

植物、人和生态系统

美 W.D. 比林斯 著



植物、人和生态系统

〔美〕 W. D. 比林斯 著

鲍显诚 胡舜士 译

科学出版

1982

内 容 简 介

本书着重从植物生长的环境出发来阐述与人的关系，强调了人是生态系统的一部分。书中全面叙述了环境的概念，简要地论述了植物与其现存的和历史的环境之间的关系；生态系统动态；陆地生态系统类型以及生态学与人的关系。本书是一本生态学的入门书，可供生态学工作者、大专院校的生物、地理、环境保护、农林等专业的师生以及有关工作人员阅读参考。

W. D. Billings
PLANTS, MAN, AND THE ECOSYSTEM

Wadsworth Publishing Company, Inc
Belmont, California, 1970

植物、人和生态系统

〔美〕W. D. 比林斯 著

鲍显诚 胡舜士 译

责任编辑 王龙华

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

石家庄地区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1982年2月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1982年2月第一次印刷 印张：6

印数：0001—7,800 字数：132,000

统一书号：13031 1825

本社书号：2483·13—10

定价：0.95 元

绪 言

《植物，人和生态系统》是一本生态学入门书，是植物、动物、微生物、人与其环境相互关系的科学。有机体不是孤立地生活着，而是生活在与环境不可分割的、起功能作用的群落中。这些环境——群落复合体就是生态系统，它的大小幅度包括从一滴水中的几个藻类细胞到宇宙本身。

地球上所有的生态系统从太阳得到能量，被绿色植物所摄取，并且通过食物传递给非绿色有机体：真菌、动物、人。植物也供给生态系统的其它成分所必需的化学成分。植物从土壤或大气得到这些成分，并且把它们合成为食物和其它化合物。

原始人是多种自然生态系统——森林、草地、荒漠、冻原，当然，也是整个地球生态系统的一个组成部分。现代人已经改变了这些系统的大部分，并且产生了以人处于支配地位的新系统。但是，人仍然是地球生态系统本身的一部分，所以，它依赖于生态系统的丰富性、局限性以及这些大而复杂的系统运转的情况。

这本书是《植物和生态系统》的再版，它解释并阐明人从事于生态学事业的规律。人要生活在生态系统中，并且保护正在变化得很快而在很大的程度上又那么不知不觉地敏感的系统，人就必须了解这些生态规律或生态学原理。

这本书是针对那些生态学懂得很少或者一点也不懂，但是愿意学习的读者而编写的。第二版与第一版不同，在于论述上更强调人的作用，人不仅存在于过去的自然生态系统中

——在今天偏僻的地区——而且现在正在限制和改变着这些环境上被控制的系统。因此，新的材料包括污染的影响，杀虫剂的积累和流动，有机体之间生物化学的相互作用以及生态系统中元素的循环。

生态学家正开始利用数学模型这样的知识，它可望能够预测一个生态系统任何改变的后果。但是，如果没有在生态学上受过教育的群众在政治上和履行公民职责上的决心来积极参加管理其环境，生态学家依然不能防止环境的大灾难或提供良好的环境。我希望，这本书将促进这样的教育。

丛 书 前 言

由于植物学领域的庞大而复杂，植物种类的极其繁多以及研究植物的方法多种多样，所以怎样把几个世纪以来人们所获得的植物学知识的精华提供给学生，确是一个不易解决的课题。本丛书的作者和编者认为，了解植物——它们的各个部分，它们的活动以及它们与人的相互关系——是在于理解生命意义中带有根本性的东西。为了强调这个观点，就把植物体、组织和细胞的形状与功能放在一起讨论。每一册内，把由形态学家、生理学家、细胞学家、分类学家、遗传学家、生物化学家和生态学家所搜集的资料在生命组织的各级水平上综合起来。

这样，在威廉·杰森所著《植物细胞》一书中，细胞各个部分的结构与功能，例如线粒体与呼吸作用，叶绿体与光合作用，联系在一起讨论。斯坦顿·库克所著《繁殖、遗传性和性》一书，把遗传学原理和不同植物类群中的繁殖方式结合起来。威廉·多伊尔所著《非种子植物：形态与功能》以及弗兰克·索尔兹伯里和罗伯特·帕克所著《维管植物：形态与功能》，讲到了主要的植物类群，并且是从形态学、生理学与生物化学的角度来讨论这些植物的。植物，尤其是维管植物与其环境彼此之间，以及与人的关系，则在本册，即W.D. 比林斯所著《植物、人和生态系统》中加以介绍。过去的植物的形态与分布及其与进化概念的关系是哈伦·班克斯所著《进化和过去的植物》这一册的内容。赫伯特·贝克的《植物与文明》，讨论了植物与人类社会与经济发展的重要性，以

及人类在植物的变化与分布中所起的同样重要的作用。

像这样一套丛书，编者所面临着的任务是把一个广阔的领域让作者用带有启发、富有意义的方式分作若干范围来描述。所以从整个大纲来看，必须是有逻辑性的，很少有空白，而极少重复。然而一位讲师可能并不想按编者所选中的顺序和方式去使用丛书各册。为此，每一册都必须既可单独用，也可以任何顺序去和其它各册连用。虽然要达到如此高度广泛地适用于多方面是困难的，但我们相信本丛书体现了这些特点。

作者和编者已齐心协力来保持叙述水平的一致性。不过，为了题材丰富，又为了发挥作者个人的独特见解，每位作者也都曾经被鼓励以他自己的途径去探讨他的主题，并且也勉励他按自己的风格去写书。最后，在讲述植物学原理的同时，我们一直试图把近代激动人心的发展和植物学各方面知识的扩充所带来的喜悦沟通起来。

目 录

绪言.....	(iii)
丛书前言.....	(v)
1. 什么是生态学?	(1)
2. 环境.....	(8)
3. 植物个体及其环境.....	(52)
4. 植物的地理分布.....	(62)
5. 植物群落的结构和分类.....	(87)
6. 生态系统的动态.....	(94)
7. 陆地生态系统类型.....	(115)
8. 生态学和人类的财富.....	(157)
译后记.....	(182)

1. 什么是生态学？

生态学力求了解植物、动物与其环境的相互关系——它们生活在哪里？它们在那里是怎样生活的以及它们为什么能很好地生活在那里。

环境是影响一个有机体生活的所有外界力量或作用(例如热量)的总和。我们每一个人都有一个不同于其他人的环境史。你自己的环境在空间和时间上不断地变化着，直到完成你的一生。那时，因为环境史已经影响了你的继承遗传密码的活动，你就是你的总环境史的产物。同样，每一株植物也有一个独特的和不断变化着的环境，虽然因为植物固定在一个地点，它们的环境主要是时间上的变化。

一个生态学家既是一个综合者，又是一个观测者和实验者，为了更好地阐明在自然界中一个有机体或者有机群落的特点，生态学家要从很多方面——遗传学、分类学、生理学、土壤学、气候学、地质学、物理学以及化学来收集材料。如果从事一个特定的课题缺乏数据，生态学家必须由测定或者实验来获得资料。因为典型的生态学问题既包括分析，也包括综合。一个生态学家应该在各个学科内广泛地受到训练，以便他能够获得和评价来自任何一方面的数据，以及根据它们来综合生态系统的工作模型。一个生态系统是由一个或几个有机体的主要生物成分和环境所组成，有机体与环境相互作用，而且它们从环境中得到能量。

综合的级别

生态学中主要有三个综合的级别，即三种主要的生态系统：

(1) 个体, (2) 种群, (3) 生态系统。不像一个种或一个属那样, 每一个系统不是假设的构思, 而是一个具体的现实。而且, 它的结构和相互作用能够观察和测定出来。这些系统的结构和作用的复杂性, 从个体到种群几倍的增加, 从种群到生态系统几乎以天文学的数字增加。让我们更仔细地看一看每一个系统。

个体 各个植物或动物是一个在遗传学上相同的实体; 在正常的情况下, 它们的一个部分或再分的部分不能脱离有机体的其他部分在较长的时间内独立地生活。个体及其伴随的环境组成个体的生态系统。

大多数有机体是个体, 而且彼此之间是不相同的。然而, 许多植物, 例如狗牙根 (*Cynodon dactylon*)、草莓 (*Fragaria*) 具有像根状茎和长匍茎这样的营养部分, 它们能产生仍然依附于母株而且遗传学上和母株相同的新植株。这样无性繁殖的植物, 要正确的判断什么是一个个体, 什么是一个小种群或者多少被维管束组织连接的在遗传学上相同个体的无性系, 常常是困难的。

个体生态学是从事植物(或动物)和它的环境相互作用这一方面工作的。它完全把各个有机体——环境这一复合体看作是在整个期间多少有些变化的一个系统。该系统的环境部分供给该系统的(个体的)有机部分在生活上和新的原生质的产生方面所消耗的能量和原料。这种综合的级别可以称为“生理生态学”。

种群 一个单独的植物(或动物)在两方面和其他有机体有关系: (1) 遗传学上和该种的其他成分有关系; (2) 生态学上与其生物群落的其他植物和动物有关系。

个体的任何相对隔离的品种间杂交的类群称为地方种群。因为种群在整个时间内的基因交换和连续性, 与其说个

体不如说是地方种群是进化的基本单位。一个种的每一个地方种群的遗传结构常常和同一种的任何其他种群都多少有些不同。这是因为通过自然选择，具有使个体特别充分适应当地环境的基因的个体要比不能这样充分适应当地环境的个体趋向于更多的生存下去。

一个地方种群能适应于一定的地区，一种方式是通过有性繁殖、通过在种群内部发展和保持一些遗传学上的多样性。这是由于环境忍耐性具有微小差别的各个个体配置的结果，其中有些个体可能比种群中的普通成员更能忍耐极端的环境条件。这种不纯的种群结构使具有一种遗传本质的种群能抵抗环境的灾难，例如非常严寒的冬天或者长期的干旱。在种群不断调节千百年来所发生的气候缓慢的变化方面也是有利的。

当在极端环境下生存的种发生问题的时候，遗传结构的一致性可能是全有或者是全无的事情。可靠的但效力低的途径是遗传的不一致性。也必须牢记一个个体或种群的环境史也包括残存者在内。

一个特殊环境的地方种群，通过自然选择，以具有一定的基因或者基因组合的个体幸存者，有助于在遗传上变得适应于那种环境。因为在无山的地区，一般说气候在相当大的面积上可能是相同的，所以在该地区内，特定的种的地方种群，往往趋向于发展类似的环境忍耐性，并且相对地与该种的其余部分有所不同。地方种群的这种类群称为生态小种。例如瑞典的戈塔·图雷松发现，在斯堪的那维亚几个广布的植物种是由生态小种组成的。这些种虽然没有关系，在其生态小种中都呈现对环境类似的或相同的适应性；例如，山顶上的植物变矮小了，并且早开花，而海岸岩石上的植物则是匍伏的和晚开花。每一个地方的每一个种的所有地方种群在

大部分个体中都有各自的特征。人们最初可能认为，这些植物这么小仅仅是每个地方严酷的环境的结果，如果这些植物被移到平静的花园里，它们将长成健壮的、直立的植物。图雷松正好做过这方面的试验，植物矮小或匍伏，早开花或晚开花的特征延续下来，这表明这些差异是在许多世代以来被环境选择遗传下来的。每个种群是在遗传上适应于高山或海岸这些特殊的环境类型而形成的。许多北美植物发生同样的情况，例如加利福尼亚海岸和高山的种，普利列草原的禾草以及北极和高山冻原的植物。

现在认为，许多广布的植物种(虽然不是全部)是由若干生态小种组成的，而生态小种又是由个体组成的若干地方种群所组成。如果环境的梯度是逐渐的越过一个地区，那么遗传适应性也趋向于是逐渐的，生态小种之间就可能不存在明显的差别。许多植物表现这个逐渐的而在遗传上决定环境忍耐性的连续变化被称为生态变异。一些种是由容易描述的生态小种所组成；而另一些种则是由复杂的生态变异所组成。

我们提议可以至少从两个不同观点进行种群生态学的研究。首先，我们可以研究单个种群的生长，或者在控制的或没有控制的环境内研究关系密切或者没有关系的种群之间的相互作用。在这种情况下，实际上，我们是在详细的研究一个生态系统的一个小片断。这种研究已被称为“种群生态学”。其次，为了弄清楚一些种在遗传上所决定的对于环境条件忍耐性的某些问题，我们可研究单个种的一个或几个地方种群。这种研究叫做“遗传生态学”或“比较生理生态学”。

生态系统 个体和种群不能单独生活在自然界中，而至少是与几个，通常是非常多的其它植物和动物在一起。这些有机体的聚集不是偶然的堆积，相反，它们是空间上排列起来的类似机器的组织，它在运转中利用能量和原材料。植物和动

物的这种类似机器的群落和控制它的环境加在一起称为一个生态系统。一个生态系统代表生态系统中最高的综合级别；它由很多个体系统和种群系统所组成。因为无论它们的什么遗传关系，个体和种群都作为生态系统的一部分存在和起作用，生态学的基本单位就是生态系统。生理生态学、种群生态学以及遗传生态学在帮助我们创建任何特殊生态系统类型的模型方面提供了宝贵的资料；但是广义地说，生态学就是生态系统的研究——它们的结构和作用的研究。

生态系统可大可小，可以从实验室橱窗中含有藻类和原生动物的一瓶水到巨大的亚马孙河的雨林甚至地球本身。不管大小如何，一个生态系统都是作为一个完整的单位起作用的；无论它的物理学和生物学的部分都是这样的纠缠在它们的功能中，以致很难用按照这些部分在机器中所起的作用而划分的匀称、单独的范畴来描述该系统。实际上，所有的有机体至少起两种作用：作为该系统的有生命的核心部分和作为环境本身的部分。尽管如此，如果我们要了解生态系统，我们必须力求分析它们的结构和它们各个成分的功能。不管怎样，必须记住，确定每一成分的作用常常没有明显的界限，而且甚至貌似明显的界限可能随着季节和一定的时间发生变化。

我们可以想像得到，一个生态系统是由两大部分：自然环境和生物群落组成的。在生物群落内，生物的环境成分加入到自然环境的成分中。不管怎样，包括物理和生物两部分的环境本身起一个整体的作用。以上环境的再细分主要是在环境因素的起源之间来划分。在生态系统中，自然环境提供能量、原始物质和生存空间，生物群落为了生长和生活，需要和利用它们。

生态系统的生物部分通常由四个或五个能量级所组成。

这些营养级是以原始的能量传出群落多远为依据。在以下的简述中，第一营养级以 T_1 表示，第二营养级以 T_2 表示等等。

T_1 是绿色植被，这是在光合作用中得到和贮存太阳能并放出氧气的群落的一部分。群落的其他部分完全依赖于这一级。这一级常被称为“生产者”级。

T_2 由食草动物组成，其大小范围从一些寄生植物上的真菌到大象，它们消化从 T_1 得来的植物物质，并且从这些植物食物中得到它们的能量。

T_3 和 T_4 由食肉动物组成，这些动物吃食草动物而得到它们的能量；因此能量从它的最初来源更进一步移动了。 T_4 的动物至少以吃 T_3 的食肉动物获得它们的一些能量。虽然人们可以认为典型的食肉动物是老虎或山狮，但还有许多从昆虫和蜘蛛到鸟类、蜥蜴、鼬鼠和地鼠等其它的食肉动物。像熊和人这样一些生物分归 T_2 还是分归 T_3 是困难的，因为他们是杂食类，有时吃植物物质，有时吃其他动物。

T_5 包括真菌、细菌、一些原生动物和其他利用死的植物和动物体为食物的小的有机体。这些分解者破坏有机结构和物质，释放化合物和元素回到环境中去，同时也利用能量并把能量带到另一级或几个级别，远超出它的捕获范围。虽然为了简化起见，我们把所有这些分解者集中为一个营养级，但是情况远较复杂。有生活在真菌上的真菌，有生活在真菌上的细菌，有生活在细菌上的病毒等等，在某种意义上说，他们全都是分解者。由于“顶部”分解者最终放出了最后的能量回到环境中，所以第五营养级实质上是所有利用能量的几个不同营养级的集合体。这个分解者级的不同成分也利用死的植物或动物物质或者所有较低营养级的剩余物。

在陆生生态系统中，大多数分解者生活在地表或者土壤的上半部，它们把死的物质转化为腐殖质，而最终成为矿质养

分、气体和水。分解者的重要性是明显的；没有它们，死的物质将是简单的堆积起来，而原始物质供应不足，例如磷，将被束缚在植物和动物的遗体中。分解者提供生态系统中必要的循环历程。能量简单地流入一个生态系统的一端（以光合作用），并且（用呼吸作用）沿着线路从各处流出。但是因为有了分解者，至少在某种程度上说，所有的基本物质是在系统内部以及系统之间循环。

许多科学家研究原子、分子、细胞、有机体、矿质养分、天气、能量——生态系统的一部分。而生态学家则研究整个生态系统（图 1-1）。由于生态系统是复杂的研究单位，因此，一个生态学家必须是一个有能力的概括家，他能够使专家们的发现符合于生态系统的理解。在世界上，生态系统在迅速地变化着，这样广泛地理解生态系统是有必要的。

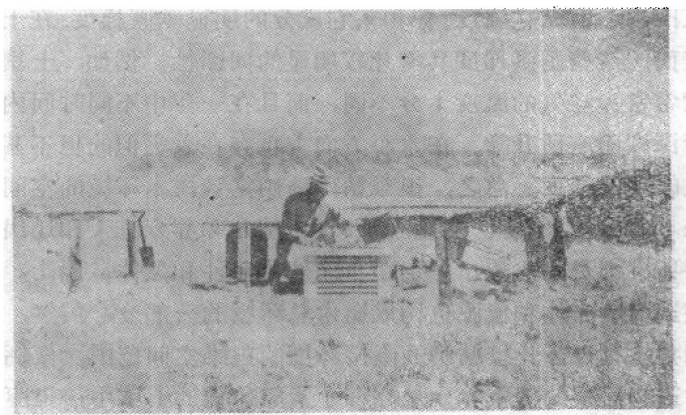


图1-1 测定环境对怀俄明州一个草地生态系统生产力影响的生态学家。P.J. 戈德弗雷摄。

2. 环 境

一个环境占有三维空间并遍及整个时间。但这并不意味着，环境在整个空间或所有时间上是一致的。相反，自然环境在其空间范围内几乎常常显示出垂直的和水平的梯度，而在其时间范畴内，它们反映出强烈的太阳辐射的日周期和年周期。除了这些周期的影响外，某些环境显示出缓慢的或迅速的累积(非周期)变化，例如地面的侵蚀、池沼和湖泊的淤塞。因此，空间和时间最好是看作为一个环境的向量，而不是看作为环境的因子或成分。

如果我们研究一下加利福尼亚北部多雾海岸上的高大红杉(*Sequoia sempervirens*)的环境，在该树木环境的三维空间范围内，有光、温度、雾和其它成分的明显垂直梯度。在土壤表面，这些垂直梯度具有比较明显的间断性。例如，土壤温度常常和空气的温度十分不同，而且在一年中不同时间内随着深度而有所升降。在水平方向上也存在着类似的但不甚明显的环境梯度。总之，很难精确地确定该树木环境的空间界限。能量流(辐射、热量)、大气、水分和养分进入和迁出直接环境都可能依赖于一定距离之外的事件和条件。因此，那些远离的事件和能源也构成树木总环境的一部分，虽然，它们并不符合于比较精确的直接环境的三维空间范围。像钙和磷这些必要的矿质养分是存在于紧靠着根的土壤中；但驱动光合作用的光却来自穿过空间9300万英里的太阳。即使如此，由于光仅仅大约8分钟就可以从太阳到达树木，所以在磷离子从土壤中出来进入树木之前的同时，光线就可以到达地表300英尺的叶子上。因而，远离的太阳好象土壤中磷的矿质养分一样，都是直接环境的一部分。红杉林的环境占有

三维空间，但缺乏明显的界线。树木的环境在全部时间中，即使昼夜交替，冬去夏来，也有一定的连续性，而树木本身越长越高，并逐渐地增添新的环境空间。

环境的组成成分

一个环境是许多因子的复合体。这些因子不仅与有机体发生相互作用，而且在各因子之间也发生相互作用。所以，很难使一部分环境分开并改变它而不影响该环境的其它部分。然而，如果要了解一个环境的结构和作用，我们必须至少在抽象的意义上来划分它，以便了解要测定什么和要研究什么。

有些生态学家把环境划分为两部分：物理环境和生物环境。从某种意义上说，这是相当人为的，因为环境以单一复杂的系统起作用，而环境中其它有机体的影响通常是通过物理因子才觉察到。例如：一株高大的云杉对生长在其下层的幼苗的影响，主要表现在降低光量。图 2-1 表示植物与其环境主要成分之间所发生的一些复杂的相互作用。注意许多因子的作用怎么会是间接的。

在任何特定的时间内，环境在其各种因子的绝对量和相对量上都是不同的。整个环境中，某些因子的流动速度也是不同的，例如：热量和水分。我们应当记住，环境是处于动态的——也就是说，它们随着时间而变化（周期性地或积累地），而且有一些成分在进进出出。其结果是，在每一自然环境中，始终并到处都存在着明显或不明显的梯度。要测定一特定的地点，一特定的瞬间中主要成分的数量这一点是不够的。我们必须了解重要环境因子的空间和时间的梯度以及流动的速度。

在一个小峡谷中，冬季所吸收的太阳辐射量，从阴坡到