混合著進行播撒，或不斷生長在休耕區域進行。植物或植物殘體做為覆蓋物，已證實可有效的預防風或水的侵蝕，以保護土壤結構和孔隙度。土壤覆蓋在水分經濟效益另一個重要的角色，就是降低

溫度，進而減緩有機質礦化作用的速率。綠肥和覆蓋農作物經驗在拉丁美洲證實這樣的做法可以提供在對土壤碳量主要的貢獻。在中美洲約 45,000 位農民，已經採用鰲豆屬做為基本的綠肥作物，可以每年固定 150 公斤/公頃的氮和增加到土壤約 35 - 50 噸/公頃的生物量。



保育耕作對碳的效益

制，已成為全世界首要環保工作重點。1997 年，149 個國家和地區的代表在日本京都舉行《聯合國氣候變化框架公約》締約方第三次會議。通過艱苦談判，代表

們通過了旨在限制發達國家溫室氣體排放量、抑制全球範圍內氣候持續變暖的《京都議定書》。身為地球村成員，台灣願意在公約「經濟有效」、「最低成本」原則來承擔共同但程度不同的責任與能力，促進永續性經濟發展。🌱

京都議定台灣無悔因應

近年來為了減緩全球氣候急劇變遷的現象，二氧化碳等溫室氣體的管

綠色行銷和我

邱湧忠博士 著 定價：300元



在資源耗費快速的現代，一種講求自然、健康、簡單的生活態度，逐漸蔚為風尚，於是各種「綠色產品」也應運而生，綠色行銷的重點便是基於環境永續經營的理念，試圖開挖綠色黃金這一塊可貴的資源。

- 第一部 綠色行銷和我
- 第二部 啓程
- 第三部 春花望露
- 第四部 美是幸福的時刻
- 第五部 日頭溪水相借問
- 第六部 阮有一個夢
- 第七部 秋天的心情
- 第八部 風華
- 第九部 溫柔的美感
- 第十部 透明的琥珀
- 第十一部 學習謙卑



豐年社 台北市溫州街14號

電話：02-23628148分機30或31 傳真：02-83695591

郵撥00059300財團法人豐年社 每次郵購另加掛號郵資60元