

「農業與環境保育」之通識教育

楊盛行

國立台灣大學農業化學系及

全球變遷研究中心

摘要

農業不僅提供基本民生所需，安定社會經濟基礎，同時也提供充裕廉價原料，支援工商發展。近年來由於工商業快速發展，人類經濟活動頻繁，生活水準提高。其所產生之廢氣、廢水和廢棄物等對環境造成衝擊，也影響了農業生產品質。農業生產過程中亦會排放污染物而造成環境品質下降。然而農業生產時亦會吸收污染物，分解污染物而淨化環境，對環境品質有正面的意義。為使同學對農業生產與環境保育間之關係有更深一層認識，對農業生產有更進一步了解，因而特別請四位與農業生產及環境保育有關之老師就上述之課題講授通識教育課程，使同學了解今天農業的生產不應只追求產量提昇，同時應注重生態保育、發展休閒農業和達到農業綠化的功能，如此農業生產方能持續，環境品質亦能永久維持，生態可保持平衡。永續農業的理想以及環境保育之理念方得以逐漸實現。因而本文僅就農業與環境保育之通識教育方面實施情形，提供國人參考。

前言

由於科技日新月異，工商業蓬勃發展，社會經濟向榮，國民所得提高，因而對於生態保育和環境品質日益重視。工商的活動所產生的工廠廢氣、廢水和廢棄物，人類生活所生成之交通工具廢氣、生活廢水和垃圾等不斷地排放到大自然，造成了空氣、水和土壤的污染。不但對人類賴以生存的自然環境造成莫大的衝擊，對動植物生活及生長空間形成嚴重的壓迫，甚至對農業的產品品質引起極大的威脅。農業生產及產品加工雖然也會產生污染物，影響環境品質。但如能充分掌握農業生產時可以有效淨化空氣，降低水質污染和減少廢棄物，而提昇環境品

質。使得農業活動不但不會危害環境，反而可以保護環境，維護生態，農業生產和環境保育可以兼而得之。

環境教育是全民教育，為使國人了解環境保育之重要性以及農業生產對環境保育之衝擊與貢獻，實在需要全民對農業生產過程中會引起那些污染物質，以及農業生產可去除那些污染物，如何經營管理以降低農業生產對環境品質之負面作用，而提昇其正面功能。另外國人也應同時體認各種環境污染物對農業生產之影響及對產品品質之威脅，為我們自己的健康以及為子孫後代，我們責無旁貸的需保護環境，維護地球的永續生存，本文僅就農業與環境保育在通識教育方面實施情形，提供國人參考。

課程規劃

大學教育除了專業知識及技能之傳授外，也應培養學生的宏觀視野及整合智能。有鑑於此，我們召集了國立台灣大學、國立中興大學、國立屏東農業技術學院、國立嘉義農業專科學校以及農業委員會有關環境保育的農學教授，共同討論並籌開農業與環境保育之課程。經過多次會商以及考慮通識課程之功能，為使大學生對環境保育和農學之間的相關性有進一步認識及體認，本課程目前已在台灣大學及中興大學兩校講授，台大所授課程名稱為「農學與環境保育」一學期 2 學分。而中興大學所授課程名稱為「農業與環境保育」一學期 2 個學分，分兩班上課，每學期有一百餘人上課。台大之課程內容如下：(1) 農業與環境（楊盛行教授）(2) 環境品質與法規（楊盛行教授）(3) 空氣污染與農業（王一雄教授）(4) 水污染與農業（王一雄教授）(5) 土壤污染與農業（陳尊賢教授）(6) 農業生產與環境（陳尊賢教授）(7) 畜牧生產與環境（楊盛行教授）(8) 漁業生產與環境（王一雄教授）(9) 農用化學品之使用與環境（王一雄教授）(10) 食品製造與環境（楊盛行教授）(11) 水土保持與環境（陳尊賢教授）(12) 森林與環境（林鴻淇教授）(13) 林產工業與環境保育（林鴻淇教授）(14) 環境綠化與休閒農業（林鴻淇教授）(15) 永續農業（林鴻淇教授）^(註 1)。

每週以一個單元為主，如遇放假時間較多，則三個單元兩個星期。講授時輔以投影片或幻燈片以加深同學印象，首先就環境、環保法規、空氣污染、水污染

和土壤污染對農業生產之影響加以剖析，並對台灣環境資訊現況和國外之資料比較，期使大學生能對本土環境保育有深一層之認識。其次就農業生產、畜牧生產、漁業生產、食品加工、水土保持、林產工業和農用化學藥劑對環境生態的衝擊，以及正面的維護與功能。最後介紹未來農業發展，環境綠化及永續農業展望，兼顧農業生產、環境保護和生態保育^(註1)。

(I) 授課方式

由於農業與環境保育是一門科際整合之通識課程，集合了環境科學、動物、植物、土壤、化學、大氣、藥物、加工和法規…等學門，而且也考慮同學們之背景有文、法、商、管理、醫、公衛、理、工、農…等方面，如何引導同學，深入淺出，配合老師專長與授課內容，我們首先在教育部環境保護小組之支助下，函請國內各大專院校與農學環境保育有關之學校、科系推薦教師，參加農學與環境保育課程之教學觀摩會，邀請農學與環境保育撰稿教授十四人親自講授，就各節內容撰寫背景、授課重點、學習方式和資料來源等作詳細說明，並回答與會教師之問題。使他們返校授課時，可以把握學生之背景，調整授課方式，抓住課程重點，使此通識課程能達成預期之目標。

台灣大學是一所科系齊全的綜合大學，以農學院為例，共有十一個系，十二個所。涵蓋動物、植物、生理、化學、生產、加工、環保、工程、人文等方面。為使農學與環境保育能達成其原來設計之教育目標，本課程在農學院開授，而由分屬植物生理和植物營養學，廢棄物處理和微生物生態，農業藥劑和污染化學，土壤污染和環境科學等四位教授共同講授，達到學有專精和教有所長之境界。

(II) 課程內容

(1) 環境保育法規

四十餘年來，台灣發展博得了經濟奇蹟的美譽，但由於環境保育之立法缺乏整體性之考量，政策常因各別考量而有出入，也造成了社會及經濟發展之絆腳石。雖然民國 76 年修正通過「現階段環境保護政策綱領」，分別以資源保育（包

1. 楊盛行編，農業與環境保育，台北市，華香園出版社，民國八十三年，1-300頁。

括生物相資源與非生物相資源)、污染防治(包括水、空氣、廢棄物和有害物質)和環境經濟原則(包括社會福利、成本與效益比較、污染者付費、資源保育、受益者付費和環境資源共有且可交易等)(註2,註3)。由環境保育法規之介紹使學生了解現行法規及其適切性。

(2) 污染物對農業生產之影響

因大部分之農業生產是在露天的大自然條件下進行的,因而受大自然之環境影響最多。農業生產不但受土壤、大氣、水源、微生物和其他生物等客觀物質環境之影響,受日照、宇宙射線和氣候狀況之空間條件之支配,同時也受生產關係、生產力大小、經營管理方法和農業政策等社會條件之衝擊(註4)。

當任何一種揮發性物質或懸浮微粒逸散入大氣中,皆可視為空氣污染物。主要者有粒狀污染物和氣狀污染物兩種。這些污染物被植物吸收後,傷害植物細胞,影響作物之生理活性和生化反應,有些作物在受侵襲後立即或數日內即可出現急性病徵(如脈間漂白、葉尖枯萎、斑點…等),有些作物則緩慢出現病徵(如老葉黃化、早落…等)(註5)。

當水中含有吾人所不欲之物質者,皆可視為受污染。而污染質大別可以分為保存性污染質,無法以微生物或一般物理化學作用加以分解者,如金屬離子和氫離子。而另一為非保存性污染質,可由土壤微生物進行分解者,如有機污染物。這些污染物會使農田土壤理化性劣化(如鹽鹼化、毒物積聚,有機物過量積聚)、作物生長異常(如植物細小、生育期不整齊、穀粒不飽滿、根系減少)、減量且品質降低、灌溉系統受害和耕作管理困難(註6)。

土壤承受外來物質而使其物理、化學和生物性質變劣,影響正常功能即為土壤污染。土壤污染來源有生活廢棄物(如污水和垃圾)、工業廢棄物(如廢氣、落塵、廢水、污泥、固體廢棄物)和農業廢棄物(如畜牧廢水及廢棄物、農藥、肥料、鹽水)。土壤污染後會引起土壤性質劣化(團粒破壞、通氣不良)、土壤酸

2. 台灣電力公司環境保護處編,常用環境保護法規彙編,台北市,台灣電力公司,民國七十九年,1-325頁。

3. 行政院環境保護署,廢棄物清理相關法規,台北市,環保通訊社,民國八十年,1-262頁。

4. 陶戰,買永彬,農業環境保護與農業,北京,科學普及出版社,1-90頁。

5. 孫岩章,空氣污染與農業,農業與環境保育,楊盛行編,台北市,華香園出版社,民國八十三年,36-54頁。

6. 松崎敏英,農業公害手冊,東京,地人書館,一九七四年,159-210頁。

化（肥力降低，金屬元素溶解度增加）、異常還原態（Eh 下降，根生長受阻）、氮素過剩（畜產廢水氮含量等，水稻易生倒伏，硝酸態氮過高對健康有害），可溶性鹽分聚積（鈉鹽高，離子不平衡，代謝受干擾），農藥殘留（微生物相破壞，肥力減退）和重金屬累積（植物生長受阻，產品品質不佳）（註7）。

(3) 農業生產對環境負面之衝擊

畜牧生產由於企業化經營，養殖戶數減少，但養殖數目卻上升，以往可將畜產廢棄物施用於土壤，回歸自然，提供肥效，而今因集中飼養，不但養殖場臭味常引起民衆之抗爭，而大量之畜產廢水，如未加妥善處理則將嚴重污染環境。爲防止疾病之發生，常於飼料中添加銅、鋅、錳等重金屬，也常易造成環境的二次污染（註8）。

漁業生產由於過度捕撈，沿岸環境污染和內陸漁業環境惡化。因而養殖漁業興起，由於魚塢常建造在河川及河口之兩側，而阻礙了河道正常渲泄，影響濕地和沼澤地生態，養殖廢水因含有機懸浮顆粒而造成水體污染，抽取地下水造成地層下陷，海水入浸和土壤及地下水鹽化（註9）。

爲增加糧食生產和防止病虫害滋生，使用農業藥劑。然農業藥劑使用後部分進入空氣、土壤和河川外，並殘留於施用作物上。這些藥劑直接或間接經過食物鏈，而進入非目標動物體內而造成環境及生物之傷害。有些農業藥劑會抑制土壤微生物活性，影響其生化反應與土壤膠體作用降低保水力和保肥力，如淋洗則會引起地下水污染（註10）。

使用肥料可促進植物生長，提高糧食生產。如施用不當，不但浪費資材，且會產生負面效果，如果累積土壤中可形成鹽害，進入水體會發生優養化，過量之氮化合物可經硝化作用，脫氮作用產生氧化亞氮造成地球溫暖化（註10）。

農業生產及其產品加工時會產生副產物，由於產業結構改變，農業人口之老

-
7. 鄭雙福，土壤污染與農業，農業與環境保育，楊盛行編，台北市，華香園出版社，民國八十三年，76-99頁。
 8. 楊盛行，畜產廢棄物處理利用，國立台灣大學農學院農業推廣委員會，民國七十九年，1-28頁。
 9. 曾萬年，陳弘成，林曜松，邵廣昭，蘇茂森，漁業生產與環境，農業與環境保育，楊盛行編，台北市，華香園出版社，民國八十三年，144-171頁。
 10. 李國欽，林浩潭，農用化學品之使用與環境，農業與環境保育，楊盛行編，台北市，華香園出版社，民國八十三年，144-171頁。

化，以往這些副產品其利用價值高，而今則形成廢棄物。由於部分廢棄物容易分解，部分廢棄物因產量不大且分散，收集不易，如未妥善處理，則易造成環境之污染。如部分農民將稻草點火燃燒，易造成空氣污染，部分廢棄物因含有用成分，故可考慮加以利用，不但可減少其對環境之污染，且可回收部分成本(註11)。

(4) 農業生產對環境品質之改善

家畜禽糞含有氮、磷、鉀三要素，牛糞之肥效略低於豬糞和鷄糞，目前可將家禽之固體廢棄物製成堆肥，而其液體部分可經嫌氣發酵回收甲烷，其放流水可以養殖螺旋藻生產單細胞蛋白質，使資源重覆利用，達成農業永續發展(註8)。

在漁業生產上，為使水產族群永續繁衍，而從事種苗放流，改善哺育環境，增加餌量生產量，使漁業生產得以維持，生態環境得以保持(註9)。

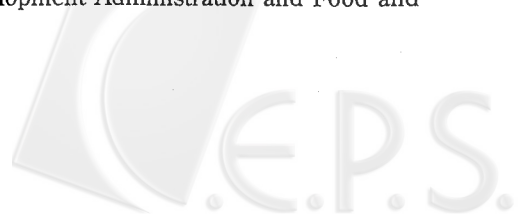
為減少農業藥劑使用對環境生態不利之影響，同時確保農業的生產。目前正朝使用生物農藥和生物防治兩大方向努力。生物農藥可以抑制和降低病蟲害，但對人、畜、環境無不良副作用。而生物防治則以天敵控制病蟲害之滋生而對其他動、植物之生長無影響(註12)。在肥料之使用上，除了適時適量施用化學肥料，減少環境污染外，目前亦積極開發生物肥料，如固氮菌的研究，溶磷菌的開發，高溫放線菌及纖維素分解菌在堆肥製作上之應用，對環境品質之提昇皆有正面之貢獻(註13)。

森林群落之生物組成複雜而完整，有助於保持環境安定，促進土壤化育，防止土壤之沖蝕，增加土壤吸水力與保水力，有利於水源的涵養及水文的調節，減低旱澇之災。森林亦有淨化大氣的功能，植物進行光合作用時，吸收二氧化碳，同時釋放氧氣。每公頃森林每天自大氣中吸收二百公斤二氧化碳，釋出一百四十

11. 楊盛行，魏嘉碧，顧緒，蔡錫舜，台灣地區食品農業廢棄物之產量，中華生質能源學會會誌，10卷，1991，70-80頁。

12. K. F. Baker and R. J. Cook. Biological control of plant pathogens. 48-60. W. H. Freeman and Company, San Francisco. 1974.

13. J. F. Parr, S. B. Hornick and D. D. Kaufman. Use of microbial inoculants and organic fertilizers in agricultural production. In : International Seminar on the Use of Microbiol and Organic Fertilizers in Agricultural Production. 1-40. Rural Development Administration and Food and Fertilizer Technology Center. Suwon, Korea. 1994.



公斤的氧，以供人類及動物維持生命之所需（註14）。

森林對於音波有阻隔作用，其吸收音量之功能，視林木構造情形而異，林內下層植群或地被植物呈叢密分佈，或林木形成垂直鬱閉則噪音吸收效果良好，使人們精神上得以鬆弛，身心得以健康。另外森林亦有防風、遮陰和防塵效果，每公頃森林每年大約可聚集塵埃三十二至八十公噸。森林可以柔化太陽垂直射光及反射光，亦可由蒸散作用而調整氣溫。而一些香花植物如桂花、玉蘭花、含笑花、茉莉花等均具芳香之氣味，可減輕環境中臭氣味道（註15）。

(5) 台灣的農業及環境現況

台灣地區民國八十三年之耕地面積有 871,099 公頃，佔土地總面積之 24.19%，其中水田佔 52.95%，旱田佔 47.05%，每戶農家平均耕地面積 1.078 公頃，每公頃耕地負擔人口為 24.25 人。根據航空測量資料，林地約有 1,866,208 公頃，其中針葉林為 416,477 公頃，闊葉林為 1,158,157 公頃，針葉與闊葉混合林為 160,205 公頃，竹林面積為 131,369 公頃，漁塭養殖面積為 62,943 公頃，其中鹹水魚塭面積為 23,313 公頃，淺海養殖面積為 13,566 公頃，淡水魚塭面積為 23,144 公頃，其他養殖面積為 2,920 公頃。民國八十三年底台灣地區農戶數 807,971 戶，佔總戶數之 14.29%，農戶人口數 4,006,641 人，佔總人口之 18.97%，平均每戶農家人口為 4.96 人，漁業戶數為 122,475 戶，漁戶人口 497,442 人。依據行政院主計處統計民國八十三年實質農生產成長率為 -3.00%，其中農作物為 -3.52%，林業為 -24.33%，漁業為 -11.80%，畜牧業為 5.61%（註16）。

民國 79 年二氧化硫一般監測站之平均值為 24.52ppb，一氧化碳之年平均值為 1.4ppb，臭氧之年平均值為 14.17ppb，二氧化碳之年平均值為 24.7ppb，鉛之年平均值為 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，皆在空氣品質標準之內（註17）。

台灣地區共有 129 條河川，其中主次要河川 50 條共有 2,889.3 公里，未受污染或稍受污染者 66.9%，輕度污染者佔 8.0%，中度污染者佔 14.8%，而嚴重污

14. 王銀波，劉黔蘭，農業生產與環境，農業與環境保育，楊盛行編，台北市，華香園出版社，民國八十三年，100-118 頁。
15. 楊盛行，農業與環境，農業與環境保育，楊盛行編，台北市，華香園出版社，民國八十三年，1-22 頁。
16. 台灣省農林廳，台灣農業年報，南投縣，台灣省農林廳，民國八十四年，1-380 頁。
17. 行政院環境保護署，中華民國台灣地區地方環境資訊，台北市，行政院環境保護署，民國八十一年，1-625 頁。



染者佔 10.3%。在河川用途分類之河系，其水質目標達成率只有 40%，有待努力。沿海養殖區海域水質，鋅超過標準比例最大，其次為銅，再次為汞。重金屬污染較嚴重地區為高屏和嘉南海域。

行政院環境保護署針對台灣地區土壤中重金屬之含量將其暫定分為五個等級，即缺乏級（第一級），低含量級（第二級）、中含量級（第三級）、高含量級（第四級）與偏高含量級（第五級）。在台灣地區農田土壤表土中（0-15 公分）含有砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛和鋅八種重金屬中任何一種或以上之重金屬其含量為第四級的面積共有 50,057 公頃，為第五級的有 787 公頃，合計共有 50,844 公頃。而土壤裡土（15-30 公分）其重金屬含量為第四級的面積為 25,372 公頃，第五級為 265 公頃，合計 25,637 公頃。而造成重金屬偏高之原因可能為附近工廠或工業區排放廢水及廢棄物，養殖及畜牧業之廢棄物及廢水，汽機車排煙，或土壤母質之特性所致（註 18）。

(6) 未來之農業生產與環境保育

台灣地小人多，農業生產，生活空間與環境保育如何取得適當之平衡，需要我們的智慧。未來農業生產與環境保育應考慮下列幾點：

1. 土地利用與規劃

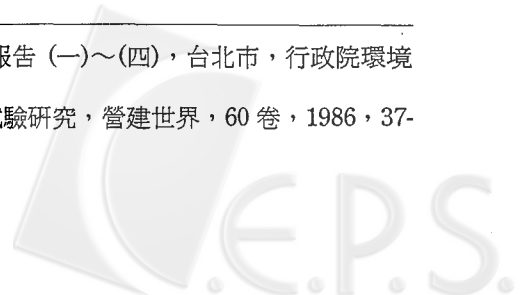
在土地利用規劃中應保護現有之利用方式，引導未來的發展及減少現在及未來利用方式不一致之衝突。以合理土地利用為基礎，維持永續之土地生產力，使環境維持一定之狀態。保安林及水源保護特定區等特殊山坡地區，必須予以管制限制其土地開發利用外，一般山坡地亦需依水土保持相關法令規定予以規劃利用（註 19）。

2. 森林經營

台灣地區之林業經營已由伐木、木材加工而進入保育資源。主要包括：森林水資源之經營、森林野生動物之經營、保安林之經營、自然保護區之經營、森林遊樂區之經營、木材生產之經營以及國家公園內森林之經營，使森林成為環境保

18. 行政院環境保護署，台灣地區土壤重金屬含量之調查總報告（一）~（四），台北市，行政院環境保護署，民國七十七年。

19. 何智武，陳文杰，坡地開發對地表逕流及沖蝕相關性之試驗研究，營建世界，60 卷，1986，37-42 頁。



育之尖兵(註 20)。

3. 休閒農業

二十世紀是勞動時代，人們以工作時間長來賺取更多的所得，可是二十一世紀將是休閒時代，人們追求較多的休閒時間。台灣農業發展為因應時代潮流也漸漸走上休閒農業。而休閒農業是包括農業的生產、加工及服務，不但有相加的事實，更有相乘的效果。由於農業的經營範圍擴大之後，農民的所得也提高，農村生活環境也就改善。從經濟與農業發展之立場而言，台灣目前是發展休閒農業的最佳時候，不但可以美化綠化生活環境，而且可以發展具地方文化特色的農業吸引消費者(註 21)。

4. 永續發展

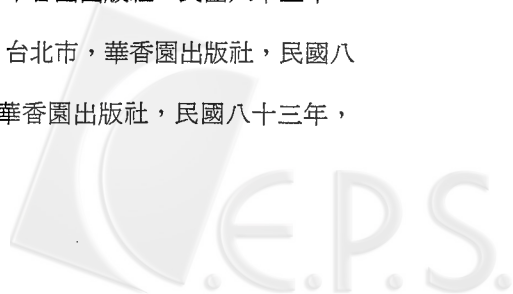
我們常說地球只有一個，經過三、四十億年之歷史，地球上有了動物、植物和微生物。土地的形成，養分之分解循環，植物創造了初級食物資源，農業提供了充足而健康的食品，而動物只將這些初級產物加以轉換。為了人口增加之需要，為了提高產量和提昇產品品質，農業也步入商業化，克服限制生長的生長因子，大量使用肥料，農業藥劑，而造成了土壤沖蝕，加速有機物分解，硝化作用，使土壤肥力衰竭，土壤酸化。因此，耕耘、施肥、施藥、造成了土壤資源的耗竭和破壞，影響永續農業的經營(註 22)。

永續農業是整合農業生產與保育之生產方式，在生產生質能源時，確保環境的健全與維持生態的平衡。因而要農業永續發展，則需保護土壤，保育肥力，限制耕耘，輪作綠肥。克服環境障礙，發展永續農業。

課程執行評估

本課程已在大講授兩個學期，每學期選課人數介於 130-150 人，學生包括文、法、商、管理、理、工、醫及農學院學生。最初因課程講義尚未付梓，任課

20. 陳昭明，森林與環境，農業與環境保育，楊盛行編，台北市，華香園出版社，民國八十三年，231-250 頁。
21. 江榮吉，環境綠化與休閒農業，農業與環境保育，楊盛行編，台北市，華香園出版社，民國八十三年，270-282 頁。
22. 林鴻淇，永續農業，農業與環境保育，楊盛行編，台北市，華香園出版社，民國八十三年，283-300 頁。



老師以講義方式影印資料給同學，目前已有參考書籍（每本 300 頁只收成本費 160 元），因而在講授方式上，可參考書籍資料，另授課老師再補最新資料，深受同學歡迎，因而自八十四學年度開始每學期開授一班，並擬於每學期講授後調查同學意見，作往後增修或刪減上之參考。

結語

我們既是宇宙的一個份子，雖然可以利用它們提供吾人所需，但卻不能爲了我們這一代的享受，而犧牲環境，影響下一代的幸福。農業與環境保育這一門通識教育的目的，主要在提供同學們的環境知識，保育觀念和農業間之關係。了解環境因子和污染物對農業生產之影響和對人類生活的衝擊。農業生產雖會造成環境的部分污染，但農業生產亦可淨化污染物，分解污染物質，降低環境污染，提昇環境品質。未來，農業是提供人類生活的必需品，也是發揚文化特色的最佳方法。



General Education on Agricultural Production and Environmental Conservation

Shang-Shyng Yang

Department of Agricultural Chemistry and Global Change Center

Abstract

Agricultural production provides the need of human life, stabilizes the development of social economics, and supplies the raw materials of industry and commerce. Due to the rapid development of industry and commerce, high frequency of human activities, and improvement of life quality, the environmental quality and agricultural products are affected by the waste gas, polluted water, and solid waste from the domestic and industrial wastes. During the agricultural production, some waste materials will pollute the environment. However, some pollutants will absorb and degrade by the crops and improve the quality of environment. In order to understand the relationship between agricultural production and environmental conservation for the undergraduate students, this general education course includes the agricultural production, ecology conservation, an sustainable agriculture. Both of agricultural production and environmental conservation will achieve in the future.

