

监测污染的地衣

〔英〕 D.L.霍克斯沃思 著
F. 罗 斯



科学出版社

监测污染的地衣

〔英〕 D. L. 霍克斯沃思 F. 罗斯 著

倪彭年 孙连凤 译

汪嘉熙 校

科学出版社

1988

内 容 简 介

这是英国伦敦生物研究所组织编写的《生物学研究》丛书之一(No. 66), 专题讲述污染物质对地衣生长、分布状态的影响。地衣是一类广泛分布于世界各地的低等植物, 由于它对各类污染物很敏感, 所以常被用作监测环境污染的指示植物。本书除论述地衣的基础知识外, 还介绍了各种简单易行的利用地衣来检测环境污染的野外调查和研究方法, 可供有关学科的教学、实习, 以及环境保护工作参考。

D. L. Hawksworth F. Rose

LICHENS AS POLLUTION MONITORS

Edward Arnold, 1976

监测污染的地衣

〔英〕D. L. 霍克斯沃思 F. 罗斯 著

倪彭年 孙连凤 译

汪嘉熙 校

责任编辑 朱博平

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1988年2月第一版 开本: 787×1092 1/32

1988年2月第一次印刷 印张: 8

印数: 0001—1,500 字数: 61,000

ISBN 7-03-000249-0/Q·48

定价: 0.75元

译 者 的 话

地衣是遍布世界各地的一种低等植物。由于它对各种污染物，特别是空气中的二氧化硫具有敏感的反应特性，因而常被人们利用来监测环境污染状况，以便采取有效的防治措施，造福于人类的健康。英国和北欧一些国家非常重视对地衣的研究，它们成立地衣学会等学术性组织，发动群众或专业团体进行野外考察，广泛收集地衣标本，并由国家和地方政府采取仪表测量和实地调查相结合的办法，去掌握各地区地衣生长的盛衰情况，测定空气的污染程度。

这本小册子由浅入深地叙述了各种污染物，包括二氧化硫、烟雾、氟化物、汽车尾气、碳氢化合物、尘埃、金属、放射性物质对地衣的影响，以及如何利用地衣作为指示植物来检测污染程度。同时，还向读者介绍在野外调查时怎样使用简易的科学方法，去鉴别地衣的种类，以及采集、保存地衣标本等等。因此，本书是很有意义的科普读物，它对从事植物学、生物学和环境保护工作者来说，可作为理论和实践的借鉴。并且，对开展我国青少年的野外调查活动也具有一定的指导意义。

由于译者在这方面的知识有限，难免有差错之处，尤其在地衣种的译名方面，因国内缺乏有关资料，所以对那些还没有正式中文定名的地衣种采用了括号加注拉丁名，或直接用拉丁学名来表示，希望广大读者予以指正。本书初稿承蒙汪嘉熙同志详为校对，谨此表示衷心感谢。

译者 于北京

总 序

在编写单一教科书时，由于缺乏足够的最新材料，以致不再可能包括整个生物学领域。为此，生物研究所主持编辑了这套小丛书，以便教师和学生能够学习本学科有关的重要进展。本丛书受到的热情欢迎，表明了这套书在生物学课题的很多论点上是具有权威性的。

本丛书的特点是注意了研究方法，并精选了书目，以利读者深入探讨和尽可能多地为实际工作提出建议。

本研究所主管教育负责人欢迎读者的批评意见。

生物研究所

伦敦

前 言

目前,关于人类冲击自然环境、植物区系和动物区系的问题,正受到社会上从未有过的重视。人们对这些课题已进行了大量研究,但是,学校教师和学生还不能马上接触到出版物上发表的大部分材料。有关污染生物学方面的内容已在本丛书早期出版的小册子——梅兰比(K. Mellanby)著的《污染生物学》(The Biology of Pollution)中作了概要介绍。这本小册子旨在向读者提供关于各种污染物对一个特殊的植物类群——地衣——的影响概况。在很多方面,地衣是一个神秘莫测的植物类群,然而,在中学和大学课程中,它往往没有受到足够的重视。地衣可以被用来说明人类对某一生物群落所产生的剧烈影响,从而为人类提供如何利用这种影响去测定污染物质的水平和类型的方法。本书除了在这个论题的理论方面进行扼要的评述外,还着重介绍在野外容易观察到的各种现象,并提出了适合中学、大专院校以及攻读学位课程中可以采用的一些课题。

D. L. 霍克斯沃思

F. 罗斯

目 录

译者的话

总序

前言

1	什么是地衣	1
1.1	引言	1
1.2	真菌成员	1
1.3	藻类成员	2
1.4	结构	3
1.5	繁殖	5
1.6	生长	7
1.7	生理学与综合作用	8
1.8	生态学与分布	9
2	二氧化硫	12
2.1	硫的累积	12
2.2	对光合作用和呼吸的影响	13
2.3	对生命力的影响	15
2.4	对适宜基质的影响	16
2.5	抗性机制	17
3	其他污染物	19
3.1	烟	19
3.2	氟化物	21
3.3	汽车烟雾、碳氢化合物和尘埃	22
3.4	金属	23
3.5	放射性核素和辐射	25

3.6	农用化学品	26
3.7	淡水和海洋污染	27
4	影响地衣分布的其他因素	29
4.1	引言	29
4.2	林地管理	29
4.3	石楠荒原的管理	30
4.4	人造基质	31
4.5	干旱	33
4.6	地形	33
4.7	气候	34
4.8	群众压力	36
5	绘制空气污染模式图	37
5.1	引言	37
5.2	地衣种类分布图的绘制	37
5.3	区域图的绘制	39
5.4	其他方法	45
5.5	指示性地衣种和标准化	46
5.6	与污染物水平的相关性	47
5.7	图的判读及其价值	48
6	二氧化硫对英国诸岛地衣区系的影响	51
6.1	历史基础	51
6.2	衰退中的种类	51
6.3	增殖中的种类	53
6.4	地衣的种数	56
6.5	其他影响	57
7	其他方面的问题	59
7.1	空气污染的趋势	59
7.2	对其他植物的影响	60
7.3	对人及物资的影响	61
7.4	对其他生物的影响	61

7.5 保护	62
附录 1: 地衣的鉴定	63
附1.1 地衣的采集和保存	63
附1.2 地衣标本的保护	64
附1.3 地衣的定名	64
附1.4 用于大气污染调查的地衣	66
附录 2: 实际应用	78
附2.1 引言	78
附2.2 地衣种数	79
附2.3 生长类型的分布	80
附2.4 教育咨询中心分区尺度	81
附2.5 移植	82
附2.6 绘制详细地衣种类分布图和编制名录	83

1 什么是地衣

1.1 引言

地衣 (Lichen, 读作lie'ken) 这个名词源出于希腊文 Λειχην, 意思是长在树上的藓。与苔藓类或蕨类相比, 地衣不是一个单独的植物类群, 而是由两类完全不同的生物——真菌和藻类所组成。它们主要是真菌类通过共同摄取营养和共生的方式而与藻类结合在一起的。这种组合的生物复合体已具有独立的生物单位的性能, 但在很多方面又有别于它们单独生存的亲属。人们为了研究上的方便起见, 往往把地衣当作独立的自然类群来处理。

地衣是扎根于全世界广大生境中的一类获得显著成功的共生生物群体。可以肯定地说, 全世界的地衣共有约500个属, 超过18,000种; 在英国诸岛已知有1,368种。

1.2 真菌成员

地衣中的真菌成员 (地衣共生菌) 主要是子囊菌, 但也有少数担子菌 (英国有两种)、一些半知菌类 (产于热带), 可能还有一种藻状菌 (产于中欧), 也形成地衣。关于某些子囊菌成功地形成地衣的概念可能来自这样一种认识, 即世界上已知的子囊菌半数以上是地衣。形成地衣的和“独立生存” (非地衣化的, 即腐生的和寄生于植物的) 的真菌, 两个多世纪以来人们已对它们分别进行研究和分类,

但对它们之间的关系，还知道得很少。很显然，地衣共生起源于某些性质截然不同的、独立生存的子囊菌（其中某些种类灭绝已久）。有少数属（如黑瘤衣属）包括地衣化的和非地衣化的种；非地衣化的种可能是后来由于不再需要依赖藻类作为养分来源而第二次从地衣演化而成的。目前，大多数地衣与非地衣化子囊菌不存在近亲关系；而且很多地衣长有象杯状菌似的盘状果实，它们的具体结构一般相差很大。

地衣共生菌可以分离，并能在脱离藻类成员的状态下在实验室中生长。但是，它们以后只能长成无定形的、不育的菌丝团块，与其前身完整的地衣的特有形状大不相同。在自然界中，人们很难发现分离的共生菌，很明显，它们需要适宜的藻类才能在自然条件下获得生存。

严格地说，地衣的名称只和它的真菌成员有牵连；因此，与之发生联系的藻类可以拥有它自己的拉丁学名。地衣共生菌一般构成结合体的骨干部分，并且是有性繁殖的唯一方法。但是，藻类不但在营养方面，而且也在决定菌体的形状方面起着重要作用。已经弄清楚有关一个单独的共生菌能够与不同属的藻类形成迥异的结构的一些情况。

1.3 藻类成员

藻类成员（即共生藻）与菌类成员相反，它们大多数象地衣状态那样属于已知的独立生存的属。一般绿藻占优势，但在某些属中蓝藻是主要藻类组成。很少地衣始终既含有绿藻，也含有蓝藻（后者限于次生营养体结构，称为头孢菌），但大多数只含有某一藻类。

绿藻是最常见的单细胞形式，如共球藻（*Trebouxia*），但有些地衣含有属于桔色藻属（*Trentepohlia*）的丝状藻。

独立生存的桔色藻属的种通常呈橙黄色，具绒毛块状，生长在潮湿荫蔽的墙上。与之相反，共球藻在自然界地衣繁殖芽体以外很少见到。地衣中最普通的蓝藻是念珠藻属 (*Nostoc*)，它的独立生存的种在雨后出现在石灰岩和石楠荒原上，呈果浆状团块。地衣中已知藻类的种数，比起真菌类的种数来是微乎其微的。尽管真菌成员只与一个，很少是两个藻类的特殊属形成地衣，但有迹象表明，在这些属内就藻类的种或种系而言，真菌的要求并不太严格。

1.4 结 构

真菌和藻类成员一起组成地衣原植体。可以假设，地衣原植体的各种形状取决于不同的真菌和藻类成员。地衣原植体的主要类型（图 1-1 a）有：皮屑状，其藻类细胞和真菌菌丝结成的粉状团块很少或没有有组织的结构；壳状，形似甲壳，藻类位于叫做皮层的、独特的真菌组织之下；小鳞片状，亦呈壳状，但边缘从基质向上凸起。鳞片状体如果发皱，即形成裂片状；叶状，类似树叶状，具明显的上下皮层，以发状假根附着于基质，很易剥去；灌丛状，挺直的灌木状或呈须状而下垂的地衣种，它们仅在底部附着于基质，断面一般成圆形。这些不同的类型并不表示它们之间的关系；尽管大多数地衣属只含有一个单独的类型，但一个科可以包括具有完全不同类型的属。

主要类型的地衣原植体形状的具体结构表明，不同属内的变化相当大。从图 1-1 (a) 可以看出，除皮屑状种类外，所有的地衣原植体都是成层的，但有少数几属长成其他形状（如叶状），其原植体的藻类和真菌菌丝在整个原植体中混杂在一起（不分层，如胶衣属）。地衣原植体的层次在

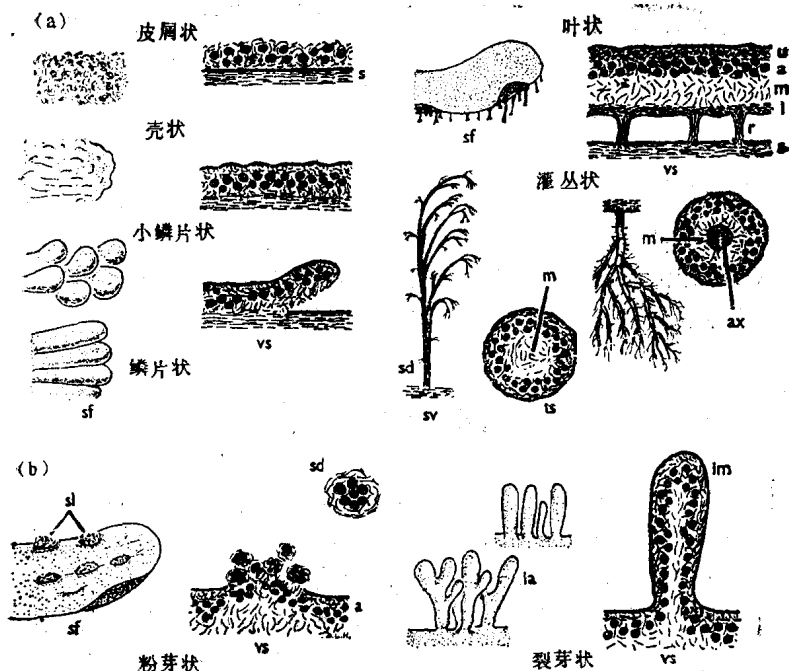


图 1-1 (a) 生长形状和原植体结构, (b) 无性繁殖。
a = 藻层; ax = 茎轴; ia = 裂芽群 (40 倍);
im = 裂芽 (75 倍); l = 下皮层; m = 髓质; r = 假根;
s = 基质; sd = 粉芽 (150 倍); sf = 表面 (1 倍);
sl = 粉芽堆; sv = 侧面 (1/2 倍); ts = 横切面 (20 倍);
u = 上皮层; vs = 纵切面; * = 藻细胞。(图解)

叶状地衣中最易于说明：一层稠密的、往往是拟组织的真菌菌丝形成通常含色素的上表面（上部皮层）；在这一层的内部，藻类以较不规则的层次出现，那里的真菌菌丝较不稠密（藻层）；在藻类的下面一般只有一层松散的真菌菌丝网（髓质）；下表面（即下部皮层）在结构上可能类似或不同于上部皮层，但往往比较薄，呈各种色泽或完全无色，在某些情况下，并长有附属器官（如假根）。

1.5 繁 殖

不同的地衣种类可以有一种或多种方式的繁殖机制。有性繁殖（图1-2）是通过从布袋状结构的子囊急剧地喷射出

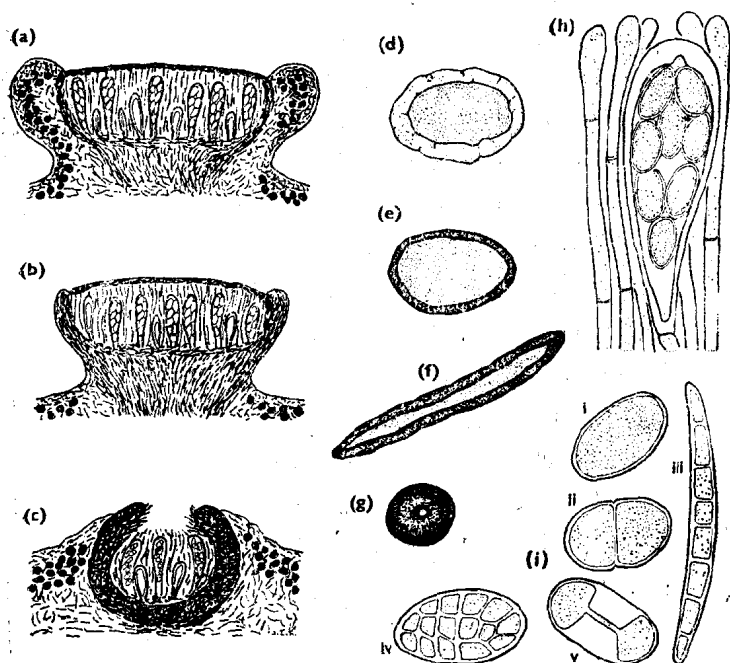


图1-2 子囊果类型及结构。(a)子囊盘(vs), (b)子囊网衣(vs), (c)子囊壳(vs), (d)子囊盘(sv), (e)子囊网衣(sv), (f)线状子囊盘(sv; vs同B), (g)子囊壳(sv), (h)子囊和侧丝, (i)子囊孢子(i=简单型, ii=具有一个隔膜, iii=多隔膜, iv=砖壁形, v=哑铃状)。

sv=外观; vs=纵切面。(图解)

子囊孢子完成的，每个子囊一般含有八粒子囊孢子（图1-2h）。子囊的排列有多种形式，有杯状、圆盘状（子囊盘）、细长状、小片状（线状子囊盘），或者几乎呈球形（子囊壳）结构，总的称为子囊果。子囊果可能沉浸在地衣原植体内，起源于它的表面，或具柄。子囊果的具体结构和发育方式很不相同，差别很大。正是根据这些差别，人们最初就将地衣分为不同的目、科和属。

子囊果不是所有地衣都具有的，有许多种很少结成子囊果。这些种类依靠营养机能，或称无性的方式进行繁殖。子囊果在发芽时只长出真菌成员（因此，为了构成一个地衣原植体必须找到合适的藻类），而大多数无性繁殖与子囊果不同，它能从单个繁殖芽体中产生藻和真菌两种成分（因此，能够直接长出一个地衣原植体）。通过无性繁殖方式生长出来的大量地衣，证实了这种方法的效率。

最简单的无性繁殖方式是地衣原植体的碎裂。小块地衣原植体被脚踩碎或被风刮散，吹到或降落在动物身上，而后又沉落在合适的生境里。在地衣特殊的无性繁殖机制中，一小群藻类细胞被包裹在真菌粉芽（图1-1b）组织中，这种情况是最常见的。粉芽是一层散开的粉末，它把原植体的整个表面蒙住，或者是一种界限分明的结构（粉芽堆），它在地衣原植体上常显出独特的形状和占据一定的部位（如只出现在裂片的末端或表面）。裂芽（或珊瑚芽）（图1-1b）与粉芽不同，它不是粉末状，而是呈圆柱形、球形、珊瑚状或鳞片状的器官。它从地衣原植体表面长出，成为皮层的派生物。因而，裂芽含有一层围住许多藻类细胞的真菌组织。粉芽和裂芽靠风吹、雨水的溅落或流淌、食草的无脊椎动物、鸟类等传播开去。

1.6 生 长

众所周知，地衣的一个最大特点是它的极为缓慢的生长率和相当长的寿命。壳状和叶状地衣的生长主要向边缘扩大，因此通常产生莲座状植物。枝状地衣的生长通常偏向顶端，因此它们的高度（直立种类）或长度（下垂种类）随年龄的增长而增加。英国的壳状和叶状地衣的年辐射增长量通常在0.5—5.0毫米之间，而枝状地衣的生长速度较快，有些每年能长高或长长1—2厘米。在英国，可以普遍看到存活了几个世纪的地衣。格陵兰有一种壳状地衣——地图衣 (*Rhizocarpon geographicum*)，据说它的年龄已有4500年。但是，即使属于同一种地衣，生长率也不尽相同，这取决于环境条件。

随着年龄的增加，某些叶状地衣的中央部分即死去，并碎裂，而边缘部分则仍然富有活力地向外伸长，并因而形成环状或新月形。属于同一种的新菌往往就在那光秃秃的中央部分定居下来，形成同一个中心的地衣原植体。

缓慢的生长率并不意味着一个种不能在相当短的时间内覆盖较大面积的基质。例如，在混凝土构件上，一种壳状茶渍 (*Lecanora dispersa*) (图1-2a) 的许多分散的个体能够在五年内达到85%的覆盖面积。少数种也可能达到最适宜的大小，此后，死亡随即开始。但在大多数情况下，地衣的生命将取决于基质（如地衣所附着的树木）的寿命，或取决于其他植物（包括其他地衣）的竞争，而不是决定于地衣原植体本身内在的衰老过程。地衣死亡的种种标志将在2.3节进行讨论。

1.7 生理学与综合作用

近年来，人们在地衣研究方面已经取得了迅速进展，不论在地衣对环境因素的反应方面，或者在地衣原植体本身内部发生的化学过程方面都是如此。有许多地衣种类出现在无遮蔽的表面，那里不经常有水和养分的供应，因此它们必须经得起雨露均无的干燥时期的考验。在气候潮湿的时候，呼吸和光合作用迅速进行，但当地衣原植体干枯时，这些作用和其他过程就马上停止。由于地衣缺少保护性的防水表皮，它们能够对周围环境中湿度的变化迅速作出反应，并在整个地衣原植体表面摄取水分和水中的溶解物质。不同种类的地衣将根据它们与水的供求状况，适应特殊的环境条件。它们不但能经得住超高温和超低温及干旱条件，而且实际上它们的生存也需要这些因素的起伏变动。

当地衣潮湿时，它的藻类成员的细胞就进行光合作用，并产生过量的碳水化合物，然后通过细胞壁，以流动的乙醇糖（称作多元醇，如核糖醇）或葡萄糖的形式进入真菌菌丝。流动碳水化合物的性质取决于有关藻类的属。接着，在真菌菌丝内产生了其他多元醇（如甘露醇），并被用来组成所需的新的真菌组织。

在大多数情况下，矿物质养分来自溶解于雨水中的离子，但在某些场合下，有迹象表明，某些物质可能是从基质摄取的。特别是许多金属元素，能够在地衣原植体内累积到很高的浓度（3.4节）。

哪里的地衣有蓝绿色的共生体，蓝藻细胞就能够固定大气氮，并输入真菌菌丝。缺乏蓝藻的地衣可以从溶解在雨水中的硝酸盐中摄取所需的氮。