



“生物多样性保护”系列丛书

苔藓植物 多样性及其保护



曹 同 郭水良 姜玉霞 于 晶 左本荣 陈 怡 编著



“生物多样性保护”系列丛书

苔藓植物多样性及其保护

曹 同 郭水良 娄玉霞
于 晶 左本荣 陈 怡 编著

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

苔藓植物多样性及其保护 / 曹同等编著. —北京: 中国林业出版社, 2010.9

(“生物多样性保护”系列丛书)

ISBN 978-7-5038-5931-1

I. ①苔… II. ①曹… III. ①苔藓植物—生物多样性—保护

IV. ①Q949.35

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第182646号

“生物多样性保护”系列丛书

主 编: 陈宜瑜

副主编: 张知彬 马克平(常务)

中国林业出版社·环境景观与园林园艺图书出版中心

策划、责任编辑: 于界芬

电话: 83229512 传真: 83227584

出 版 中国林业出版社 (100009 北京西城区刘海胡同7号)

网 址 lymb.forestry.gov.cn 电话 83224477

发 行 新华书店北京发行所

印 刷 北京顺诚彩色印刷有限公司

版 次 2011年1月第1版

印 次 2011年1月第1次

开 本 850mm × 1168mm 1/32

印 张 5.5

字 数 174千字

印 数 1~3000册

定 价 45.00元

凡本书出现缺页、倒页、脱页等质量问题, 请向出版社图书营销中心调换。

版权所有 侵权必究

序

生物多样性是生物及其与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和，包括数以百万计的动物、植物、微生物和它们所拥有的基因以及它们与生存环境形成的复杂的生态系统，是生命系统的基本特征。人类文化的多样性也可被认为是生物多样性的一部分。正如遗传多样性和物种多样性一样，人类文化（如游牧生活和移动耕作）的一些特征表现出人们在特殊环境下生存的策略。同时，与生物多样性的其他方面一样，文化多样性有助于人们适应不断变化的外界条件。文化多样性表现在语言、宗教信仰、土地管理实践、艺术、音乐、社会结构、作物选择、膳食以及无数其他的人类社会特征的多样性上。

生物多样性是人类赖以生存的物质基础，具有巨大的商品和公益价值。其价值主要体现在两个方面：第一，直接价值，从生物多样性的野生和驯化的组分中，人类得到了所需的全部食品、许多药物和工业原料，同时，它在娱乐和旅游业中也起着重要的作用；第二，间接价值，间接价值主要与生态系统的服务功能有关，通常它并不表现在国家核算体制上，但如果计算出来，它的价值大大超过其消费和生产性的直接价值。据 Costanza 等估计，全球生物多样性每年为人类创造约 33 万亿美元的价值。生物多样性的间接价值主要表现在固定太阳能、调节水文学过程、防止水土流失、调节气候、吸收和分解污染物、贮存营养元素并促进养分循环和维持进化过程等方面。随着时间的推移，生物多样性的最大价值可能在于为人类提供适应当地和全球变化的机会。生物多样性的未知潜力为人类的生存与发展显示了不可估量的美好前景。

近年来，物种灭绝的加剧，遗传多样性的减少，以及生态系统特别是热带森林的大规模破坏，引起了国际社会对生物多样性问题的极大关注。生物多样性丧失的直接原因主要有生境丧失和片段化、外来种的侵入、生物资源的过度开发、环境污染、全球气候变化和工业化的农业及林业等。但这些还不是问题的根本所在。根源在于人口的剧增和自然资源消耗的高速度、不断狭窄的农业、林业和渔

业的贸易谱、经济系统和政策未能评估环境及其资源的价值、生物资源利用和保护产生的惠益分配的不均衡、知识及其应用的不充分以及法律和制度的不合理等。总而言之，人类活动是造成生物多样性以空前速度丧失的根本原因。据估计，由于人类活动引起的人为灭绝比自然灭绝的速度至少大 100 倍。引起了国际社会的普遍关注，各国政府纷纷制订有关生物多样性，特别是受威胁物种保护的法规。在生物多样性保护的进程中具有历史意义的事件是 1992 年在巴西首都里约热内卢召开的联合国环境与发展大会。在这次会议上通过了 5 个重要文件，其中之一即《生物多样性公约》。当时有 150 多个国家的首脑在《公约》上签字。《公约》于 1993 年 12 月 29 日正式生效，目前已有 188 个国家或地区成为缔约方。其宗旨是保护生物多样性、持续利用生物多样性以及公平共享利用遗传资源所取得的惠益。

中国是世界上少数几个“生物多样性特别丰富的国家”之一，现存物种总数约占全世界的 10%。中国又是世界上人口最多的国家，人均资源占有量低。中国比其他国家更依赖于生物多样性。然而，巨大的人口压力、高速的经济发展对资源需求的日益增加和利用不当，使中国生物多样性受到极为严重的威胁。据调查，我国的生态系统有 40% 处于退化甚至严重退化的状态，生物生产力水平很低，已经危及到社会和经济的发展；中国有 15%~20% 的物种受到严重威胁，遗传多样性大量丧失。中国作为世界栽培植物起源中心之一，有相当数量的、携带宝贵种质资源的野生近缘种分布，其生境受到严重破坏，形势十分严峻。而且中国的保护区多在经济不发达地区，用于保护区的费用远远低于世界平均水平。如果不立即采取有效措施，遏制这种恶化的态势，中国的可持续发展是很难实现的。

为了推动生物多样性研究工作，及时反映这方面的研究成果，促进跨世纪的人才的培养，中国科学院生物多样性委员会曾组织并完成了“生物多样性研究”丛书，对于推动我国的生物多样性研究工作起到了积极的推动作用。随着近年来对生物多样性知识的普及和宣传，我国各级政府的有关管理人员和决策者对生物多样性的重要意义有所认识，保护意识也有所提高。但对于保护和可持续利用的需要还有较大差距。为此，中国科学院生物多样性委员会又组织有关专家编写这套“生物多样性保护”系列丛书，以进一步提高政府

部门和公众对生物多样性保护的认识水平。为实现《生物多样性公约》缔约国大会提出的在 2010 年基本遏制生物多样性丧失的态势提供必要的信息。

陈宜瑜

2005 年 11 月 21 日于北京中关村

前言

“雨滋苔藓浸阶绿”。提起苔藓植物，人们就会联想到生长在老宅房后阴暗潮湿角落地面的矮小丛生的绿色植物。由于苔藓植物多数结构简单、个体矮小，又似乎没有重要的应用价值，常常被误认为是“低等植物”而不为人们重视。其实，苔藓植物属于高等植物中一个独立的门，是植物界从水生向陆生过渡的重要类群，种类十分丰富，全世界有 191 科，1,230 多属，21,200 余种。苔藓被誉为“先锋植物”和大自然的“拓荒者”，分布十分广泛，除了海洋外，几乎分布在地球上的每个角落。从寒冷的南北极地和高山冰川到炎热的热带雨林，从干旱的岩石表面到湿润的土地、树干，甚至叶片表面，从沼泽湿地到水沟溪流，到处都有苔藓植物的踪影。苔藓植物不但在不同生态系统中具有不可忽略的生态服务功能，表现出重要而巨大的间接价值，而且作为独特的药用植物，特殊的园林植物和敏感的环境指示植物，在人们日常生活、医疗卫生、绿化建设和环境指示和监测等被广泛应用，具有重要的直接的应用价值。

中国是世界上苔藓植物多样性最丰富的国家之一，目前记载苔藓植物 125 科，572 属，3,460 余种，分别约占世界科、属和种的 65%，46%和 16%。中国还有大量的中国和东亚特产属和种。因此，保护中国的苔藓植物多样性，不但对中国而且对全世界植物多样性的保护和可持续利用有重要意义。多年来，在中国苔藓植物学者的辛勤工作和努力下，已出版了多卷《中国苔藓志》、*Moss Flora of China*、《中国苔藓植物彩色图鉴》和不少地区苔藓植物志及有关苔藓植物的专著，但尚无专门介绍苔藓植物多样性的科普读物。因此，在中国科学院生物多样性委员会的组织和支持下，我们决定在进一步查阅文献资料的基础上，结合长期的科研实践，编写一本较全面介绍苔藓植物多样性及其保护相关知识的书。本书力求通俗易懂，图文并茂，让人们了解丰富多样的苔藓植物，同时也尽量为相关专业人员教学和科研提供新的信息和参考资料。

本书是上海师范大学生命与环境科学学院苔藓植物研究组全体成员分工合作和共同编著的结果。第一章和第三章由郭水良编写；

第二章由曹同, 陈怡编写; 第四章由娄玉霞、于晶、曹同编写; 第五章由左本荣编写。最后, 由曹同和郭水良统稿。

在编写过程中, 我们查阅和引用了大量文献资料, 书中的图片或来自本书作者, 或得到相关作者的授权使用, 部分图片从网上下载, 一时无法确认其作者身份, 我们也给出了相关的网址。在此, 我们对相关的作者表示衷心的感谢。本书的编写和研究过程中, 得到了国家自然科学基金面上项目 (30970184), 上海市科学技术委员会重点项目 (08390513800), 上海市《环境科学》重点学科 (530406) 等支持和资助; 初稿完成后, 承蒙审稿专家们对书稿进行了认真审校修改, 并提出了许多宝贵意见; 同时, 中国科学院生物多样性委员会和上海师范大学对本书的编写和出版给予了大力支持, 对此一并感谢。

由于水平有限, 加之编写时间仓促, 文中不足和疏漏之处, 祈请批评指正。

编著者

2009年7月26日于上海

目 录

序

前 言

第一章 苔藓植物——水生向陆生过渡的高等植物	1
一、苔藓属于高等植物	1
二、苔藓植物的基本类群	6
三、水生向陆生过渡的重要代表植物类群	14
四、起源古老的绿色植物	24
五、苔藓植物的物种多样性	25
第二章 形形色色的苔藓植物	34
一、最原始的苔藓植物——藻藓	34
二、结构最复杂的苔藓植物——金发藓科	38
三、高山岩石上的原始藓类植物——黑藓科	41
四、保水杀菌的沼泽藓类——泥炭藓	42
五、会发荧光的“怪金”——光藓	47
六、虫媒传播孢子的鲜艳苔藓——壶藓	49
七、叶附生苔——叶面上生长的苔藓群落	51
八、特殊的苔类植物——角苔	53
九、配子体高度退化的特殊苔藓植物——烟杆藓	56
第三章 苔藓植物在生态系统中的功能	58
一、生态恢复的先锋植物	58
二、森林类型和生态系统健康的指示植物	64
三、蓄水保土的生态功能植物	67
四、全球变化响应和指示的敏感植物	68
五、生态系统重要的初级生产者	70
六、生态系统中的关键植物	74

第四章 苔藓植物多样性的价值	77
一、悠久的历史，多样的生活用途	77
二、丰富的药用资源，独特的治疗效果	87
三、特殊的园林植物，广泛的绿化应用	100
四、五倍子生产与苔藓植物	105
五、敏感的指示植物	107
六、独特的“实验材料”	114
第五章 切实行动，保护苔藓	117
一、苔藓植物丰富的生物多样性	117
二、苔藓植物多样性丧失的原因	118
三、保护策略和措施	134
参考文献	155
附 录	166

第一章 苔藓植物——水生向陆生过渡的高等植物

一、苔藓属于高等植物

苔藓植物是植物世界的小矮人，它们结构简单，绝大部分是仅几厘米长的“侏儒”，相当多的种类只有几毫米高，在我们周围随处可见（图 1-1）。

虽然多数苔藓植物喜欢生长在阴暗潮湿的环境中，但也有部分种类不惧干旱，能在光秃秃的裸岩和酷热的沙漠环境中定居生活。在城市里面，阴湿的路边墙角常常会出现一片青绿色，若是低头仔细观察就会发现，原来就是非常矮小的苔藓植物，互相密密地挤在一起，毛茸茸的，好像一层碧绿的毡绒。路边的树干和岩石上，森林中的潮湿环境中，常能够见到苔藓植物。虽然在林中显得非常矮



图 1-1 苔藓植物生境的多样性：土生（左上图）、林地生（右上图）、树生（左下图）和石生（右下图）等类型（曹同，郭水良摄）

小，但是在亚热带高山地、在温带的云冷杉林下，寒温带高山苔原，苔藓植物分布广，生物量大（图 1-2）。

由于苔藓植物个体矮小，并不像蕨类植物和种子植物那样受到人们的重视，在一般人的心目中，苔藓植物是不显眼的“低等植物”。事实上，苔藓植物因为生活史中具有胚，是不折不扣的高等植物，而且它们的种数比蕨类植物、裸子植物还多，是高等植物中的第二家族（马炜梁，1998）（图 1-3）。图 1-3 中的地衣和菌类现多归属为独立的“菌物界”。

苔藓植物生活史具有明显的世代交替（图 1-4）。我们日常见到种子植物如雪松、水稻等是它们的孢子体，花粉粒是它们的雄配子体，即这些植物的孢子体发达，配子体简单，并且不能独

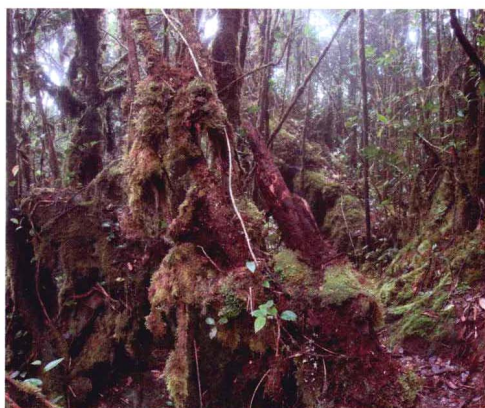


图 1-2 苔藓植物是不同生态系统重要的组成成分（上图：马来西亚，林内苔藓植物；下图：长白山高山苔原，曹同摄）

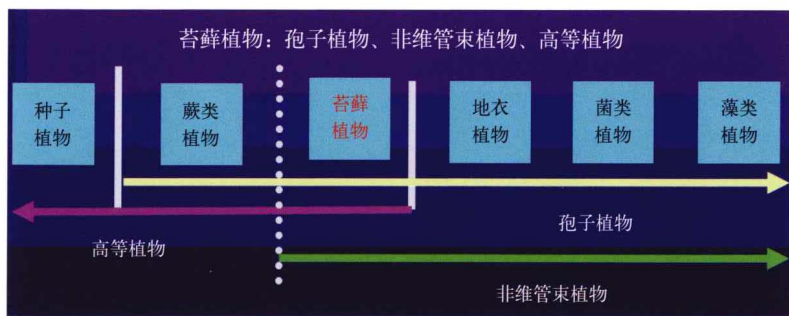


图 1-3 苔藓植物是以孢子进行繁殖，没有维管组织分化的高等植物

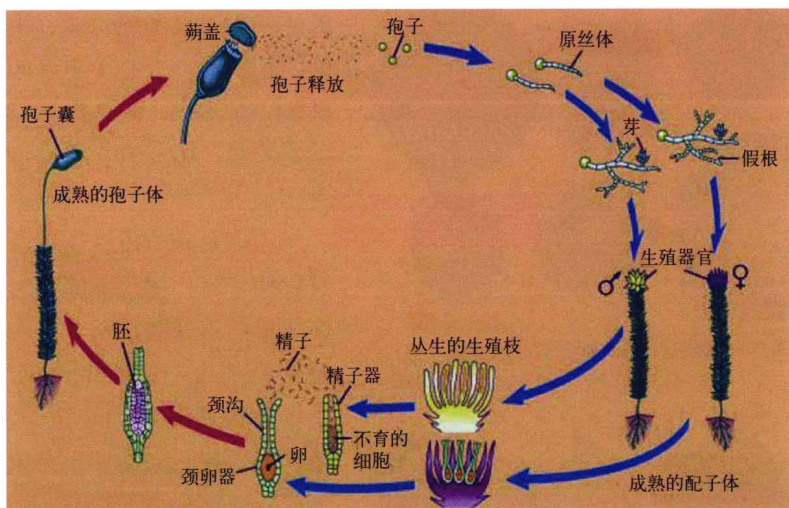


图 1-4 苔藓植物的生活史：具有孢子体和配子体两个阶段（左本荣制图）（源自自 <http://www.gxforestry.net/show.asp?id=847>）

立生活。但是，在苔藓植物的生活史中，孢子体结构相对简单，不能独立生活，要寄生在配子体上，因此，苔藓植物生活史中具有配子体发达的世代交替。

苔藓植物有了茎叶分化（图 1-5）。茎起着支持作用，结构也有了一定的分化，由厚壁细胞组成的中轴（图 1-6），使茎有一定支持功能，能够适应陆地环境；苔藓植物叶的形态高度多样化（图 1-7），中肋类似于被子植物中的叶脉，可能与水分养料的输导以及机械支持功能有关（图 1-8），但是也有相当多的种类没有中肋或有的具有双中肋或分叉的中肋。

到了繁殖阶段，苔藓植物配子体上产生有性生殖器官，雌性生殖器官称颈卵器（图 1-9），颈卵器的外形如瓶状，细狭的部分称颈部，膨大的部分称腹部；颈部



图 1-5 万年藓 (*Clinacium dendroides*)，因为有茎叶分化，形态似树形（曹同摄）

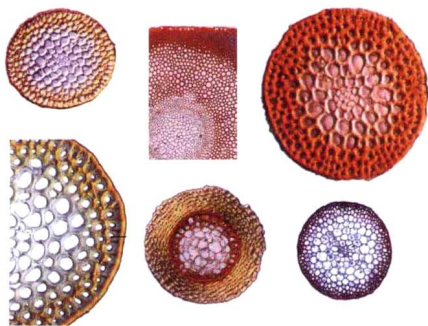


图 1-6 藓类植物茎内部已有结构分化
(Bill Malcolm & Nancy Malcolm, 2000)

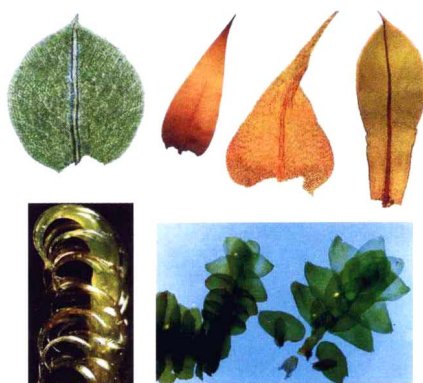


图 1-7 形态多样的苔藓植物叶 (Bill Malcolm & Nancy Malcolm, 2000)



图 1-8 藓类植物叶的中肋结构 (Bill Malcolm & Nancy Malcolm, 2000)

的外壁由 1 层细胞构成，中间的称颈沟，内有 1 串颈沟细胞；腹部的外壁是由多层细胞构成，中间有 1 个卵细胞。

苔藓植物的雄性生殖器官称精子器，精子器的外形多成棒状或球状，精子器的外壁也是由 1 层细胞构成，精子器内具有多数的精子，精子的形状长而卷曲，多数带有两条鞭毛（图 1-10）。

苔藓植物的生殖器官外面具营养细胞组成的保护结构，使苔藓植物适应于多变的环境。精子器内产生的精子和颈卵器中的卵结合产生受精卵，在颈卵器腹部发育，形成胚，进而形成孢子体（图 1-11）。苔藓植物的这些特点，使其更好地适应生长的环境。

泥盆纪（距今约 3.6 亿～4.1 亿年）以前出现的藻类、菌类和地衣没有胚，受精卵在母体外发育、生殖器官一般是单细胞，也没有根、茎和叶的分化，植物学家将它们归类于低等植物。而苔藓植物具有茎叶分化、有多细胞的生殖器官，受精卵在母体内发育，在母体内形成胚。

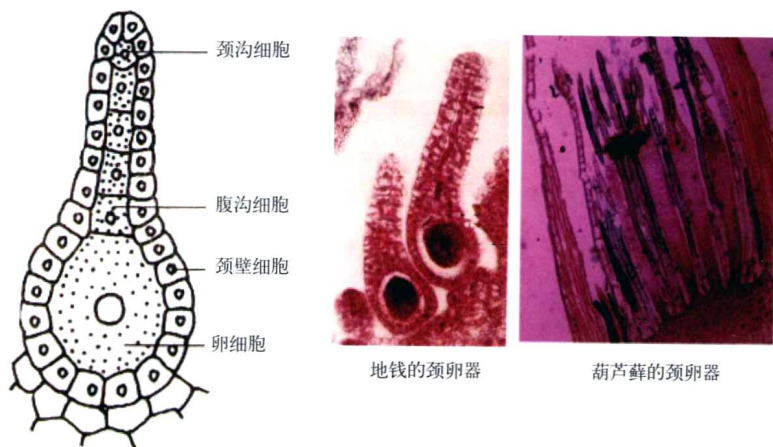


图 1-9 苔藓植物的颈卵器 (马炜梁, 1998)

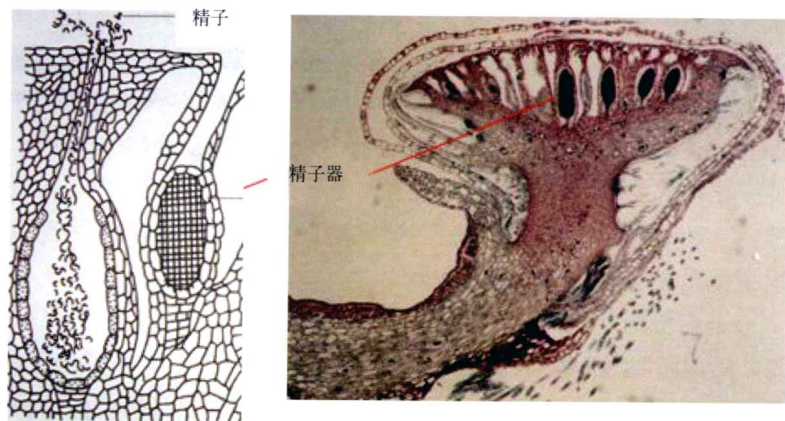
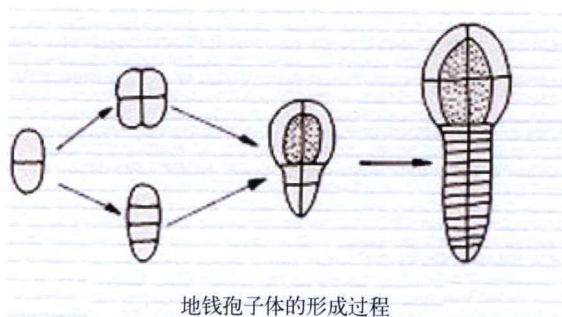


图 1-10 苔纲地钱的精子器 (马炜梁, 1998)



合子先横分裂为外细胞 (outer cell, 进一步形成胚体) 和内细胞 (inner cell, 发育为基足, 连接配子体, 获取营养, 供孢子体进一步生长)

地钱孢子体的形成过程

图 1-11 地钱合子经过胚发育形成孢子体的过程 (马炜梁, 1998)

因此苔藓植物与蕨类植物和种子植物一起，归为高等植物。但是，苔藓植物又是最原始的高等植物，表现在植物体没有维管组织分化，没有真正的根，因此机械支持和输导能力弱，受精作用还需要水的环境。例如叶片通常为单层细胞，只有少数苔藓植物的叶片具有比较复杂的多层细胞，但是没有表皮组织、海绵组织等结构；只有部分苔藓植物在孢蒴或者配子体上具气孔或者气室，但是即使具有这些结构它们也无开闭能力，这些也限制了它们对陆地环境的适应能力。



图 1-12 裸蕨类植物

从地质资料和进化历史来讲，苔藓植物也是一类高等植物。现存地球上的植物经历了 30 多亿年的漫长历程逐渐发生发展和进化而来的。4 亿年前由一些绿藻演化出裸蕨类植物（图 1-12）。裸蕨是一类原始的陆生维管植物。在 3 亿多年前的泥盆纪早、中期，裸蕨类植物经历了约 3 千万年的向陆地扩展的时间，并开始朝着适应各种陆生环境的方向发展分化，演化出现存的蕨类植物、种子植物和被子植物等高等植物。由于裸蕨类植物已有维管组织和胚的分化，属于高等植物。

苔藓植物是一支起源于泥盆纪的古老植物，从时间上看，苔藓植物的起源要比裸蕨类迟；从形态解剖结构比较发现，苔藓植物也有可能是起源于裸蕨类植物，因此苔藓植物也是一类高等植物。只是在进化过程中，苔藓植物“走错了方向”，朝着配子体发达的方向演化，形成了进化的一个侧支。苔藓植物在进化过程中出现了适用于陆生环境的性状，例如孢子体上蒴帽，有利于保护幼小的孢蒴，孢蒴上的蒴齿或里面的弹丝能做“感湿”运动，蒴柄又将孢蒴竖于茎叶外，有利于孢子的散发。最新的研究认为，苔藓植物可能是从轮藻（*Charophyta*）进化而来的（Vanderpoorten & Goffinet, 2009）。

二、苔藓植物的基本类群

苔藓植物门传统上被分为苔纲（*Hepaticae*）和藓纲（*Musci*）。1953 年美国苔类学家休斯特（Schuster）认为角苔目植物（*Anthocerotales*）

在形态构造上与苔纲和藓纲的显著差别，在系统演化上占有的独特位置，将其提升为纲，称为角苔纲（Anthocerotae），从而把苔藓植物门分为3纲：苔纲、角苔纲和藓纲（图 1-13）（Crandall-Stoteler, 1984; Vitt, 1984）。苔藓植物三个纲的主要区别见表 1-1。至于藻藓属（*Takakia*）的分类地位，一直有不同的处理。2002 年出版的《云南植物志》（黎兴江，2002）将这类植物作为藓纲的一个类群：藻藓

表 1-1 苔藓植物三纲的主要特征比较

项目		苔纲	角苔纲	藓纲
配子体	形态	叶状体或茎叶体，叶 2 或 3 列，有背腹之分，两侧对称	叶状体	茎叶体，叶多螺旋排列，辐射对称
	假根	单细胞	单细胞	多细胞，单列，具分枝
	中肋	无	无	绝大多数叶具中肋
	叶绿体数	多数	少，1至数个	多数
	蛋白核	无	有	无
	油体	有	无	无
	蒴萼	有	无	无
	淀粉粒	无	有	无
原丝体		不发达，一原丝体生一配子体	同苔纲	发达 一原丝体生多配子体
孢子体	组成	孢蒴、蒴柄、基足	孢蒴、基足	孢蒴、蒴柄、基足
	蒴柄	孢蒴成熟之后伸长，柔软，假蒴柄	无	孢蒴成熟之前伸长，挺硬，真蒴柄
	孢蒴	球形	棒状	多种形状
	孢蒴裂式	多为纵裂	自上而下二瓣裂	多为盖裂
	孢蒴中轴	无	具纤细中轴	多具中轴
	蒴盖	无	无	有
	蒴齿	无	无	有
	环带	无	无	有
	弹丝	有	具假弹丝	无