

态

学

名

著

译

丛

Agrarökologie

农业生态学

[德] Konrad Martin Joachim Sauerborn 著

马世铭 封克 译

严峰 校



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

生态学名著译丛

AGRARÖKOLOGIE

农业生态学

Nongye Shengtaixue

[德] Konrad Martin Joachim Sauerborn 著

马世铭 封 克 译

严 峰 校



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

图字：01-2009-0284 号

© 2006 by Eugen Ulmer KG, Stuttgart, Germany.

图书在版编目 (CIP) 数据

农业生态学 / (德) 马丁, (德) 绍尔博恩著; 马世铭, 封克译. —北京: 高等教育出版社, 2011.6

ISBN 978-7-04-031789-3

I. ①农… II. ①马… ②绍… ③马… ④封… III. ①农业生态学 IV. ①S181

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 071194 号

策划编辑 陈正雄	责任编辑 陈正雄	封面设计 张 楠	版式设计 余 杨
插图绘制 尹 莉	责任校对 杨凤玲	责任印制 韩 刚	

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 高等教育出版社印刷厂
开 本 787 × 1092 1/16
印 张 15.5
字 数 290 000
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2011 年 6 月第 1 版
印 次 2011 年 6 月第 1 次印刷
定 价 39.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 31789-00

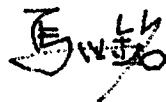
译者序

本书以作物为中心，阐释农业种植系统的结构和过程，从总体上探讨各种因素在农业生态系统中的相互作用、人类的农业活动及其与自然环境相互影响之间的生态联系。本书作为农学、生物、地理及园艺学等专业初学者的入门教材或教辅参考书，具有通俗易懂、图文并茂的特点；在论述普通生态学原理的基础上，围绕农业生产过程，对农业生态系统的结构与功能、作物与其环境间的关系以及农业的产生、农田生产系统的形式及其经营等方面内容进行了精辟的论述；在作物与其环境间的关系，特别是作物与病虫害的关系以及病虫害防治方面，内容极为翔实，不失为本书的特色之一；此外，本书立足中欧，从全球视角探讨了地球的气候及气候带、地球的自然和农业系统、世界营养问题以及气候变化对农业的影响，充分反映了学科前沿。我们愿在此推荐本书。

本书由中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所研究员马世铭（第4章除外的全部章节）、扬州大学环境科学与工程学院教授封克（第4章）翻译，由德国尤斯图斯-李比希-吉森大学农学与生态安全部高级讲师严峰博士审校。

在本书的翻译、编辑和出版过程中，得到有关部门和许多人士的关注和帮助。在此我们感谢程艳女士大量和细致的书稿扫描与校对（马姗姗同学参与部分书稿扫描稿的校对），使得翻译工作得以开始；感谢本书作者康拉德·马丁（Konrad Martin）和约阿希姆·绍尔博恩（Joachim Sauerborn）先生提供本书插图的电子版，使得我们的翻译工作得以顺利进行；感谢刘春芳女士对书稿的润色与精心编排。感谢“十一五”国家科技支撑计划“农田循环高效生产模式关键技术研究集成示范”项目“农田有害物质循环阻控与消减关键技术研究”课题（2007BAD89B03）为本书出版提供的部分资助。最后，我们衷心感谢高等教育出版社对本书原著及其中译本的兴趣，并对李冰祥女士的专业精神表示敬意。

限于译者的德语和业务水平，不当和错误之处在所难免，敬请有关专家和读者批评指正。



2011年元月于北京

前 言

人类在大约 1 万年前开始从事种植，由此，从根本上改变了地球不同植被带的部分自然景观。从此时起，开垦的生产面积不仅由种植的作物所占有，其中也生活有某些野生植物、动物和微生物。它们共同构成农业生态系统，其结构和功能一方面受到人类的控制和影响，另一方面受到有关自然因素的综合作用。

本书探讨农业生态系统的模式和过程，此外，力求从总体上阐明农业生态系统中各种因素的相互作用、人类的农业活动及其与自然环境相互影响之间的生态联系。在这个范畴内，不仅着眼于研究中欧的情况，而且也研究其他地区 and 气候带的农业生态系统。在全书内容中，全球视野处于中心地位，农业和世界气候发展过程也依照不同的时间尺度加以阐明。

归根到底，本书的目的是在作为基础科学的普通生态学和以应用与生产为主的农业学科（如种植业、植物栽培和植物保护）之间建立一种联系。其出发点涉及自然和农业系统中所有物种及与其有关的生物和非生物因子的相互作用。与此同时，不仅考察单一因素，而且也考察多种因素对不同系统组分的直接和间接的影响。在生态学基础上阐明通过控制农业生态系统来达到植物产量安全与增长的可能途径。这包括施肥、灌溉、土壤耕作、种植种类和品种的选择以及病虫害的防治等经营措施。这种干预也影响环境。它们不仅作用于自然生活空间、物种群落和全球气候，而且也以不同方式，影响持续增长的世界人口的生活条件。

本书以交叉专业的题目，首先供农学、生物学、农业生物学和地理学的初学者和进修生之用，但也为地理和景观生态学、自然与景观保护学、园林规划学和园艺学专业介绍背景知识。职业和职业技术学校以及高中教师也可从中获得授课所需引用的丰富信息。

本书中所附插图，凡未加其他注脚的，均由 Rolito Dumalag 女士（菲律宾）制作。特别感谢 Anne Auffarth 女士在全部图表制作中的高超的技艺、工作热情以及大量时间的付出。

我们感谢 Reinhold Jahn 教授（博士）、Ludger Herrmann 博士、Michael Ahlheim 教授（博士）、Michael Sommer 教授（博士）和 Reinhard Boecker 教授（博士）对手稿有益的提示或修改。感谢 Jan Grenz 博士和 Elke Fischer 博士对整部手稿的认真审阅、某些内容的建议以及文字润色。我们衷心地感谢 Eugen Ulmer 出版社，尤其是出版编辑 Werner Baumeister 先生良好的合作。

康拉德·马丁 约阿希姆·绍尔博恩

2006 年元月于德国霍恩海姆

目 录

前言

第 1 章 引言	1
1.1 基本概念与内容梗概	1
1.1.1 生态系统	2
1.1.2 农业生态系统	3
第 2 章 农业的起源与发展	5
2.1 最早的人类	5
2.2 农业的起源	6
2.2.1 从野生植物到作物	7
2.2.2 农业起源中心	9
2.2.3 农业和作物的扩展	12
2.3 农业的进步与效果	14
2.3.1 技术发展与机械化	14
2.3.2 人工灌溉	15
2.3.3 肥料与植物保护剂 (农药)	16
2.3.4 植物育种	17
2.3.5 集约化农业的效果	18
2.4 农业生态系统的划分	19
2.4.1 转换系统	21
2.4.1.1 农林农作制	21
2.4.1.2 农田灌木农作制	22
2.4.1.3 农田草地农作制	22
2.4.2 持久系统	22
2.4.2.1 永久种植	23
2.4.2.2 多年生作物	25
第 3 章 生态系统的模式与过程	28
3.1 生物的相互作用	28
3.1.1 营养关系	28
3.1.1.1 自养生物	28
3.1.1.2 异养生物	28

3.1.1.3 营养级与食物网	30
3.1.2 竞争	31
3.1.3 互惠共生 (互利共生)	32
3.2 生物群落	33
3.3 生物多样性	36
3.3.1 自然系统的物种多样性	36
3.3.2 农业生态系统的物种多样性	38
3.4 演替	40
3.5 能量流与物质流	42
3.5.1 通过食物网的能量流	42
3.5.2 通过水和风的物质运输	44
3.5.3 农业生态系统的能量流与物质流	45
3.6 全球物质循环	45
3.6.1 水 (H_2O)	46
3.6.2 碳 (C)	48
3.6.2.1 人类对 CO_2 收支平衡的影响	49
3.6.3 氧 (O)	51
3.6.4 氮 (N)	52
3.6.4.1 氮循环过程	53
3.6.4.2 人类对氮循环的影响	57
3.6.5 磷 (P)	58
第 4 章 作物及其环境	61
4.1 辐射与能量	61
4.1.1 光合作用	61
4.1.1.1 碳三 (C_3) 植物	63
4.1.1.2 碳四 (C_4) 植物	63
4.1.1.3 景天酸代谢 (CAM) 植物	64
4.1.1.4 农业生态系统中的辐射	64
4.1.2 热能	66
4.1.2.1 温度与栽培地点	67
4.1.2.2 温度对作物生长发育的影响	68
4.2 水	69
4.2.1 土壤水分平衡	70
4.2.1.1 渗透	70
4.2.1.2 蒸发	70
4.2.2 灌溉	71

4.3	土壤	73
4.3.1	土壤发育与土壤特性	74
4.3.2	土壤识别与分类	76
4.3.3	植物养分	78
4.3.3.1	养分的有效性	79
4.3.4	土壤反应 (pH)	81
4.3.5	土壤生物	81
4.3.5.1	土壤生物群落的构成与功能	82
4.3.5.2	影响土壤生物群落的因素	83
4.3.5.3	腐殖质在农业生态系统中的意义	86
4.3.6	土壤侵蚀	87
4.4	农田伴生植物区系	88
4.4.1	农作物与杂草间的竞争	89
4.4.1.1	对光的竞争	89
4.4.1.2	对养分的竞争	90
4.4.1.3	对水的竞争	90
4.4.1.4	综合竞争作用	91
4.4.1.5	特殊竞争状况	91
4.4.2	他感作用	93
4.4.3	寄生性开花植物	94
4.5	植食动物	95
4.5.1	植食动物的营养类群	96
4.5.1.1	营养器官的外食性消费者	96
4.5.1.2	营养器官的内食性消费者	97
4.5.1.3	花、种子和果实的消费者	99
4.5.2	植食动物的寄主植物范围	100
4.5.3	害虫及其对产量的影响	102
4.5.3.1	植物的补偿能力	103
4.5.3.2	资源供给与害虫危害	104
4.5.4	植物对植食动物的抵抗	105
4.5.4.1	形态学特征	106
4.5.4.2	植物次生代谢产物	108
4.5.4.3	诱导防御	113
4.5.4.4	植物防御的效果	116
4.6	植物病原体	118
4.6.1	病毒	118

4.6.2 细菌	119
4.6.3 真菌	120
4.6.4 植物对病原体的抵抗	121
4.6.4.1 基础抗性机制	122
4.6.4.2 诱导抗性机制	122
第5章 不受欢迎生物的防治	126
5.1 杂草防治	126
5.1.1 除草剂	126
5.1.2 除草剂抗性作物	127
5.1.3 栽培措施	128
5.1.4 杂草防除的其他方法	129
5.2 害虫防治	129
5.2.1 害虫的化学防治	130
5.2.1.1 合成杀虫剂	130
5.2.1.2 自然杀虫剂	131
5.2.1.3 外激素	132
5.2.1.4 不期望的杀虫剂效果	132
5.2.2 害虫抗性作物	134
5.2.2.1 转基因害虫抗性作物	135
5.2.3 害虫防治的栽培措施	136
5.2.3.1 轮作	136
5.2.3.2 播期	137
5.2.3.3 群体密度	137
5.2.3.4 土壤耕作	139
5.2.4 害虫的生物防治	139
5.2.4.1 天敌的主要类群	139
5.2.4.2 天敌与害虫的关系	144
5.2.4.3 天敌与作物的关系	151
5.2.4.4 天敌种类间的关系	155
5.2.4.5 保守型的害虫生物防治	157
5.2.4.6 大量释放式害虫生物防治	162
5.2.4.7 经典的害虫生物防治	163
5.2.4.8 采用植物的害虫生物防治	165
5.3 病原体的防治	166
5.3.1 病毒	166
5.3.2 细菌	166

5.3.3 真菌	167
第6章 气候带与土地利用	169
6.1 全球大气环流	169
6.1.1 气候	171
6.2 气候带	172
6.2.1 热带	174
6.2.1.1 终年湿润热带	175
6.2.1.2 干湿交替热带	181
6.2.2 亚热带	185
6.2.2.1 干旱亚热带	185
6.2.2.2 冬季湿润亚热带	186
6.2.2.3 终年湿润亚热带	190
6.2.3 温带	191
6.2.3.1 湿润温带	191
6.2.3.2 干旱温带	195
6.2.4 北方气候带	196
6.2.5 亚极地与极地气候带	197
第7章 全球变化的农业生态学问题	199
7.1 全球变化	199
7.1.1 世界人口的增长	199
7.1.2 农业生产的发展	201
7.1.2.1 扩大种植面积	201
7.1.2.2 集约化种植	203
7.1.2.3 未来的潜力	204
7.1.3 气候变化	205
7.1.3.1 气候变化的原因	206
7.1.3.2 21世纪的气候预估	209
7.1.4 展望	214
参考文献	216
索引	226

第 1 章

引 言

1.1 基本概念与内容梗概

农业生态学的概念由三个词干组成，即来源于拉丁语的 agrarius（指田地）；希腊语的 oikos，其意为住所或家政；以及同样来源于希腊语的 logos（学科）。根据海克尔（Haeckel）1866 年的定义，生态学是研究生物在其无生命的和有生命的环境中生存条件的学科或科学。据此，农业生态学可以定义为：研究人类为某些作物的生产所塑造的环境中生物生存条件的科学。

生物是指作物和野生植物、动物以及微生物各种物种的个体或种群（专栏 1.1）。作物源自于野生植物种类，并由人类通过对某些性状有意或无意的筛选而形成（第 2.2.1 节）。

专栏 1.1 物种与种群

如果由一些个体组成的类群能够产生具有繁殖能力的后代，这些类群就是同一生物物种的成员并构成一个遗传单位。

这个概念对于源自于野生物种的栽培形态的植物（品种）和动物（种）同样适用，即使其外部的表型彼此极为不同，并且在许多情况下，人们从外形上已不可能想象到它们有共同的物种归属和起源，这一概念通常也是适用的。只有当不同的个体不再形成繁殖群体时，即产生相互间繁殖上的隔离，就是不同的物种。一个繁殖群体被称之为种群，由某一地理区域或生活空间的物种个体所组成。

环境由作用于生物因素的总和组成。无生命环境的各种物理的和化学的影响属于非生物因素。在陆地^①生活空间中，非生物因素主要包括土壤特性、某些地理因素（如地貌和海拔高度）以及气候的影响。气候影响主要指辐射能因素（热和光）以及降水条件或水分供给。

^① 陆地的（terrestrisch，源自拉丁语 terra，意为地球、土地）：属于土地的。

生物因素的作用源于生物，并能够对同一物种的其他个体（种内的）、另一物种的个体（种间的）或非生物环境（如对某种土壤特性）产生影响。从一个物种的角度来说，生物环境在根本上由与该物种存在各种联系的其他物种所组成，这包括食物关系、竞争和互惠共生（第3.1节）。

某些环境因素被称之为资源。资源是指被个体或物种所利用、生命所必需的环境组分。它们可能是生物属性的或非生物属性的，并因单个物种相应的需求而不同。原则上，对所有物种具有意义的资源可以分为三类：营养、能量以及某种空间结构。

对于植物而言，重要的资源是光（能量来源）、 CO_2 、矿物养分，而且对具有根系的植物物种来说，需要一种合适的土壤结构以便固定和支撑。动物或是从活的生物或是从生物死亡残体的有机化合物获得营养和能量。某些细菌利用化合物（如 H_2S 或 CH_4 ）作为能源。此外，大多数生物需要氧气用于呼吸。空间资源对于动物而言，可以提供保护或隐藏的地点以及保障后代安全的合适场所（如产卵场所）。

一个物种的生态位包括各种非生物和生物因素的所有范围，物种或种群生活在此范围中，通过繁殖而得以生存，并且能够在单位面积或单位空间达到一定的个体密度（丰度）。

一般来讲，生物获得的营养直接来自它们生活和繁殖的自然环境，但也有少数引人注意的例外。其中例子之一是产于热带美洲的切叶蚁（美洲切叶蚁属和顶端切叶蚁属的种类，*Atta* 和 *Acromyrmex*），它们以口器切割植物的叶片并搬运到地下巢穴中，在蚁巢里，大批叶片被工蚁嚼烂成糊状并作为培养基用于培植真菌，以供切叶蚁群体作为食粮。人类也能通过有目的地种植某些植物种类来生产自身需要的食物。人类利用这种可能性并非在距今 15 万年来的整个时期，而是在约 1 万年前，当出现所谓的现代人（*Homo sapiens sapiens*）时期才开始的。农业生态学重要的特性也涉及人类生态学。在这方面，不仅涉及为什么会出现这种食物资源利用上的转变问题（第2章），而且也涉及由日益增长的世界人口所共同决定的未来的发展。它不仅关系到人类的食物供给，也关系到全球环境的变化（第7章）。

1.1.1 生态系统

生物与环境中各种起作用的非生物和生物因素的关系结构被称之为生态系统。生态系统是结构和功能单位，它一方面具有空间联系，另一方面存在物质、能量和生物的交流，由此而相互制约。这个特性也适用于农业生态系统，但它有别于自然生态系统，是由人类塑造并由人类通过对其生物群体与其功能的有规律的干预而控制的。

不仅对于自然生态系统、而且也对于农业生态系统，标志性的、最重要的

模式和过程包括物种、物种多样性、物种群落时间上的变化以及物质和能量流动之间的关系（第3章）。

生态系统空间和功能的界限并没有客观的标准。然而，根据非生物和生物特征，可以确定某种结构组成部分，可以根据各种尺度水平来描述模式并分析过程。例如，可以根据气候将地表分为在很大程度上与某些植被和土壤类型一致的各种生态区（第6章）。

在气候区或植被区之内，可以定义各种景观、部分景观和景观成分，直至单个群落生境或生境（专栏1.2）。划分的标准例如为相应的温度与降水条件、地理与水文状况、地貌、海拔高度以及由这些因素所影响的植物和动物群落。与此相对应，也可以观察各种尺度上的能量与物质流动，从全球物质循环（第3.6节）直至在土壤中小空间的转移（第4.3节）。

专栏 1.2 群落生境与生境

群落生境最初是指以非生物因素为标志的一个生物群落的生活空间（生物群落；第3.2节），群落生境与生物群落共同构成生态系统。在其延伸的和今天大多数使用的形式中，这个概念的使用在很大程度上不再依据非生物和生物特征的分开。一般来说，它是指在一个景观（如小水塘、干旱物种、农田、阔叶树林）内的某种结构。

生境的概念原先是指某一定物种的生活空间的特征。现在，生境也同样用于物种群落，与群落生境一样是指非生物和生物的特征。

总而言之，群落生境、生境和生态系统并非按等级划分而排列的，并且是相互间可分的结构，而且通过准确的标志（如根据植被）作为空间单位才可以划分。

1.1.2 农业生态系统

农业生态系统是在农田上利用作物生产的生态系统。它是以有规律的、主要包括播种、收获和土壤耕作的经营措施为标志。因此，农业生态系统有别于同样由人类建立和利用的其他系统，如永久绿地（草地和牧场）及森林。

各种农业生态系统的划分将在第2.4节论述。在各种系统中生产的作物可以根据其用途分为：

- 作为人类食物的食用植物，包括谷物、块根和块茎作物、荚果类作物（籽粒用豆科作物）、油料作物、叶菜和果树。
- 嗜好品、药用和香料作物。例如咖啡（几种 *Coffea* 类）、茶（*Camellia sinensis*）、母菊（洋甘菊，*Matricaria recutita*）、薰衣草（*Lavandula angustifolia*）和胡椒（*Piper nigrum*）。

- 用于饲养家畜的大田饲料作物。一部分大田种植生产的饲料作物与用于人类的食用作物（如谷物类）是相同的，但狭义的饲料作物主要指饲用豆科作物，首先为苜蓿（*Medicago sativa*）和三叶草（车轴草类，*Trifolium*）。三叶草时常与大田饲草如黑麦草（黑麦草属种类，*Lolium*）和草原看麦娘（*Alopecurus pratensis*）一起种植。一般情况下，种植大田饲料作物在一个轮作（第 2.4.2 节）期中以 1~3 年的利用期来进行。
- 用于生产纤维或动力燃料的原料作物。纤维植物如棉花（陆地棉类，*Gossypium*）、大麻（*Cannabis sativa*）和蕉麻（*Musa textilis*）。主要利用油菜籽油（生物柴油）和酒精（乙醇）作为动力燃料。用于动力燃料的酒精可用各种作物来生产，如甘蔗（*Saccharum officinarum*）。

许多作物种类能够被用于不同的目的，这就是说，它们可以不仅属于一个，而是属于多个上述的类别。

农业生态系统的描述与分析的一个着眼点是以作物为中心。从作物的角度而论，农业生态系统就是以直接或间接的方式影响作物生长、发育和生理过程的环境（图 1.1）。每种生境是以某些影响作物生长的自然条件为特征（第 4 章）。这些条件能够部分地被农民改变，使得所种植的作物获得尽可能有利的生存环境，其相应的措施如施肥和灌溉，以及防治那些对作物有负面影响的或引起产量损失的生物（第 5 章）。

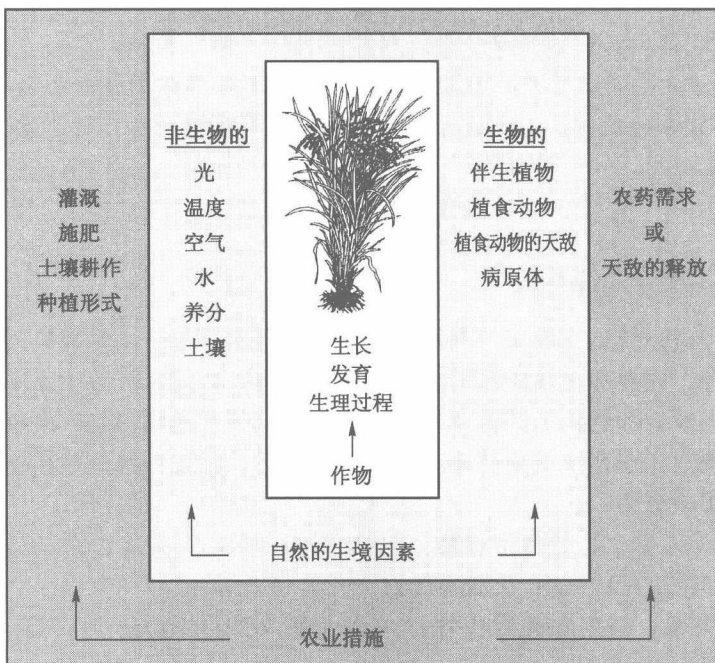


图 1.1 作为作物环境的农业生态系统

第 2 章

农业的起源与发展

2.1 最早的人类

人类的发源地是非洲的热带稀树草原地区。所有今天生活的现代人（即智人，*Homo sapiens sapiens*）的代表源自 15 万年至 20 万年前在那里生活的一个种群。就像此前智人的另外两个代表——直立人（*H. erectus*）和尼安德特人（*H. neanderthalensis*）一样，现代人在 5 万至 7 万年前也离开他们的起源地往其他大陆迁徙。关于智人为什么在他们的起源地生活了 10 万年后才迁徙的原因，现今只能推测。迁徙可能与气候变化有关，因为气候会影响人类赖以生存的自然资源和生存的条件。对于在非洲生活的早期智人的营养方式现在知之甚少。尽管他们那时已捕食野生动物，但由于处在与大型猫科动物和其他捕食性动物竞争的地位，为此，他们不仅必须保护自己的猎物，而且还得自卫。由于当时武器原始，要想猎取大型动物如羚羊、水牛或大象等为食物，这对于早期现代人可能性不大。可以推测，他们那时的食谱较广，包括植物产品（根、种子和果实）、小型动物（如小型哺乳动物、小型爬行动物和昆虫）、野生蜂蜜、鸟蛋以及大型爬行动物等。借助自己手工制作的、可投入使用的石器（图 2.1），也许他们也食用大型动物尸体的残余物如骨髓。不仅动物肉还有许多植物类在生冷粗糙状态下难以被作为食物而利用，甚至是有毒的；人类借助火就能够享用它们。

根据今天的认知，第一批非洲智人离开家园，经过近东，并于至少于 4 万年前已经到达澳大利亚（图 2.2）。因为在亚洲和澳大利亚之间从未有过陆桥，当时的迁徙只能借助船或筏子。大约 3.5 万年前，第一批智人到达了当时还有尼安德特人（*H. neanderthalensis*）居住的欧洲。第一批欧洲现代人被称作克鲁麦农人（Cro-Magnon，以其第一个在法国发现的地点命名）。在至少 1.4 万年前，美洲有了由越过白令海峡的亚洲人定居。在冰期的欧洲和美洲（大致到 1.1 万年前），人类主要以狩猎为生。

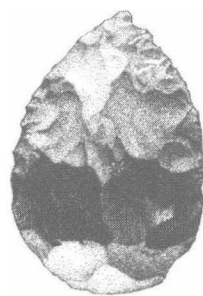


图 2.1 旧石器时代的燧石制石斧

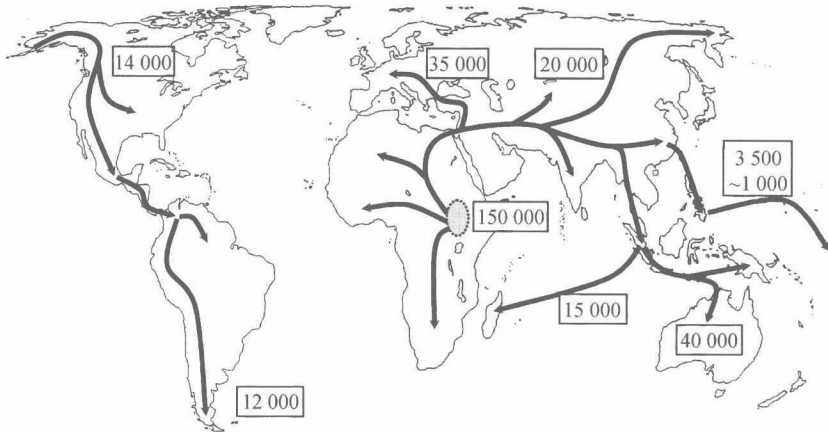


图 2.2 现代人随时间在全球的扩展（距今年代）

随着管用的武器（图 2.3）以及其他狩猎技术的发展，才有可能猎取开阔草原或苔原（冻原）的大型动物（如猛犸、披毛犀、马、大角鹿和欧洲野牛）。猎取这些动物不仅对人们的食物具有意义，而且提供了用于制衣和造屋的兽毛或兽皮。鉴于当时这些地区的植被状况，植物不可能是当时当地人类食物的主要来源。

在北美洲定居后，人类仅用大约 2 000 年到达南美洲的最南端。当然，美洲定居的历史并非没有争议，因为也有迹象表明，人类在这块大陆出现的时间明显地更早。除极地区域外，人类到达的最后的大片区域是南太平洋岛群（距今 3 000 至 1 000 年前）和马达加斯加（距今大约 1 500 年前），并都是从亚洲出发的。

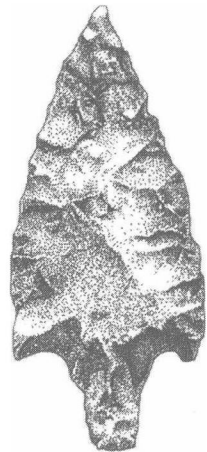


图 2.3 燧石制箭头

2.2 农业的起源

随着大约 1.1 万年前末次冰期的结束，地球上许多地区的气候条件发生了根本的变化。温度上升和改变了的降水情况导致了植被的变化。在中欧和一些其他地区出现了森林植被，而这些地区冰期的植被为无林的苔原或草原。在热带和亚热带的许多地区，不同植被带的分布也出现了明显的改变。此外，冰期接近结束时，在欧洲、北美和亚洲部分地区，冰期时代原本生活在苔原或草原的绝大多数大型动物物种灭绝。然而，气候变化不可能是这个动物区系消失的唯一原因，因为这些大型动物适宜的生活空间只是向北推移，并没有失去，直到今天苔原地带依然存在，它们本应该有可能继续生存的，就像少量当时的物种存活下来一样，例如，在这些地区今天仍然生存有麝牛和驯鹿。一直到距今 4 000 年前，最后的矮脚猛犸（长毛象）

还生活在西伯利亚东北部的弗兰格尔岛。导致冰期时代大型动物区系物种灭绝的另一个因素，可能是由于人类的猎取。

提示

在世界不同地区种植业的起源可追溯到 1.1 万年至 1 万年前，那时期的气候导致了人类生存条件的根本改变。

无数理论和模型试图解释人类怎样和为什么要从以狩猎和采集的方式发展到以种植的方式来获取食物。这些解释包括两种主要理论：

(1) 根据第一种理论，农业是一种革新。农业这种生活方式相对于狩猎者和采集者的生活方式是有利的。当时生活的人群中的一些人发现了在大田种植植物的可能性，他们不仅建立了有保障的食物基础，而且也因此能够定居下来。这也意味着文化的进步和总体上更高的生活水平。这样的人群充当了狩猎者和采集者人群的榜样，于是，靠狩猎和采集为生的人群也开始从事农业。

(2) 根据第二种理论，食物资源（首先为可猎取的野生食物资源）短缺创造了农业产生的先决条件。作为食物资源短缺的原因，可以认为是人口密度的上升，野生动物的大量减少，或两个因素的组合。所以，人类从狩猎到种植生活方式的过渡不是自愿的行为，而是出于无奈的选择，以获得替代的食物。种植与狩猎和采集相比绝无优越性，而且费时、费力，并有歉收和因此而引起的挨饿的风险。

农业的发展不是一个自发的事件，也不是像火药或蒸汽机那样的一个发明，而更多地是一个渐进的过程。有来自世界不同区域的迹象表明，通常，有目的的植物生产是与对野生动物的利用的减少或与野生动物的减少相关，这些情况支持上述所讲的第二种理论。在种植业的最早期，种植的植物可能作为一种食物储备，或作为在没有狩猎收获时的替代食物。据此，随着可猎取动物的减少，种植业就变得越来越重要。

在地球的不同农业发展区域（第 2.2.2 节），这种转变的模式肯定不是统一的。也许依条件而定，存在各种各样从游牧狩猎者和采集者的生存形式到定居的农民生存形式的过渡形式。在这些生存形式中，人类不仅能从自然野生资源而且能从种植业获得食物。

提示

只有当野生动植物为日益增长的人口提供食物的贡献小到不值得一提时，才出现了人类对农业的完全依赖。

2.2.1 从野生植物到作物

所有在第 1.1.2 节所提及的、对今天仍有意义的作物都源自野生生长的物种。这些物种中有些在种植业出现前就已经被人类收集和利用了。与野生类型相比，作物显示出通过选择（专栏 2.1）而改变了的特征。