

農業生態學

何澆廉編著

山西人民出版社印行

農業生態學

何流禧編著

五洲出版社印行

版權所有
翻印必究

出版登記證局版台業字第〇九三九號
中華民國七十八年四月出版

農業生態學

特價：新台幣四百二十元

編者：何
著者：丁
發行人：五

何丁五
洲出版
社庶禧

台北經銷處：

文笙書局

地址：台北市重慶南路一段五十三號

郵政劃撥帳號：〇〇〇二五三八一七
電話：3319630·3711341·3512521

編輯的話

我國歷史悠久，「以農立國」大約起於公元前兩千餘年的夏代。其時夏代的文化，已經進入「銅器時代」，我們從夏禹的「治水」、「興農」、「朝萬國」、「定傳子」之局，建「貢賦之制」，劃「九州」，鑄「九鼎」，說明他從披荊斬棘的奮鬥工作，到完成建立一個泱泱大國，這是我們中華民族的歷史上真正以農業建國的開端；從那時起，我們有一個版圖，我們的祖先才免於猛獸洪水之患，安定的生活下來，才能建立一個全面的農業社會。

我國歷代政府的農業，大多採「重農抑商」政策，帝王后妃親自彭勸農民耕種，如「勸農詔」、「文帝議佐百姓詔」；一般士大夫知識分子，也以「耕讀傳家」、「半耕半讀」自許，如諸葛亮：「……臣本布衣，躬耕於南陽，苟全性命於亂世……」、陶淵明：「歸去來兮！田園將蕪胡不歸？既自以心爲形役……」；歷代的軍國大計，都是悠關於農業政策的「土地問題」、「田賦政策」、「兵農制度」、「移民實邊」等等都與農業有密切的關係；而農民在完糧納稅之外，其在社會的地位在工、商、兵之上，過著山高皇帝遠，帝王於我何有哉的逍遙生活，所以農業的進步，與日俱增，自不待言。因之我國農業的進步，比公元前兩千餘年的歐洲羅馬的農業，尚在萌芽時代，自不能同日而語了。

我國歷代農事活動的文字資料，早期的可見於殷墟卜辭。農學和農業文獻（這裡偏重果樹方面）在春秋戰國期間，特別是戰國，在私家講學、私人著述風行一時之際，出現「重農之聲」和「爲神農之言」的「農學家」一如許行等，其著作如《神農書》、《野老書》等，雖是一鱗半爪，而致散失；其後雖嬴秦暴政，而焚書坑儒，然「所不去者，醫藥、卜筮、種樹之書」，仍傳於後世。

在農業文獻中，現在保留下來，較完整的有以下各書，茲簡介如

次：

一、《呂氏春秋》中《上農》等四篇：

一般認為是秦相呂不韋的門下客，在呂氏的領導下，集體撰寫和編纂而成的。書成於秦王政八年（公元前二三九年）。第一篇《上農》是農業政策文字；其他三篇為「任地」、「辨土」、「審時」是談論農業科學技術。

二、《齊民要術》：

作者賈思勰——這部書的成書年代大約在六世紀三十至四十年代（公元五三三～五四四年）之間，研究我國古代農業，中外農業科學技術史工作者沒有不知道這一部農學巨著——《齊民要術》的。

《齊民要術》全書正文計分十卷，九十二篇，將近十二萬字。

其中卷四，計十四篇，專述果樹，內容以：圓籬、栽樹、種棗（諸法附出）、種桃奈、種李、種梅杏（杏李麩附出）、種梨、種栗、柰林檎、種柿、安石榴、種木瓜、種椒、種菜菔等十四篇。

本書內容豐富，資料多，記述詳細正確，在農業方面提供大量知識，有許多項目，比世界各國的記載要早三、四百年，甚至一千年，它的取材佈局，也為後世農業作者所借鑑。

三、《陳旉》農書：

收編在清代著名的《四庫全書》中，推算作者的出生是在宋熙寧九年（公元一〇七六年）全書只不過一萬多字，分上、中、下三卷。

此書寫成於南宋初（公元一一四九年）在它以前的一些農學名著，如《汜勝之書》、《四民月令》、《齊民要術》、《四時纂要》等相比，它顯然是「別開生面，體出新裁」，而全書在《四庫全書》的《總目提要》的評語是：「事實多而虛論少」。其中，有符合一定科學道理的技术原理、原則，有切實可行的具體技術措施，還有比較切合實際而周詳的土地利用「規劃」，讀起如嚼橄欖，越嚼越甘。

四、《農政全書》作者是傑出的近代科學先驅者徐光啓（公元一五六二～一六三三）：

《農政全書》是徐氏農業科學著述的一部，但也是他一生中最重要的的一部代表作。全書六十卷，七十多萬多字，所採文獻共 269 種，

計分為十二大部分，其中以第六部份——「樹藝」，第九部份——「種植」與果樹有關。

第六部份「樹藝」內：計列有「內穀部（上、下一穀名考暨二十種作物）、窠部（種瓜法暨十八種作物）、蔬部（二十八種作物）、果部（上、下一計三十九種果樹）」，共六卷。

第九部「種植」：計列有：「內種法、木部（二十八種樹木）、雜種（上、下一計二十二種植物）」，共四卷。

《農政全書》在作者幾十年之中，不斷地搜集資料，整理研究，除了注意歷史文獻資料之外，也重視調查訪問，生產實務和試驗研究工作，本書在我國，是一份極為珍貴的農學遺產；不僅對我國農業科學技術的發展作出了很多的貢獻，甚至對日本等東南亞國家也有很大影響。

五、其他如《甘薯疏》、《吉貝疏》（徐光啓）、《務本新書》（宋·作者不詳）、《王禎農書》（元·王禎）、《知本提綱》（楊岫）、《授時通考》（清·包世臣）、《農言著實》（清·楊秀沅）等，難以一一列舉。

所以我國在將近四千年的有文字可考的歷史，是世界上著名農業古國，對世界文明作了不少貢獻，歷代有關農業生產的書籍，大大小小數以千計，留下了相當豐富的農業遺產。

縱觀我國農業中的果樹，在夏、商、周三朝早已有栽種的文字記錄，歷經春秋、戰國、秦、漢時代，農業的著作，更如雨後春筍，司馬遷謂：「安邑千樹棗，淮北滎南河濟之間千樹梨，燕秦千樹栗，蜀漢江陵千樹橘，其人皆與千戶侯等。」關於果樹栽培的專著，如《橘錄》（宋·韓彥直）、《荔枝譜》（宋·蔡襄）、《本草綱目》中的柰（明·李時珍），唐、宋時代的果園，其大者有萬株以上的荔枝園，這一切的一切都可證明我國的農業歷史，比西方早兩千餘年，其果樹園藝當然也遙遙領先兩千餘年，直到清末民初近百年來，以國事蟻蟻，民不聊生，技術滯固不進，我們卻反瞪乎其後了。

本社有鑒於此，特編譯各種農業系列叢書，以為發展「精緻農業」的號召，有所助益；台灣雖處於低緯度的地區，但有完整緯度氣候

條件的高山，所以我們今日台灣，由於有寒帶、溫帶的高山、丘陵，也有熱帶、副熱帶的平原盆地，因此，苟能「地盡其利」發展農牧業，前途實未可限量。

今日台灣，地狹人稠，工商發達，因而生態環境與自然保護的問題，日趨嚴重，而農業生態也廣泛受到重視。《農業生態學》一書，據作者見告：「本立足台灣、胸懷大陸、放眼世界之旨而編寫。」內容豐富，全書共分十二章，凡六十節，由農業生態學的概念起，到對我國生態農業建設實踐止，均有詳細的論述，是理論與實際的結合，足為我們今後發展農業的指針，與其對台灣的生態環境與自然保護，也有強力的助益，是一本現代農業生態的好書。

本社同仁，對此專業性學術，所知有限，在編輯過程中，難免發生許多錯誤，敬祈有識者，不吝教正，是幸！

本社編輯室 謹識

前 言

農業生態學是當今發展較快的新興學科。它以農業生態系統為研究對象。在國內外，農業生態學已受到廣泛的重視。

本書是作者近年來在教學和科研實踐的基礎上編寫成的。第一章簡單敘述了農業生態學的產生和發展、農業生態學的學科特點和主要內容。第二章從系統和生態系統的概念出發，分析了農業生態系統的組份、結構和功能方面的主要特點，為以後各章從各個側面深入分析農業生態系統打下了基礎。

第三、四章從系統水平論述了農業生態系統能量流和物質流的基本規律、現狀、存在問題及改進措施。

第五、六、七章圍繞生態系統中生物這個核心，分別從個體、種群和群落水準闡明了生物與生物、生物與環境間的各種相互系及其在農業生產中的表現和應用。農業生態系統是人類從事農業活動的產物，它區別於自然生態系統的突出特點是受到人類的調節和控制，為人類的利益服務。

第八章全面分析了與農業生態系統輸入、輸出有關的，同時與人類社會關係密切的資源利用規律、資源轉化效率和系統運轉所產生的效益。

第九章深入地論述了農業生態系統的三個調控層次，其中包括自然信息網的調控作用，農業技術的直接調控及社會系統在間接調控中的作用。

第十章介紹了對農業生態系統進行科學調控的農業生態系統工程方式。

第十一、十二章運用農業生態學原理具體分析了世界各地和中國的各種農業生態系統，並對其結構和功能進行了綜合評價，其中著重闡述了生態農業的發展。

與此同時，為幫助讀者了解農業生態學的研究進展，還介紹了國內外新的科研成果，有關科學實驗技術和農業生態系統工程方法，以及多種數學模型和計算機程序。

本書既可作大學教材使用，也可供農業區劃、農業環保、農業經濟、農業地理和農業現代化研究工作者，或農業管理人員和農業科技工作者參考。

農業生態學涉及的學科多，知識面廣，綜合性強。由於我們的水準有限，經驗不足，許多可貴的資料獲得不易，難免有片面和錯漏之處，敬請讀者

批評指正。我們期望本書能起到拋磚引玉的作用，以利於促進本學科的發展。

。

目 錄

第一章 緒論	1
第一節 農業生態學的發生和發展.....	1
第二節 農業生態學的內容和特點.....	12
第三節 農業生態學的應用.....	14
第二章 農業生態系統的概念	19
第一節 系統的概念.....	19
一、系統 (system) 的定義.....	19
二、系統的基本性質.....	19
三、系統的基本研究途徑.....	21
第二節 生態系統的概念.....	21
一、生態系統的定義.....	22
二、生態系統的基本組分.....	22
三、生態系統區別於一般系統的特點.....	24
四、生態系統的主要類型.....	24
第三節 農業生態系統.....	26
一、農業生態系統的定義.....	26
二、農業生態系統的基本組分.....	27
三、農業生態系統的基本結構.....	28
四、農業生態系統的基本功能.....	30
五、農業生態系統區別於自然生態系統的特點.....	31
第三章 農業生態系統的能量流	34
第一節 基本熱力學定律及其在生態系統能量流中的應用.....	34
一、熱力學第一定律.....	34
二、熱力學第二定律.....	35
第二節 食物鏈和食物網.....	37
一、食物鏈 (food chain)	37
二、食物網 (food web)	40
第三節 能源、能流路徑和能效.....	41

一、能 源	41
二、生態系統中能流的主要路徑	44
三、能量轉化效率和生態金字塔	46
第四節 初級生產的能量轉化	49
一、初級生產水準上的能量平衡	49
二、生物圈主要生態系統的淨初級生產力	51
三、農業生產系統初級生產力的現狀和潛力	52
四、輔助能與農業生態系統的初級生產力	57
五、初級生產力的分析與估算	63
第五節 次級生產的能量轉化	70
一、次級生產水準上的能量平衡	70
二、次級生產在農業生態系統中的地位和作用	72
三、次級生產的能量轉化效率	75
四、提高次級生產力的途徑	78
第六節 生態系統的能流分析方法和能流模型的建立	83
一、農業生態系統能流分析方法	83
二、農業生態系統能流模型的規範化和能流模型舉例	87
第四章 農業生態系統的物質流	94
第一節 物質循環的基本概念和原理	95
一、物質不滅定律和質能守恒	95
二、生物地球化學循環	97
第二節 幾種重要物質的循環	101
一、碳循環	101
二、氮循環	103
三、水循環	106
四、磷循環	109
第三節 農業生態系統中的養分循環	111
一、農業生態系統中養分循環的一般模式	111
二、農業生態系統中養分循環的特點和輸入、輸出的數量 特徵	113
三、有機質與農田養分循環	117
四、我國目前農田土壤養分循環平衡狀況	120
五、保持農田生態系統養分循環平衡的途徑	126

第四節 農業生態系統物流模型的建立	130
第五節 物質循環中的環境問題	131
一、有毒物質在食物鏈上的濃集	131
二、環境污染的種類及其危害	133
第五章 生物與自然環境的關係	145
第一節 生態因子及其時空變化	145
一、自然環境的基本概念	145
二、生態因子的時空變化及其對生物分布的影響	146
第二節 生態因子對生物的綜合作用	154
一、生態因子作用的主次	155
二、生態因子交互作用效應	156
三、生態因子的直接作用和間接作用	157
四、生態因子綜合作用的階段性	158
第三節 限制因子原理	158
一、李比西最小因子定律	158
二、謝爾福德耐性定律 (law of tolerance)	159
三、生物對環境中主要生態因子的耐性範圍	160
四、生態系統的限制因子	166
第四節 生物對自然環境的生態適應	168
一、生態型 (eotype)	168
二、生活型 (lifeform)	169
三、生境和生態位	172
第五節 生物對自然環境的影響	175
一、森林的生態效應	176
二、淡水水域生物的生態效應	178
三、草原、草山生物的生態效應	179
四、農田生物的生態效應	179
第六章 種群生態原理及其在農業中的應用	184
第一節 生物種群的基本特徵	184
一、種群大小 (size) 和密度 (density)	184
二、出生率 (natality) 和死亡率 (mortality)	188
三、種群年齡和性比結構	189
四、生命表和存活曲綫	189

五、種群的內稟增長率	193
六、環境容納量	194
第二節 種群增長型	195
一、種群的指數式增長	195
二、種群的阻滯增長	197
三、崔—Lawson 種群模型	199
第三節 種群數量變動及其調節	200
一、種群波動 (osillations)	200
二、 r —對策和 k —對策生物	202
三、種群調節 (regulation)	204
第四節 種群的空間分布	206
一、種群內個體的空間分布型	206
二、群聚和阿利氏原則 (Allee's Principle)	209
三、隔離 (isolation) 和領域性 (territoriaticity)	210
第五節 生物種間相互作用	211
一、負相互作用	212
二、正相互作用	221
三、生物化學分泌物在種間關係上的作用	224
第六節 農業有害生物的綜合防治	226
一、有害生物的起源	226
二、有害生物的綜合防治	227
第七章 群落生態原理及其在農業中的應用	231
第一節 自然群落與農業生物群落的結構	231
一、群落的水準結構	231
二、群落的垂直結構	232
三、群落結構的時相	237
第二節 邊緣效應	239
第三節 群落的演替	240
一、自然群落演替	240
二、農業群落的人工演替	244
第四節 結構趨同或協同進化	249
一、結構趨同	249
二、協同進化	252

第五節 群落類型及其分布特點	254
一、自然群落的分類方法及主要群落類型	254
二、環境因子梯度中的群落類型分布	255
第八章 農業資源的合理利用及其效率和農業效益	266
第一節 農業資源的分類	266
第二節 非再生資源的利用	268
第三節 再生資源的利用保護和增值	272
一、再生資源的利用	272
二、公共資源的生物經濟平衡規律	273
三、再生資源的合理利用和最優持續收穫量	275
四、再生資源的增值	278
第四節 農業資源利用效率及收益遞減律	281
一、農業資源利用效率	281
二、收益遞減律	282
三、邊際效益分析	285
第五節 農業效益的概念	288
一、農業社會效益中的幾個問題	288
二、社會效益、經濟效益與生態效益間的關係	293
第九章 農業生態系統的調節與控制	297
第一節 農業生態系統的調控特點	297
一、農業生態系統的調控機制	297
二、農業生態系統調控機制的層次	299
三、社會系統對農業生態系統的調控途徑	300
第二節 農業生態系統的自然調控	301
一、自然調控的基本機制	301
二、自然生態系統的穩態調控機制	302
三、農業生態系統中的自然調控	308
第三節 農業技術對農業生態系統的調控	308
一、農業技術對系統的調控途徑	308
二、農業技術的選擇和體系化	311
三、農業技術在農民中的普及過程	313
第四節 資金和產品流通對農業生態系統的影響	315
一、資金流與能流、物流的關係	315

二、	「成本外攤」和「收益外泄」及其解決途徑	317
三、	杜能的農業區位理論	318
四、	農業自然區域的生產專業化與流通的關係	321
第十章	農業生態系統工程基礎	324
第一節	農業生產系統工程的基本步驟	324
第二節	農業生態系統的本底調查	325
第三節	評價與決策	327
一、	建立評價系統	327
二、	確定評價標準和評分計算方法	328
三、	綜合評價	328
第四節	建模與分析	331
第五節	結構動力學模型	334
第六節	矩陣模型	343
一、	穩定性分析	344
二、	可控性分析	346
三、	可觀察性分析	348
四、	系統平衡時組份的庫存量計算	349
五、	系統平衡時組份的庫存來源分解	349
六、	系統平衡時流量的來源分解	350
七、	滯留時間和循環分析	352
第七節	馬爾柯夫模型	357
第八節	綫性規劃模型	360
一、	綫性規劃的單純形解法	360
二、	綫性規劃應用的前題	365
三、	綫性規劃的標準形變換	366
四、	單純形法運算中可能遇到的特殊情況及其解決方法	368
第九節	優化方案的實施	369
十一章	農業發展與農業生態系統	374
第一節	自然環境與農業起源的關係	374
一、	多樣化環境對農業起源的促進	374
二、	單調環境對農業起源的限制	376
第二節	農業生態環境與古農業社會文明	377
一、	中國黃河流域	378

二、中 東	378
三、印 度	379
第三節 原始農業——刀耕火種農業	380
一、刀耕火種農業的概念	380
二、刀耕火種農業的特點	380
三、刀耕火種農業的主要問題和改進方式	381
第四節 工業化前農業——傳統固定農業	383
一、傳統固定農業概況	383
二、傳統農業的主要特點	384
三、傳統農業對地形的利用	386
四、傳統農業的效率	389
五、傳統農業的變化發展	392
第五節 工業化農業——機械化集約農業	396
一、機械化集約農業概況	396
二、機械化集約農業的主要特點	399
三、機械化集約農業的效率	400
四、機械化集約農業存在的問題及今後發展	403
第六節 各國關於新型農業的思索和嘗試	407
一、「第三次浪潮」論	407
二、自然農業 (natural farming)	407
三、生物動力學農業 (bio-dynamic agriculture)	408
四、有機農業 (organic agriculture) 或生物農業 (bioagriculture)	409
五、生態農業 (ecoagriculture)	411
六、菲律賓馬亞農場	411
第十二章 中國的生態農業	418
第一節 中國傳統農業的生態合理性	418
一、提倡保護和合理利用可再生自然資源	418
二、農林牧漁副綜合發展	419
三、因地因時因物制宜	419
四、充分用地，積極養地，地力常新狀	420
五、實行以生物技術爲主的精耕細作	420
六、以作物生產爲主，植物蛋白生產占重要地位	421

七、可更新能源特別是生物能源占重要地位·····	421
第二節 中國生態農業的構思·····	422
一、中國生態農業的興起·····	422
二、中國生態農業的構思·····	426
第三節 中國生態農業建設的實踐·····	431
一、生態農業技術·····	432
二、生態農業體系·····	441
三、發展趨勢·····	451

附錄

I. 能量折算參數·····	459
II. 營養物質折算參數·····	465
III. 畜禽飼料需求折算參數·····	473
IV. 水質標準及食品中放射性物質限制濃度·····	482
V. 計算機程序·····	485