

综 述

苔藓植物的研究概况

吴鹏程 罗健馨

(中国科学院北京植物研究所)

PRESENT STATUS OF BRYOLOGY RESEARCH

WU PAN-CHENG LOU JIAN-SHING

(Peking Institute of Botany, Academia Sinica)

苔藓植物为水生向陆生过渡,借以孢子繁殖的一个植物类群。全世界约有23000种,遍布于各大洲,甚至,在南极地区亦已有所发现。由于其个体多较细小,往往为人们所忽视。目前对苔藓植物研究的注目尚远远不及其在植物界中所处的地位,但以苔藓植物为题材在一些学科中进行探讨,孕育着苔藓植物由经典分类学研究开始进入一个较广阔的领域的萌芽。

一、简 史

回顾历史,国外最早命名苔藓植物的为Linne (1753),在他的《植物种志》(Species Plantarum)中记载了约140种。其后Hedwig (1801)的《藓类植物种志》(Species Muscorum Frondosorum)及Gottsche、Lindenberg和Nees (1844—1847)的《苔类植物大纲》(Synopsis Hepaticarum),进一步确立了藓类和苔类的分类体系,但苔类(Hepaticae)和藓类(Musci)的泥炭藓科(Sphagnaceae)仍沿用1753年5月1日Linne的命名,藓类的其余部分则以Hedwig的《藓类植物种志》为合格发表的起始日期。而首先把“苔藓植物门(Bryophyta)”作为术语使用的是Braun (1864),当时的概念还包含菌、藻、地衣等低等的孢子植物。Schimper在1879年才把它作为和现在含义相同的术语使用。Eichler (1883)以系统学的观点把苔藓植物门排列于菌藻植物门(Thallophyta——包括藻、菌和地衣)与蕨类植物门(Pteridophyta)之间,确立了苔

藓植物在植物界中的地位。

事实上,在十九世纪四十年代已有不少人从事地区藓类志的工作。Bruch、Schimper和Gümbel以近20年的时间(1836—1855)发表了《欧洲藓类图志》(Bryologia Europaea)六大卷。Dozy和Molkenboer也用了25年(1855—1870)完成了两卷本的《爪哇藓类图志》(Bryologia Javanica)。十九世纪后期,专业性苔藓杂志法国的《苔藓植物评论》(Revue Bryologique)和美国的《苔藓学家》(The Bryologist)相继在1874和1898年创刊。迄今,这两种刊物仍在继续出版(前者在1928年改名为《苔藓地衣植物评论》)。另一孢子植物杂志《Hedwigia》也是同时代的刊物,但1944年后停刊,1959年改名为《Nova Hedwigia》再度出版。

二十世纪初期(1900—1924),Stephani完成了《苔类植物种志》(Species Hepaticarum),其中已报道了一些中国的种类。几乎与此同时,Fleischer (1900—1922)的《爪哇藓类植物志》(Die Musci der Flora von Buitenzorg)和Müller(1906—1916)的《德国、奥地利和瑞士苔类植物志》(Die Lebermoose, Deutschlands, Österreichs u. d. Schweiz)亦相继问世。世界上第一部藓类植物专志《泥炭藓科志》(Sphagnales-Sphagnaceae)是由Warnstorf在1911年发表的。

进入廿世纪卅年代之后,地区性苔藓植物志的出版逐步增加,除Mönkemeyer (1927)的《欧洲藓类志》(Die Laubmoose Europas)外,《英国藓类

手册》(Dixon, 1924)、《英国苔类手册》(Macvicar, 1926)、《中国植物志要》IV、V (Handel-Mazzetti 主编, 1929—1930; 发表了以中国西南地区为主的部分苔类和藓类)、《菲律宾藓类志》(Bartram, 1939)、《北美藓类志》(Grout, 1928—1940)、《北美苔类志》(Frye 和 Clark, 1937—1947)、《日本及邻近地区苔类志》(堀川, 1934)、《日本的藓类》(櫻井, 1954)、《斯堪的纳维亚苔藓志》(Arnell 和 Nyholm, 1954—1969)、《乌克兰藓类志》(Lazaranko, 1955)、《波兰苔类植物总论》(Szweykowski, 1958)、《苏联藓类志》III (Abramova, 1954)、《南非苔类志》(Arnell, 1963)、《拉丁美洲苔类手册》I—III (Fulford, 1963—1968)、《北美苔类和角苔志》I、II (Schuster, 1966—1969)、《太平洋西北部藓类志》(Lawton, 1971) 等陆续出版。

目前,除一些区域外,各大洲的地区性苔藓植物研究多少有些眉目或初具规模,有多种定期或不定期的苔藓专门杂志或孢子植物杂志出版。1972年5月,国际植物分类学会苔藓分会创办了第一本世界性苔藓植物杂志——《苔藓植物学汇报》(Bulletin of Bryology)。此外,日本在苔藓植物研究方面,现有专门研究机构,并出版杂志。1970年曾举办了“苔藓植物展览会”,其中展出了“苔藓植物和公害的关系”。

我国在解放后,由于党对科学研究工作的重视,普遍地进行了全国各大地区的苔藓植物调查和采集,使该学科在几乎空白的基础上,建立和贮存了较为丰富的标本室及图书资料。现已出版了《中国藓类植物属志》上册(陈邦杰等, 1963)和《中国高等植物图鉴》第一册(苔藓部分, 1972)。《中国藓类植物属志》下册、《中国苔类植物属志》、《东北藓类志》、《秦岭藓类志》和《中国东部苔藓手册》等也将完稿或正在编写。

二、苔藓植物的分类系统及其起源问题

I. 苔藓植物各大类的系统

对苔藓植物分类系统的论述,在十八世纪末期已具有相当的水平。苔类中的地钱、叶苔和角苔三大类,藓类中的泥炭藓、黑藓和真藓三大类在当时均已被确立。之后,对它们基本上只是在纲、亚纲或目的等级以及作为原始或进化类型的排列先后有所差异。

1. 苔类植物分类系统

Schiffner (1893—1895) 和 Verdoorn (1932) 均认为角苔类植物为进化的类型,立为亚纲,但前者把地钱类和叶苔类亦相应地作为亚纲,Verdoorn 则把两者合成苔亚纲,与角苔亚纲相并立。Evans (1939) 之后,苔类学家主张把苔类中亚纲等级下降为目,并从腋蒴叶苔类 (Jungermaniales anacrogynae) 植物中把囊果苔分出,成为与角苔目、叶苔目和地钱目平行的目或亚目,当时认为角苔类植物为原始的类型。之后, Schuster (1958—1963)、安藤(1966)和服部(1970)先后均主张把地钱类植物和叶苔类植物提升为亚纲,置于苔纲之下,同时把角苔作为独立的纲和苔纲列为同一分类等级。现不少学者同意这样的观点,并认为角苔类植物为苔类中较进化的类型。

2. 藓类植物分类系统

在 Limpricht (1885—1903) 当初划分藓类植物的等级时,把孢蒴无蒴轴的一类植物独立成目,因此,成为泥炭藓目、黑藓目、无轴藓目和真藓目四大类。自 Brotherus (1901—1909) 起认为无轴藓类植物应归并入真藓类中,并把泥炭藓、黑藓和真藓三大类植物提升为亚纲。1924—1925年, Brotherus 在 Engler 的《植物科属自然系统》(Die natürlichen Pflanzenfamilien) 中又把他过去系统中的真藓亚纲顶蒴藓类植物中的烟杆藓和金发藓植物列为2个类 (Reihengruppe), 与真藓亚纲中的真藓类相并列(此系统后来被广为应用)。Dixon (1932) 基本上同意 Brotherus 的系统,但依据四齿藓、烟杆藓和金发藓植物蒴齿由细胞构成的特性认为是原始的类型而归为线齿类 (Nematodontae), 排列于真藓亚纲节齿类 (Arthrodontae) 之前。Reimers (1954) 基本上同意 Brotherus (1924—1925) 的系统,但把烟杆藓和金发藓类植物分别提升成亚纲。野口 (1962) 和服部 (1970) 亦同意 Reimers 的意见。陈邦杰 (1963) 仍赞成 Brotherus (1924—1925) 的系统及 Reimers 的部分意见,又根据一些科属的特征对它们的系统位置作适当的调整。安藤 (1966) 则主张把真藓类植物独立,与泥炭藓纲相并列。

目前,对上述藓类各大类的系统位置尚未取得一致的意见。

II. 苔藓植物的起源问题

苔藓植物究竟由那类植物而来,在十九世纪初期就有各种见解,总的可概括为两种意见:

1. 由藻类植物起源, 2. 为裸蕨类植物退化而

成。

在藻类方面,红藻的藻红素和藻蓝素的存在,褐藻的藻褐素和载色体与苔藓植物无相似点。反之,苔类中的角苔具有和绿藻近似的载色体及淀粉核构造,且绿藻配子体发达,有些种类的合子留在配子体内,故认为苔藓植物由绿藻类型的植物演化而来。

主张苔藓植物从裸蕨类植物退化而来的依据是:裸蕨类植物的角蕨(*Hornea*)和鹿角蕨(*Rhynia*)没有真正的叶,又没有根,但在横生的茎上有假根。其突出的差异是孢子囊具有分枝,认为从分枝的裸蕨向单一孢子体的角苔演化是极可能的,且角苔孢子体中央有蒴轴,认为系输导组织退化的依据。

不久前,服部和井上(1958)报道在日本北部高山地区发现一种外形似藻类的苔类——藻苔 *Takakia lepidozoioides* (现已发现 2 种,见图 1)。最初被认为是藻类,后来在标本中发现有裸露的顶生或侧生的颈卵器,确定它为原始的苔类,其染色体 $n=4$ 亦可证明此点。从它外形象藻类而又与某些苔类植物极近似,对苔藓植物起源于藻类是一个有力的物证,但迄今尚未发现其孢子体和精子器。为此,尚有待于进一步的研究。

对苔藓植物起源问题的论述,人们似乎倾向来源于绿藻较可能,而认为裸蕨与苔藓植物的个体大小和组织分化之间的差异较大。但无论苔藓植物是由藻类进化,或系裸蕨类植物退化,这两种观点现均缺乏足够的论证。

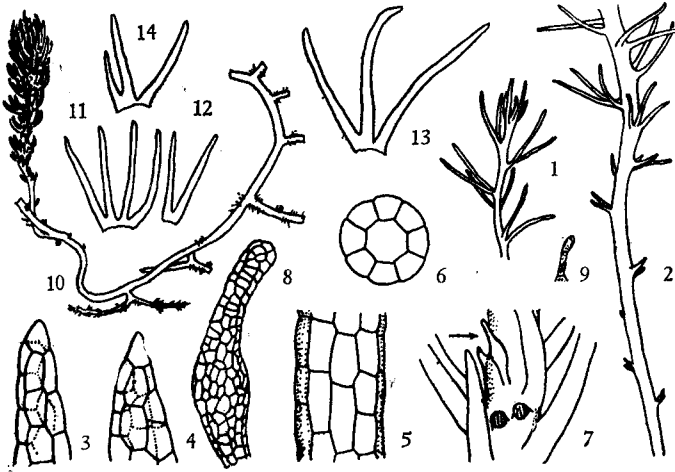


图 1 两种藻苔

Takakia lepidozoioides (1—8): 1. 细弱茎的尖部, $\times 10$; 2. 茎的中部和下部, $\times 10$; 3—4. 叶的尖部, $\times 160$; 5. 叶的一部分, $\times 160$; 6. 叶的横切面, $\times 160$; 7. 茎的尖部, 示一颈卵器, $\times 36$; 8. 颈卵器, $\times 106$; 9. 副体(或鳞片), $\times 100$ 。 *T. ceratophylla* (10—14): 10. 植物体, $\times 14$; 11—14. 叶, $\times 26$ 。(仿服部和水谷等)

三、各有关学科研究的简述

I. 形态学方面

两个世纪以来,苔藓植物形态学方面的研究主要局限于对它在自然界中所生长的孢子体和配子体的一般形态的观察和比较。

现由于以无机盐为主的培养基的培育普遍应用,观察和比较不同种类孢子的萌发、原丝体的产生、假根着生位置、无性芽以及分枝的形式等已有相当的水平。甚至,弹丝和孢子的形态(下藏,

1963)亦试图作为腋蒴叶苔亚目(*Jungermanniales anacrogynae*)分属的依据。在苔类植物中,叶细胞内的油体数量和类别已被相当重视。

II. 细胞学方面

主要在苔藓植物核染色体方面有不少人致力于该项工作。据目前所知,苔藓植物的染色体数(n)相对较简单,多数种类在 $n=15$ 以下,最小为 4,最大者为 52。在藓类方面,已由三宫、辰野、Anderson 和 Al-Aish、井上、Chopra 和 Kuman、Smith 和 Newton、Steere、Lazarenko、Vaarama

以及 Wigh 等作了大量的工作。并发现不同种类有异质染色体的差别和雌雄性染色体 X 和 Y 的差别。Bryan (1956) 还依据染色体数, 把过去放在 *Ditrichaceae* 中的 *Bruchia* 认为是 *Dicranaceae* 的 *Trematodon*。Lowry (1948) 发现 *Mnium menziesii* 染色体数较同属其它种为少, 主张把它从 *Mnium* 属移入 *Leucolepis* 属。

毫无疑问, 染色体工作进一步的开展, 对苔藓植物亲缘关系会有更进一步的了解。但苔类植物在此方面的工作 (辰野、Berrie 和 Geoffrey 等) 为数尚不多。

III. 孢粉学方面

孢粉分类学在生产实践中的应用已有相当的历史, 苔藓植物由于其孢子细微, 通常在鉴别地层、测定石油和其它矿物方面均忽视了苔藓孢粉的工作。现知苔藓植物孢子直径可达 100 微米 (例如 *Archidium*; 仅极少数藓类孢子直径超过 100 微米), 最小者为数微米 (包括相当数量的苔类)。三好 (1969) 曾统计了 169 种藓类孢子, 其中 32% 的种类直径在 25—30 微米, 直径在 10—25 微米者为 58%, 10 微米以下和 50—100 微米者均仅有 1% 的比率。苔藓植物孢子微小对孢粉分类方面增加了不少困难, 通常的光学显微镜很难鉴别孢子外壁比较平滑的种类。随着科学技术的发展, 电子显微镜的诞生已打开苔藓孢粉学的大门。Mc Clymont 和 Larson (1964)、三好 (1969) 对 *Polytrichum* 的 6 个种用直接观察法调查, 认为它们的孢子外壁形态, 可明确划分为具圆锥状颗粒和疣状颗粒两类。新敏和室屋 (1965) 将 *Entodon conchophyllus* 等藓类孢子制成超薄切片, 发现 *Entodon conchophyllus* 的孢子外壁的疣状突起外面还有微疣。

最近, 上村 (1971) 更进一步用扫描电子显微镜 (scanning electron-microscopic) 观察了耳叶苔 (*Frullania*) 的 2 种孢子, 从它们的表面的疣的大小和它们的向心的倾向不同, 认为此两种苔类归于同一亚属 (*Subg. Frullania*) 的不同组是合适的。随着科学技术的进展, 我们可以预见苔藓植物孢子的鉴别应用于古植物学、地质勘测和地层鉴定方面是很有希望的。

IV. 植物生态群落学方面

以苔藓作为森林类型的指示植物已很普遍。Richards (1952) 曾把叶附生植物 (包括叶附生苔) 作为热带雨林的特征之一。在赤道两侧的热带雨

林和亚热带雨林, 甚至亚热带常绿阔叶林内, 通常可看到苔藓植物茂密地覆盖着整个乔、灌木树干的奇丽景象, 人们称这种林子为“苔藓林”。因此, 在进行植被或森林调查时, 取用苔藓植物作为命名林型的形容词已属惯例, 如“金发藓云杉林”、“泥炭藓落叶松林”、“塔藓黑果乌饭树云杉林”等等。

在附生苔藓植物及其群落方面, Herzog (1926)、Barkman (1958)、陈邦杰 (1958) 和岩月 (1960) 等均作过不少的工作, 对苔藓植物着生的不同生态基质作了细致的观察和划分。此外, 把树干等分为不同的部位、方向、高度和不同的多度等级。并以苔藓群落 (狭义的) 内的优势种和主要种, 命名了不少的苔藓群落。

目前, 进一步从生态因子的测定来研究苔藓植物已初具萌芽。小野 (1967) 就日本叶附生苔类着生的环境进行了温度和湿度等的细致测定和对照。沼田 (1966) 对半自然草地 (*seminatural grassland*) 作了观察, 发现藓类植物可作为草地演替 (*succession*) 的指标。很有意义的是松田 (1964) 观察了南极沿岸的藓类群落, 当地面气温为 +3℃ 时, 藓类群落的表面温度往往为 +16℃, 当秋天—春天期间, 南极气温在 -40℃ 以下, 藓类群落的温度可近达 -20℃。

V. 植物地理学方面

1926 年, Herzog 把世界苔藓植物的分布划分为 5 个大区和若干小区以来, 随着各地苔藓植物的逐步搜集和鉴别, 及其内在亲缘关系的深化, 人们在 60 年代开始深入讨论它的地理分布问题 (堀川, 1955; 服部, 1947; 野口, 1951; 等), 探索它怎样随着地质年代的不断变迁经历变异和发展。

已被确认苔藓植物在东亚和北美植物区系之间具有显著的联系。岩月 (1958) 比较了北美东南部阿巴拉契亚山地和日本的藓类, 在 353 种藓类中有 196 种 (55.3%) 亦见于日本。这些共同种多属泛北区系成分。但阿巴拉契亚山地的藓类中仅 82 种 (23%) 亦见于美国西部同纬度的加利福尼亚。

陈邦杰等 (1958、1965) 在我国黄山发现了过去一直认为是日本特有的 6 个属, 为阐明我国东部和日本植物区系之间的密切关系增添了论据。而这些特有属、种在我国西天目山亦有所发现。这不得不使人推测, 这些特有属和种的分布中心

很可能是位于亚洲大陆东部。

其它如北极圈和格陵兰相同的苔藓达 60 种以上 (Steere, 1953, 1955, 1965)。又如认为东亚和日本特产的 *Frullania jackii* (Steere, 1965) 和 *Oreas martina* (Steere, 1958) 现在阿拉斯加北部发现。Steere (1966) 还报道中国特有的耳坠苔 (*Ascidiota blepharophylla*) 现在阿拉斯加极地和高地数处亦发现。

近年来, Sharp 和岩月(1965, 1966) 多次讨论了东亚苔藓植物区系和墨西哥植物区系之间的关系, 并已发现不少姊妹种 (vicarious species), 例如 *Aërobryopsis longissima* 和 *A. mexicana*, *Hymenostomum exsertum* 和 *H. semidiaphanum* 以及 *Forsstroemia*, *Neckeropsis* 和 *Pireella* 等属的一些种。

VI. 植物化学方面

植物化学分类学的研究和建立, 为植物分类学开辟了新的前景。它对苔藓植物方面的研究已有所渗透。早在十九世纪末期, Czapek (1899) 就分析了苔藓植物细胞膜的化学成分。二十世纪初, Lohmann (1903) 从地钱、蛇苔和叉苔中提纯了灰分, 还在一些苔藓植物中发现了粗脂和生物碱 (alkaloid)。Rancken (1914) 和 Mason (1916) 等分析了许多苔藓植物中含有碳水化合物, 包括蔗糖、果糖、麦芽糖和棉子糖等等。进入五十年代后, 更多的植物化学家瞩目于苔藓为题材的工作, 如: Virtanen (1956, 1957) 从大金发藓 (*Polytrichum commune*) 中提取了二羟谷氨酸 (dihydroxy-glutamic acid), 裴鉴、周太炎 (1958) 分析此种植物具皂素。较多的报道则集中在泥炭藓 (*Sphagnum*) 方面, Lindberg 和 Theander (1952)、Black 等 (1955)、Efimenko 和 Dzenis (1962)、Bendz 等 (1966, 1967)、Rudolph (1964, 1965, 1967) 以及 Nilsson 和 Tottmar (1967) 等都作了很多的工作, 从泥炭藓植物中分析出碳水化合物、氨基酸、谷甾醇、木质蜡醇、榄香精、单糖和双糖等。此外, Gellerman 和 Schlenk (1964) 在桧叶大金发藓 (*Polytrichum juniperinum*)、虎尾藓 (*Hedwigia ciliata*) 和塔藓 (*Hylocomium splendens*) 等中分析出脂肪酸; Lohmann (1903) 首先从 *Bazzania trilobata*, *Mylia taylori* 和 *Nardia scalaris* 等中发现倍半萜烯 (sesquiterpen); Douin (1956, 1958) 在不少苔藓植物中取得胡萝卜素。氧化酶和抗生素 (antibiotic) 也在苔藓植物中有所发现。

近来, Hegnauer (1962) 和 Huneck (1969) 等试图对苔藓植物的内含物质加以综述。上述不少例证已说明, 植物化学在苔藓植物方面的工作是有其广阔的前途。同时, 它也将给探索苔藓植物在物种系统发育和阐明植物类群的亲缘关系方面开辟了新的途径。

四、展 望

I. 基本的工作

首要的是苔藓植物种的鉴别和分类, 植物志和地区植物志的有计划有组织的编写, 摸清苔藓植物的种类及其分布概况是基础性的工作。虽然, 生物学的发展已进入分子生物学时代, 但以形态特征为基础的经典分类学仍然不可缺少, 在这方面还有待于专业工作者付出艰巨的劳动, 从事各地区的标本采集、鉴定和整理, 才能最终作出系统、全面的基本资料。此外, 在经典分类学继续深入的同时, 实验分类学或其他有关学科, 例如细胞、形态、植物化学、生理、生态等在苔藓方面的工作亦应注意发展。以此探索苔藓植物内在的亲缘关系 (大系统) 和种系关系 (小系统), 解决“近似种”、“姊妹种”以及种以下分类等级之间的问题, 使人们对种的认识更符合于自然界的规律。

II. 起源问题

苔藓植物的起源多少年以来是众所关心的问题, 在种的起源这个根本问题上是不可缺少的一个组成部分。这不仅系苔藓植物或孢子植物研究的重要任务, 还需要在有关领域内进行长期细致的探索、考察和实验, 尤其重要的如较多的化石标本的发现, 能生动地追溯苔藓植物在地质年代的产生、分布及其是如何由水生演变为陆生植物。

III. 利用的途径

1. 以含有生物碱或其它有效成分的野生植物来防治疾病是当前一个急需的工作。早在十一世纪中期, 《嘉祐本草》即记载“土马骝”(大金发藓类植物) 能败热毒。李时珍的《本草纲目》(约 1593 年) 报道了少数苔藓植物可入药。文化大革命期间, 我们进一步发现一些苔藓植物可镇静安神、祛风除湿及止血镇痛等等。这就给药物化学和植物化学工作提供一个新的课题, 即如何摸清苔藓植物各大类的基本化学成分和性能, 以及它们和苔藓植物内在系统的关系。

2. 有选择地进行苔藓植物生理机制的测定。如不久前堀川和安藤 (1966) 报道, 在南极大陆沿

岸采集的几种藓类,保存在零下3℃至零下20℃的冷冻条件下。经4年半后,将它们取出放在10℃情况下,给予适当的水份和光照,令人感到惊奇的这些苔藓植物能萌发出新的枝条,如能摸清其抗冰冻的渗透压机制,对应用于高寒地区作物的定向培育将有启发。

3. 苔藓植物的抗辐射和指示大气污染,也是苔藓植物研究的一个新方向。如在2000公尺以上山区空气稀薄,辐射极为强烈,在裸露的花岗岩上可找到生长良好的黑藓(*Andreaea*)。有人作了试验,苔藓孢子萌发后,经2600Å紫外线照射后原丝体受损伤,但经过在黑暗中“休息”后可以“复活”。自地衣被确认为测定大气污染的最敏感的指示植物以来,近年,有人(安藤,1970)认为苔藓植物亦可指示大气中SO₂的存在。

4. 其它方面,如苔藓植物对于沼泽和森林的变迁、泥炭藓和泥炭的利用、五倍子与寄主提灯藓的关系等等,均系很有意义的工作。

参 考 文 献

- [1] 陈邦杰, 1958: 中国苔藓植物生态群落和地理分布的初步报告。植物分类学报 7(4): 271—293。
- [2] ——, 1962: 苔藓植物研究与其它学科的关系。南京师范学院学报(自然科学版) 4: 13—24。
- [3] ——、吴鹏程, 1965: 黄山苔藓植物的初步研究。黄山植物的研究, 1—59。上海科学技术出版社。
- [4] 严楚江, 1959: 孢子植物形态学, 179—204。高等教育出版社。
- [5] 加藤幸雄, 1966: 植物組織培養法, 第3編: 組織培養の応用。
- [6] 塔赫他间, A. JI., 1953: 高等植物系统的系统发育原理, 3—10。科学译丛植物学: 第1种。胡先骕译, 1954。
- [7] Ando, H., 1966: History of the classification and taxonomical problems in bryophyta. *Misc. Bryol. Lichenol.* 4(1): 3—6. (in Japanese)
- [8] Barkman, J. J., 1958: Phytosociology and Ecology of Cryptogamic epiphytes.
- [9] Hattori, S., 1970: Origin, Phylogeny and classification of bryophytes. *Misc. Bryol. Lichenol.* 5(5): 71—73.
- [10] Hegnauer, R., 1962: Chemotaxonomie der Pflanzen X. Bryophyta, 172—191.
- [11] Horikawa, Y., 1955: Distributional studies of bryophytes in Japan and the adjacent regions, 1—152.
- [12] Huneck, S., 1969: Moosinhaltsstoffe, eine übersicht. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 32: 1—16.
- [13] Iwatsuki, Z., 1960: The epiphytic bryophyte communities in Japan. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 22: 159—336.
- [14] Meclure, J. W. et H. A. Miller, 1967: Moss chemotaxonomy. A surey for flavonoids and the taxonomic implications. *Nova Hedwigia* 14: 111—125.
- [15] Noguchi, A., 1951: A review of the Leucodontiaceae and Neckerineae of Japan, Loo Choo and of Formosa, IV. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 5: 7—26.
- [16] Proskauer, J., 1948: Studies on the morphology of *Anthoceros* I and II. *Ann. Bot. Lond.* 12: 237—265, 427—439.
- [17] Robinson, H., 1971: Scanning electron microscope studies on Moss leaves and peristomes. *The Bryologist* 74(4): 473—483, f. 1—36.
- [18] Sharp, A. J., 1966: Relationships between the Floras of Eastern Asia and of Central and Western North America. *Misc. Bryol. Lichenol.* 4(4): 63—64. (in Japanese)
- [19] Steere, W. C., 1972: Chromosome numbers in Bryophytes. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 35: 99—125.
- [20] Tatuno, S., 1958: Chromosomen bei *Takakia lepidozoides* Hatt. et Inoue. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 20: 119—123.
- [21] Wigh, K., 1972: Cytotaxonomical and modification studies in some Scandinavian mosses. *Lindbergia* 1: 130—152.
- [22] Wylie, A. P., 1957: The chromosome numbers of Mosses. *Trans. Brit. Bryol. Soc.* 3(2): 176—260.