

13.7331

农田生态学

〔日〕 小田桂三郎 田中市郎 合著
宇田川武俊 棟方研

科学出版社

农 田 生 态 学

〔日〕小田桂三郎 田中市郎 合著
宇田川武俊 棟方研

姜 恕 译

科 学 出 版 社

1 9 7 6

内 容 简 介

本书用生态系统的观点,以能量转化和物质循环为中心,运用“系统的解析”的数理模拟方法,对农田生态系统进行综合的、动态的研究,并试图建立新的“农田生态学”的方向。全书共分八章,其中第八章略去未译,主要包括:农田的能量转化与物质循环、农田生态系统的演替与适应、结构与功能、控制与“系统的工学”等。可供植物生态学、地植物学工作者、大专院校生物系、地理系、农学系的师生以及农、林、牧等有关工作人员参考。

小田桂三郎 田中市郎
宇田川武俊 棟方研
耕地の生態学

築地書館, 1972

农 田 生 态 学

〔日〕小田桂三郎 田中市郎 合著
宇田川武俊 棟方研
姜 恕 译

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

陕西省印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1976年3月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1976年3月第一次印刷 印张: 8 13/16

印数: 0001—8,450 字数: 199,000

统一书号: 13031·398

本社书号: 601·13—8

定 价: 0.90元

主 编 的 话

农业生态学这个术语用得较为广泛，而农田生态学则不大通用。就陆地生态系统而言，尤其是生物生产事业，可以分为林地 (woodland)、草地 (grassland) 和农田 (farmland or cropland)。根据这种立地分类，农田是有人类以来为维持其生活而进行的深刻的自然变革的场地，是农田生态系统；因之，作为一门学科，是理所当然的。回顾生态学的发展历程，首先得到发展的是与林地相联系的生态学，其次是与草地，最后才建立了与农田相联系的生态学。在这个意义上，本书是日本头一本具有确实内容、名副其实的著作。

国外有不少学者对这个方向持有同样的兴趣和关注。例如 Papadakis 在“农业生态学” (1938)、“农田生态学” (1954)、“世界农业地理学” (1960)、“世界气候的农业的可能性” (1970) 等著作中，探讨了农田的气候和土壤的生产能力与作物特性的关系，并且在“西非洲作物生态学调查”中，作了具体阐述。Philips 这位“非洲的农业与生态学”的作者，也指出了与此相似的方向。此外，以欧洲植物群落学为背景的 Knapp 所著“实验植物群落学” (1949)、Ellenberg 的“农业植物群落学” (1950—1954) 等均属此类著作。

农田生态学的方向虽然是早已有的，但本书更有所改进。作者们汲取了生态系统这样一个生态学的基本观点，并采用了最近发展的系统解析 (system analysis) 的方法，试图创建新的农田生态学的方向。

本书的几位作者是从事共同工作的老相识。他们组成了“农田生态学研究会”，以便于研究讨论和在撰写过程中互相配合，因此本书当然不是各章执笔者的拼凑。

农田生态学或者农业生态学现在还没发展定型，但本书必将成为建立该方向的重要基础，对于基本理论和应用两方面的研究人员和大学学生，亦将有较大的推动作用。本书最后的术语解说，虽仅限于本书所使用的范围，由于目前这样的术语辞典为数甚少，对于理解本书内容还是有帮助的。

沼田真

1971年11月16日

绪 言

人类开始从事农耕，据说是在旧石器时代末叶（公元前7000年前后），在100万年的人类历史长河中，应当说是较近期的事。

在森林、草原、海洋、河流、湖泊等天然生态系统中，自有“农田”——人类有意识地进行生产的场所——以来，“环境的控制”这样一个新的人为调节作用就反过来加在天然生态系统上，并终于形成了农田生态系统。

人类的智慧并不停滞在对栽培植物外界环境的控制，进一步通过对植物遗传性的控制，以达到更高的经济生产的目的。然而，这样一些人为控制在农田生态系统中所起的作用，即使在裁培育种技术有了显著进步的今天，仍然停留在部分控制的地步。关于控制的效果与影响，今后必须在农田生态系统的整体中，进行综合的研究和解析，否则想超越现状获得持续增产，将愈加困难。不仅如此，只有从天然生态系统与农田生态系统之间的生态学联系中，才能正确地掌握物质与能的循环、平衡的机制，才能为创造新的农业生产系统奠定基础。在工业畸形发展的结果广泛危及自然环境的今天，对于生物圈组成部分的农田生态系统，应当有新的认识，并要求它起相应的作用。

作者们从这一观点出发，分析了农田生态系统中农业生产“系统”的不同过程的意义，阐明了农田生态系统组成成分的相互关系，农田生态系统在天然生态系统中的位置与作用；还说明了此类研究中新方法的探索。总之，我们希望看

到农田生态系统在天然生态系统中获得相应的发展并找出一条持续高产的途径。

小田桂三郎

1971年11月

目 录

主编的话	(iii)
绪 言	(v)
第一章 引言	(1)
1. 农田生态学的意义与作用	(1)
2. 农田生态学的研究途径	(3)
第二章 什么是农田	(5)
1. 农业的起源与农田形态的发展	(5)
2. 农田的分布	(7)
3. 农田生态系统的组成	(13)
第三章 农田的能量转化与物质循环	(15)
1. 作物群落的能量平衡	(15)
2. 农田的物质循环	(24)
第四章 农田生态系统的演替和适应	(44)
1. 农田的演替	(44)
2. 农业生产形式的变迁及其生态意义	(52)
3. 适地适作	(66)
第五章 农田生态系统的结构与功能	(73)
1. 农田的热量平衡和水分平衡	(74)
2. 土壤环境	(85)
3. 生物环境	(89)
4. 作物种群的结构	(90)
5. 农田生态系统的环境结构	(104)
6. 作物种群的光合	(123)

7. 作物种群的生长	(136)
8. 农田生态系统的竞争	(142)
9. 农田生态系统的生产力	(151)
10. 农田生态系统的模拟	(156)
第六章 农田生态系统的控制	(174)
1. 农田生态系统控制的意义与方法	(174)
2. 农田生态系统的过程控制	(177)
3. 温室的温度环境条件的控制	(184)
第七章 农田生态系统的系统工学	(190)
1. 生态学与系统工学	(190)
2. 为生态系统的描述和分析而进行的数学准备	(203)
3. 计算机模拟	(223)
4. 若干生态模型的系统解析	(236)
5. “计算机生态学”道路上的危机	(249)
参考文献	(255)
附录: 术语解说	(265)
译后记	(274)

第一章 引言

1. 农田生态学的意义与作用

很久以来，从环境的角度，对农田生产对象的作物，进行过许多研究。但大多着眼于土壤、气候、杂草等个别环境条件对作物的影响，很少把农田当作由人类以至微生物构成的农田系统加以研究的。

农田生态系统与森林、草原、海洋、陆地水系等天然生态系统是并列的。但是农田生态系统这一术语，能在应用生态学中得到一个明确的位置，却是最近的事情（沼田、内田编：应用生态学〔上〕1965）。譬如，由Luzzatti (1920)、Bensin (1928)等所倡导、经Azzi (1956, 野口译, 1958)、盛永(1951)等介绍的农业生态学，Weaver(1922)、Klages (1942)等倡导、由野口(1957)、沼田(1965)等介绍的作物生态学，其内容都侧重于作物、环境、栽培等因素之间的联系，就这一点来讲，和农田生态学是相似的。但从本书所持立场来讲，农田生态系统是生物圈中的生态系统之一，和森林、草原、海洋、陆地水系等生态系统是相同水平的研究对象。因此生态学的研究方法手段，原则上对它都是适用的。反过来说即农田生态学探索出的规律和方法原则上也可以运用于其他生态学方面。由此可知，同以环境学*、群落学、作物生态地理学为主要内容的农业生态学或作物生态学

* 意指自然环境条件的研究。——译者

相比，农田生态学的特点在于能在更较综合和动态的生态系统中进行研究。

另一方面，从系统的整体平衡来讲，如绪言所说，现在的农业技术水平对农田生态系统所能控制的程度，还是远远不够的。例如，常常可以看到：抑制了某类杂草的发生，结果可能导致另一类杂草的蔓延；遗传控制本来是为了增加作物干物质产量，但结果有时反而助长扩大了有害的生物环境；或者，过度的深耕反而引起农田生产力的下降等等。综上所述，可知农田生态学的作用在于通过农田生态系统的解析，探索同时能够阐明其他生态系统的规律和方法，亦即从农田生态系统组成的条件过程的解析和系统的动态、综合研究这样两方面出发，在农田生态系统及其与周围其他生态系

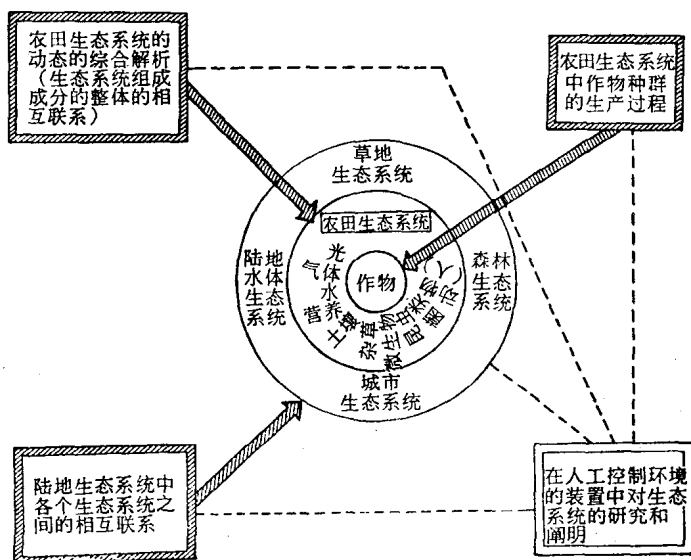


图1 农田生态学的研究范围

统的联系中，探索调整提高生产力的途径，并用以指导具体的生产技术。

2. 农田生态学的研究途径

农田生态学的研究途径有下列三个方面：

(1) 农田生态系统中作物种群的生产过程

(2) 农田生态系的动态、综合解析（全部组成成分的相互联系）

(3) 农田生态系统与其周围其他生态系统的相互关系

农田生态系统的研究内容极为广泛，包括从个体水平以至生态系统之间水平的研究内容。和其他生态系统一样，在

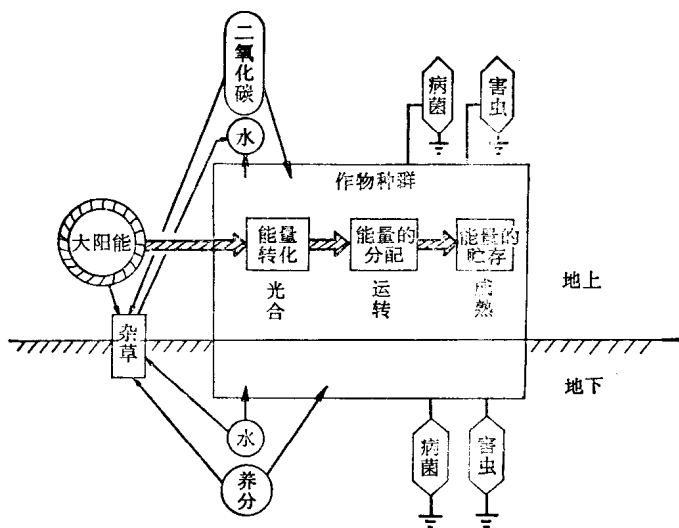


图2 农田生态系统中以作物种群为中心的能量转化与各组成成分的关系

农田生态系统领域中，基本的过程依然是生态系统的能量转化和物质循环，而构成其核心的则是生物。细节将在第三章述及，这里仅举一例，用模式图表示农田生态系统中，以作物种群为中心的能量转化（图2），亦即投射在农田上的太阳能在生态系统不同组成成分影响下，通过作物种群所进行的交换、固定、分配和贮藏。因此，随着这些因素和过程的阐明，再弄清整个生态系统的演替和适应过程，解析其结构、功能和动态，同时利用系统工学的手段，解析整个生态系统，才有可能洞察农田生态学的全貌。

（小田桂三郎）

第二章 什么是农田

1. 农业的起源与农田形态的发展

据说最古老的人类 (*Australopithecus*类) 发生在第一冰期 (公元前约100万年), 经过第四冰期 (公元前约25,000年), 直到旧石器时代末叶 (公元前约7,000年) 才进化为现在的人类 (*Homo sapiens*), 其间约为100万年。在此期间内, 人类靠狩猎和采集营生, 其后进入畜牧和农耕时代。由于地区不同, 狩猎、畜牧、农耕的时代划分未必都十分清楚, 甚至还有一直没有划分的。但不论如何, 农耕总是给人类带来了定居和部落化的倾向, 同时也促进了农业生产技术和社会经济文化的迅速发展。

农作技术的开端, 据说是从埋在土中的穀类发芽、生长得到启发的。最古老的农具是掘土用的棍棒和石锹, 这也说明最初的农作技术确是从掘翻土地开始的 (Peake, 1928, 熊代, 1970)。耕翻土地这一人为控制手段一开始使用于森林、草原、河滩地等天然生态系统, 结果在定居的人家周围产生了农田。烧垦地, 是成块农田的最原始形态, 亦即刀耕火种, 种后不加任何管理直到收获, 经数年地力消耗, 遂丢荒转移他处, 再进行刀耕火种的掠夺式农业。在日本, 绳文时代 (约为公元前200年) 刚刚有水田农业时, 已经有了刀耕火种的农业 (小野, 1942, 三桥, 1968)。

烧垦地 (burnt field) 生态系统的地面上, 有草木灰, 是丰富的无机肥料来源。此外, 火可以烧死有害的病菌、昆

虫、微生物和杂草，在一个短时期内是有利的。农田丢荒后，通过休闲，地力得到自然恢复。因此，有些热带原始农业，直到现在仍沿着这样的农作制度（世界的粮食问题，1967）。

其后，随着土地所有制度的发展和变化，为了维持地力，采取了休闲地的方式；为了提高地力和土地利用率，施行了轮作（图3略去）。农田被分为若干地块，有了休闲、春播谷类作物和冬播谷类作物的配置，同时由于犁耕技术的发达，休闲地也并非放置不管，而是借翻土犁耕来除草并改良土壤的通气条件，为了恢复地力采取了积极的对策。更由于轮作技术的进步，谷类以外的作物种类有所增加，农田生态系统便日益复杂（Grass, 1925; Orwin, 1949）。

另一方面，与上述以高地为中心的农田发展相对应，在低地也发展了农田。有的民族定居在湖滨、河岸和河口地带，经过采食鱼贝、颖果、浆果的阶段之后，学会了农耕。如在底格里斯、幼发拉底斯、尼罗河等大河流发展起来的古代东方文化、发源于黄河流域的汉族文化等，都是以农业文化为基础的。在日本，标志水田农业起源的弥生式文化（公元前2世纪至公元后3世纪），也是在地势较低的冲积地带发展起来的。

但是从农田的历史发展过程来看，据考证，农田的发展是从高地移向低地的（古岛1947，马渊1968）。低地农业又叫做氾滥农业（flood farming），一方面有河流运来的大量沉淀物，形成了肥沃的农田土壤，另一方面对河水泛滥的控制技术，随着政治、社会体制的发展不断获得发展。因此，低地农业的农田生态系统，通过治水灌溉措施，以水的控制为中心，维持着整个系统的生态平衡（森本1941，马渊1968）。

2. 农田的分布

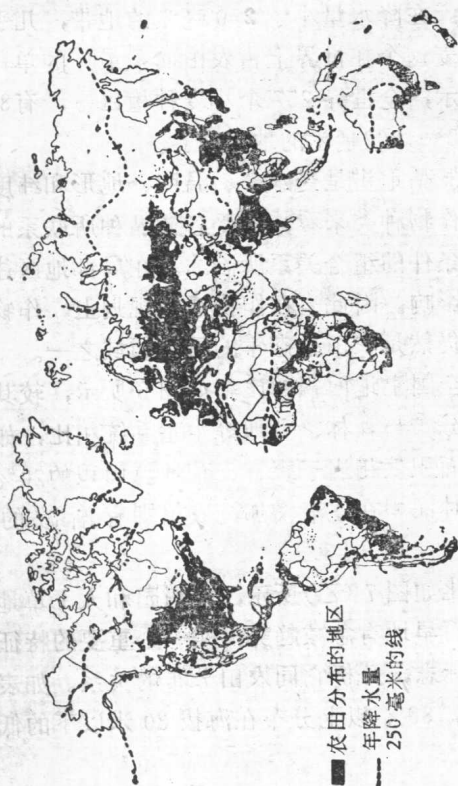
图 4 表示世界农田的分布现状。如前节所述，水分是农田能否存在的限制因素之一，因此以陆地的降水分布和图 4 相对照，可以看出：在降水量小于 250 毫米的地带，几乎没有农田分布。就小麦这个在世界上占农田面积最广的单一作物来看，如图 5 所示，全世界 257 个小麦种植区中，有 83% 是位于年降水量 500—1000 毫米的地带内。

农田的分布，概括地讲是受水分、温度、地形和纬度等的制约。如就主要作物种类来看，则受各该品种所联系的特定环境条件或某些条件的组合关系所制约。在局部地区往往又受病菌或害虫的影响。因此，在作物适地规划上，作物生态地理学的研究，仍然是农田生态学的重要领域之一。

日本农田所占全国土地面积的比率如图 6 所示，较其他国家为低。农田的分布与森林、荒地等生态系统相比，如图 7 (甲) 所示，农田面积仅相当于森林、荒地总面积的 20% 稍多一点。近年来森林面积在逐渐增加，农田则有渐减的趋势。

农田以内的变化如图 7 (乙) 所示，果树园和人工草地近年来正逐渐增加，而旱地有急减趋势，是一个重要的特征。

下面以海拔为标志，分析它同农田分布的关系。如表 1 所示，日本的农田，89% 以上分布在海拔 30 米以下的低地上。



■ 农田分布的地区
 --- 年降水量
 250 毫米的线

图4 世界农田分布与降水量的关系 (Guidry, N.P. 1964)
 (加用信文译: 世界农业图说, 1964) 等降水量线系作者根据该书添绘的