

①

国外农林科技资料

(林业部分)

1

广东农林学院教育革命组编

一九七六年九月

热带林业资料译丛

目 录

1. 竹类分类的现状和问题..... (1)
2. 自花传粉对花旗松和黄松种子与苗木的影响..... (11)
3. 氯化汞灭菌对加勒比松贮藏种子的发芽效应..... (17)
4. 辐射松不同母本年龄的扦插苗与实生苗的早期生长比较..... (22)
5. 施肥对巴豪森林保留地新栽植的南亚松生长的效应..... (27)
6. 硝态氮、铵态氮对湿地松幼苗生长和光合作用的不同效应..... (32)
7. 目前世界林业肥料的应用及其展望..... (44)
8. 在Bastar, Madhya Pradesh 地区用航空象片估测蓄积量..... (54)
9. 柳桉材积方程式..... (61)
10. 柚木螟蛾蛹和成虫雌雄的区别..... (64)

竹类分类的现状和问题

D. Grosser W. Liese

摘 要

本文讨论竹类分类的现状和问题。在亚洲七个国家采集的竹类，从14属52种的比较解剖学研究表明，竹秆的某些解剖特征，具有分类上的价值。除繁殖器官和营养器官的形态特征外，比较组织学的某些特征能够成功地作为自然系统的单位来区分竹类。这个分类系统是以4个维管束类型和在1根竹秆内它们之间相互组合为基础的。这个系统在很大程度上是和Holtum的子房结构为基础的分类方法一致的。现就以两个系统以及以前的分类系统加以讨论。

竹 类 分 类 的 状 况

Rumpf (1750) 是竹类分类的鼻祖，他把竹类分为8类，统称芦竹属 *Arundo*。这一分类系统为 Linn'e (1753)、Roxburgh (1814) 及 Ruprecht (1839) 稍为修改而加以采用，直到 Munro (1868) 才提出新的系统，这一原理至今仍然沿用。Bentham (1883) 修改了 Munro 的系统，因而以四个亚族代替 Munro 的三类 (divisions) [青篱竹类 *Triglossa* (*Arundinarieae*)，箬竹类 *Bambuseae* 和浆果竹类 *Bacciferae*]。Hackel (1889) 和 Gamble (1896) 未加修改采纳了 Bentham 的系统。

E. G. Camus (1913) 和 Stapf (1917) 对于 Bentham 的系统稍为修改；Camus

把这些属排列为5个族和4个亚族,而Stapf则把第二亚族布篱竹属Puelia,拟瓜多竹属Guaduelia,纺锤果竹属Atractocarpa的非洲竹类分离出来归到第五个族(布篱竹亚族)。Stapf的系统被Hubbard(1934)采纳编入Hutchinson的《单子叶植物》的专论中。A. Camus(1935)提出明显不同的系统,她按照她父亲E. G. Camus(1913)所形成的系统并加以发展。她指定所有花丝合生成管状的属都归入一个特殊的聚药竹族中,结果总共形成7个族和4个亚族。

Holttum(1946, 1956)认为A. Camus的聚药竹族不合乎自然分类。他认为与Bentham的亚族之间主要不同之点在根据果实结构,与遵循自然特性不一致。虽然果实结构Munro(1868)和Bentham(1883)都认为是重要的基础。他们的研究只有很少的果实和有限的观察,没有足够的分量去支持其系统。而且他们还忽视了子房结构、小穗(第四亚族例外)和花序。因而,Holttum(1956)认为有必要把竹类分类加以全面订证。在自然分类的基础上,他根据子房的结构提出了一个新的系统。它与早期的系统比较是有重大的改进。

几乎没有任何那种显花植物像竹类鉴定和分类那样困难的。因为一般植物分类主要是以花果为基础的,既然大多数竹种只是不定期开花,而花后通常不久便死亡,因而花果分类的可能性就很少了。有些竹种基本上不开花结实,例如青变竹Bambusa vulgaris,很少有花的标本,而果实更是从未见过。只有少数种类,每年或甚至继续不断地开花,例如卫氏青篱竹Arundinaria wightiana,线条箬竹Bambusa lineata,雷氏群蕊竹Ochlandra rheedii,粗糙群蕊竹O. stridula,短枝箬筴竹Schizostachyum brachyladum,纤细箬筴竹S. gracile和大箬筴竹S. grande(Gamble 1896; Holttum 1946; Raizada和Chatterji, 1956)。此外许多热带竹类的花,在发育的时候就发生变异,它们的形态特征随观察的时间而有变化。采集材料的制作标本,由于竹类的花容易损坏,常常造成困难。根据花的碎片来描述新种或新属时,由于花的主要特征可能已消失,因而解释错误是可能的。从而导致许多竹种在同种异名或同名异种的情况下加以描述,可能归入不同的属或种。

由于这些困难和不可靠的结果,描述颇为混乱。这不仅反映到上述的分类系统,而且反映到种和属的数目估计上,从而使500种增加到1000多种,从30属增加到约90属不同结果。实际上竹类除日本的笹竹“Sasa”外,可以确定约有600—700种。McClure(1957b)第一次修订88属,经过核对,他认为合并为63属较为“适当”。因为他证明有若干属重复描述两次。现将最重要的属及其种的数目和分布列于表一。

表1 重要竹属、种数目及其分布表

属	名	种 的	分
中 名	拉 丁 名	数 目	布
节 柱 竹 属	Arthrostylidium Ruprecht	20	美洲中部和南部。
青 篱 竹 属	Arundinaria Michaux	81	亚洲, 美洲, 非洲。
挤 穗 竹 属	Athrostachys Benth	1	巴西。
纺 锤 果 竹 属	Atractocarpa Franchet	1	刚果。
箭 竹 属	Bambusa Retzius corr. Schreber	73	亚洲中部和东部, 马来西亚。
短穗 竹 属	Brachystachyum Y. L. Keng	1	亚洲东部(中国)。
头穗 竹 属	Cephalostachyum Munro	9	印度, 马来西亚, 马达加斯加。
方 竹 属	Chimonobambusa Makino	12	中国, 日本, 朝鲜, 台湾省。
朱丝贵竹 属	Chusquea Kunth	71	美洲中部和南部。
牡 竹 属	Dendrocalamus Nees	24	印度至菲律宾。
藤 竹 属	Dinochloa Buse	9	菲律宾, 爪哇, 马来西亚。
华桔 竹 属	Fargesia Franchet	1 - 2	中国。
奎袋 竹 属	Gigantochloa Kunz ex Munro	12	印度至菲律宾。
瓜多 竹 属	Guadua Kunth	29	美洲中部和南部, 菲律宾。
拟瓜多竹 属	Guaduella Franchet	4	非洲中部和西部。
希克尔竹 属	Hichella A. Camus	1	马达加斯加。
希氏 竹 属	Hitchcockella A. Camus	1	马达加斯加。
簕 竹 属	Indocalamus Nakai	7	中国, 菲律宾。
鹤膝 竹 属	Indosasa McClure		亚洲东部(中国)。
合箭 竹 属	Leleba** Nakai	(3)+	日本。
单 竹 属	Lingnania McClure		中国。
林檎 竹 属	Melocalamus Benth	1	印度。
犁 竹 属	Melocanna Trinius	2	印度。
裂穗 竹 属	Merostachys Sprengel	18	美洲南部。
拿司 竹 属	Nastus Jussieu	2 - 10	美洲南部, 马达加斯加, 苏门答腊。
李海 竹 属	Neohouzeaua A. Camus	2	印度, 印度尼西亚, 老挝。
疏脉 竹 属	Neurolepis Meisner.	9	美洲南部, 新几内亚。
日本箭竹 属	Nippobambusa * Muroi	(12)+	日本。
群蕊 竹 属	Ochlandra Thwaites	11	亚洲中部和东, 马来西亚, 马达加斯加。

属 名		种 的	分 布
中 名	拉 丁 名	数 目	
山 莉 竹 属	<i>Oreobambus</i> K. Schum.	1	非洲 (Usumbura)。
滇 竹 属	<i>Oxytenanthera</i> Munro	6—18	亚洲, 新几内亚, 非洲, 马达加斯加。
佩里莉竹 属	<i>Perrierbambus</i> A. Camus	2	马达加斯加。
刚 竹 属	<i>Phyllostachys</i> Sieb. et Zucc.	25	日本, 中国及台湾省, 越南, 喜马拉雅山。
苦 竹 属	<i>Pleioblastus</i> * Nakai	(93)+	中国, 日本。
假荻 竹 属	<i>Pseudocoix</i> A. Camus	1	马达加斯加。
矢 竹 属	<i>Pseudosasa</i> * Makino ex Nakai	4	日本, 朝鲜, 中国。
假穗 竹 属	<i>Pseudostachyum</i> Munro	1—2	喜马拉雅山。
布离 竹 属	<i>Puelia</i> Franchet	1	非洲西部, 刚果, 加蓬。
总穗莉竹 属	<i>Racemobambusa</i> Holttum	5	马来西亚 (婆罗洲)。
赤 竹 属	<i>Sasa</i> * Makino et Shibata	(400)+	亚洲中部和东部。
拟赤 竹 属	<i>Sasaella</i> * Makino	(132)+	日本。
华箬 竹 属	<i>Sasamorphia</i> * Nakai	(4)+	日本, 中国南部, 朝鲜。
簕 竹 属	<i>Schizostachyum</i> Nees	25	印度至菲律宾, 马达加斯加。
黎 竹 属	<i>Semiarundinaria</i> Makino ex Nakai	(8—15)+	中国南部, 日本。
倭 竹 属	<i>Shibatata</i> Makino ex Nakai	1	中国, 日本。
箭 竹 属	<i>Sinarundinaria</i> Nakai		亚洲东部。
唐 竹 属	<i>Sinocalmbusa</i> Makino ex Nakai	(1)+	日本。
慈 竹 属	<i>Sinocalamus</i> McClure		中国。
邓穗 竹 属	<i>Teinostachyum</i> Munro	5	日本, 锡兰。
复穗 竹 属	<i>Thyrsostachys</i> Gamble	2	印度。

* 号为日本称为“笹竹”属, 共有600多种; 它们与称为“Take”的竹种群是有区别的。

** 号表示在日本所有枝上具刺的莉竹属 *Bambusa* 合并并在合莉竹属 *Leleba* 中。

+ 号表示产于日本的竹种数目。

由于许多竹类只偶尔开花, 因此在营养结构上应给予特别的重视。Holttum (1958) 在他的马来半岛竹类分类报告和附有以营养特征为基础的检索表中, 给予竹类营养部分的

形态综合描述。以秆箨作为鉴定的特征是具有特殊价值的, Chatterji和Raizada(1963)对此已有详细研究。但是他们对印度22种竹类的说明和检索表的分类, 因为未能在箨舌和箨耳之间区分差异, 不能令人满意(Holttum 1972)。

由于在同一竹种中和不同种属之间重迭着很大的变异, 检索表本身在应用上颇受限制(Pattanath和Ramesh Rao 1960)。此外, 检索表只能应用于成熟的秆箨, 因为不成熟的秆箨可能发生形状、大小和结构上的差异。同时必须认识到仅仅秆箨、具叶小枝和其他营养结构, 不管它们对鉴定效果来说是有用的, 但不能圆满地替代标本室有花标本。Holttum(1972)指出他不能单凭营养器官特征去鉴定任何一个属。但在采集和研究每个竹种时, 就不能推迟到其开花。因此, McClure(1957a, 1966)提出首先应当完整地描述不开花结实的竹类营养结构, 而繁殖结构的描述, 应在开花结实观察以后加以补充。因为竹类开花时, 生长近乎衰退, 不能萌发具箨的新竹, 而老竹的箨又已消失。这个建议显得更加重要。这就是为什么在标本室中, 同一植株的秆箨和花很少同时存在。

以解剖特征为分类基础

在印度、孟加拉、Desh、泰国、印度尼西亚、菲律宾、台湾和日本所搜集14属52种的竹类经深入加以研究后, 这些竹种都在Grosser(1971)的组织学和亚洲竹种分类著作中已详细列举。这个结果显示竹秆的解剖特征对于分类具有重要的价值。因为维管束结构的明显差异存在于不同属及其许多种之间。对于大多数所研究的种类来讲, 其维管束的形状、大小和排列的特征是能够表明的, 在这一基础上解剖分类系统已经设想出来, 而这些将在以下部分讨论。

为了要理解这个系统的原理, 必须简明叙述竹秆的解剖结构(详见Grosser, 1971; Grosser和Liese, 1971; Grosser和Zamuco 1971)。

竹秆的解剖结构, 主要决定其所嵌入薄壁组织中的并生维管束。靠近周边(外缘)的维管束小而多, 并彼此接近, 而向着秆中心的(髓心)则变为较大和分布较疏。但在许多竹种的内层(内缘)的维管束又再次出现较小, 而以中心带(秆壁的中部)为达到其最大的限度, 亦是其显示特征形状的地方(图1)。每一维管束的韧皮部和木质部均被鞘状厚壁组织所包围, 每一已知的竹种, 根据其维管束在秆内部的位置, 大小和形状是有所不同的, 每一维管束在其中心带具有这样的鞘4个, 每边两侧为导管与及包围着韧皮部和胞间隙的两极, 在许多属中还附加有独立的纤维束, 仅仅位于维管束的内方或内方和外方, 由几行薄壁细胞使其与中心维管束隔开, 因而两个结构类型的支持组织的排列, 鞘和束就能够区别了。因此具有独立纤维束的竹种, 其维管束包含有2或甚至3部分, 除中心维管束外, 取决于是否有无1—2个纤维束的存在。另一方面仅有鞘状厚壁组织的竹类则其维管束只是包含1个部分。根据其有无这种维管束结构类型, 4个基本维管束类型便能区别了。这些以表2来详细描述, 并以图a、b、c和d加以说明。

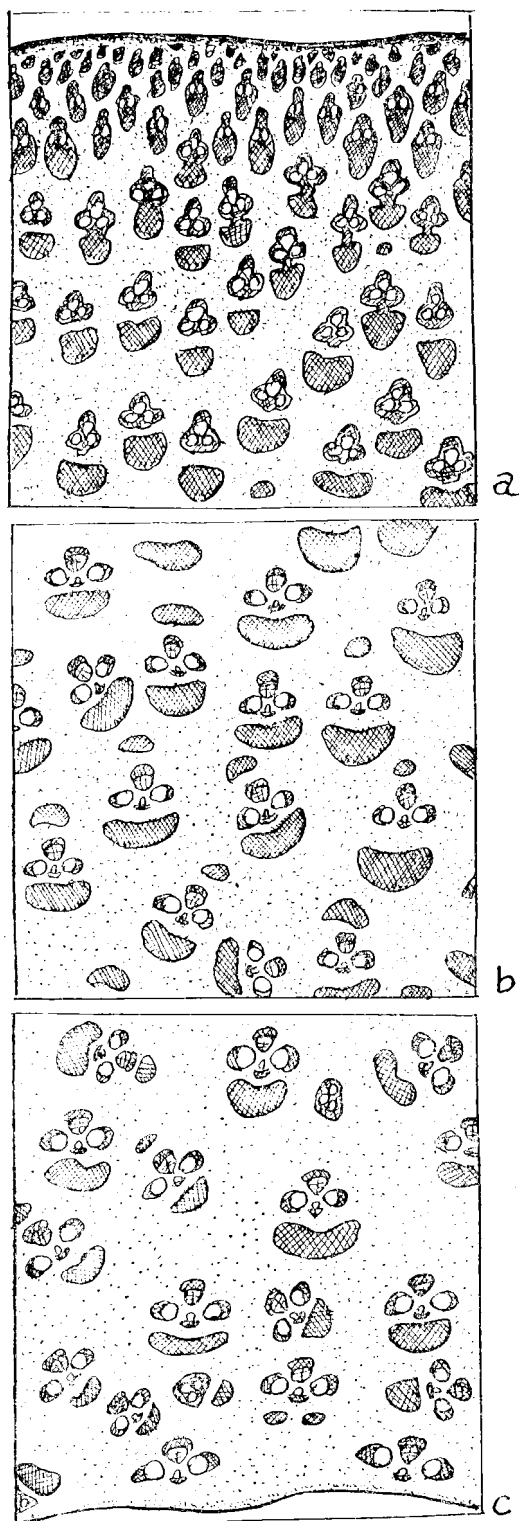


图 1. * 大麻竹 *Dendrocalamus giganteus* Munro 秆壁的横切面：a. 外缘，b. 中部，c. 内缘。

• 本图是按原图选择其中具有代表性的部分加以放大

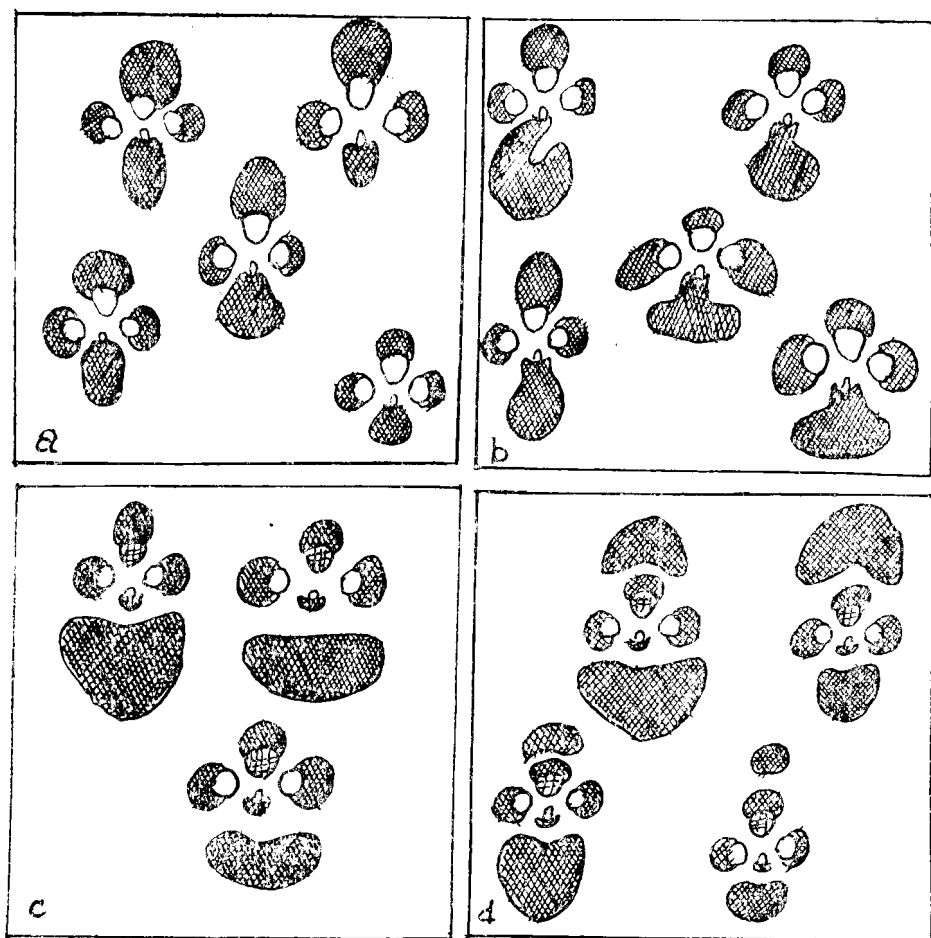


表 2 竹类基本维管束类型 (自 Grosser Liese 1971)

维 管 束 类 型 I (a)

特征：包含有 1 个部分（中心维管束）。支持组织仅作为鞘状厚壁组织，胞间隙有侵填体。

出现：在所有薄型地下茎的种类，整个竹秆仅具 1 个类型（青篱竹属，刚竹属）。见图 2。

维 管 束 类 型 II (b)

特征：包含 1 个部分（中心维管束）。支持组织仅作为鞘状厚壁组织；胞间隙（原生木质部）的鞘明显的比其他较大，胞间隙并无侵填体。

出现：地下茎为厚型的竹类，不论是单干散生的（梨竹属）或丛生的（头穗竹属，箬笋竹属，邓穗竹属）。在头穗竹属中，整个竹秆仅具1个类型；梨竹属，邓穗竹属和箬笋竹属，其基部节间，常兼有类型Ⅱ，见图3。

维 管 束 类 型 Ⅱ (C)

特征：包含有2个部分（中心维管束和1个纤维束）；纤维束在中心维管束内方，胞间隙（原生木质部）的鞘通常比其他较小。

出现：具有厚型地下茎的丛生竹类（箬竹属，牡竹属，奎袋竹属，复穗竹属）；其基部节间大部分兼有类型Ⅳ，中部和上部的则仅有此类型。在梨竹属、箬笋竹属和邓穗竹属的基部节间兼有第Ⅱ类型。有些滇竹属的种类，整个竹秆仅有1个类型。见图4。

维 管 束 类 型 Ⅳ (d)

特征：包含有3个部分（中心维管束和2个纤维束）；纤维束在中心维管束的外方和内方。

出现：厚型地下茎的丛生竹类（箬竹属，牡竹属，奎袋竹属，复穗竹属）；通常在基部节间，稀在中部节间，常兼有类型Ⅲ。见图5。

在一根竹秆内根据4个基本类型的存在，以及在它们之间的组合，一个解剖分类系统便能拟定了。它包括4个主要组，其中一个分为2个亚组。

- A 组 包含1个组成部分而具有维管束类型Ⅰ的属：青篱竹属，刚竹属，四稜竹属。
- B 组 包含1个组成部分而具有维管束类型Ⅱ的属。
- B₁亚组 仅具类型Ⅱ的属：头穗竹属。
- B₂亚组 包含2个组成部分，具有类型Ⅱ而兼有类型Ⅲ的属：梨竹属，箬笋竹属，邓穗竹属。
- C 组 仅包含2个组成部分而具有维管束类型Ⅲ的属：滇竹属。
- D 组 包含2个组成部分兼有3个组成部分的类型Ⅳ而具有类型Ⅲ的属：箬竹属，牡竹属，奎袋竹属，复穗竹属。

A组是包含1个组成部分的维管束类型Ⅰ，是薄型的属普遍特征，这些属是单轴生长的，而合轴生长的厚型的属，是分别代表着包含1、2和3个组成部分的类型Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ的B、C和D组（见表2）。在这2个形态上不同的竹类组中，亦存在显著的结构差异。就属的分组而论，我们这个以维管束类型为基础的分类系统，基本上是根据Holtum（1956）系统。它是以相似繁殖结构为基础的。这个解剖的结果，证实了

Holtum的意见，它既不同于Bentham所修改过已经广泛应用的Munro系统，亦不同于A. Camus (1935) 同意的自然排列系统。

在秆壁厚度不足的情况下（例如凤凰竹 *Bambusa multiplex* 只是1个小而竹材薄的种）。具有3个组成部分的维管束Ⅳ类型只见于接近地面的节间。其他簕竹属和牡竹属竹种的维管束基本类型Ⅳ也一样，如果其竹秆保持小而壁薄是由于生长条件不适合也是不能发育起来。因为要形成维管束类型Ⅳ，这些竹种竹壁厚度相应最小要在10—25毫米。因此属于D组的竹类，在较小型的竹种中可能有C组的维管束类型。说到厚型的属分成4个不同竹秆类型，已经叙述它包含有3个维管束类型：B（分为B₁和B₂），C和D。相反所有薄型的属具有同一维管束类型，而以A组为代表。

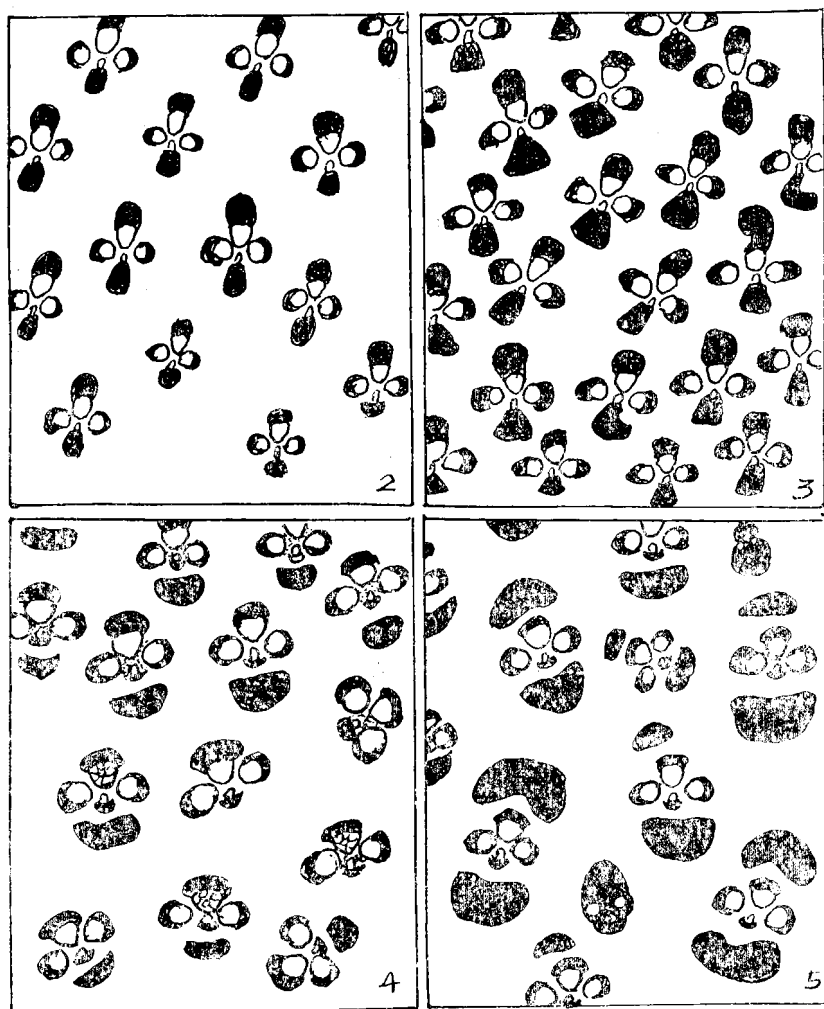


图2-5 * 维管束基本类型I-IV插图，来自第6段节间： 2. 类型I，毛竹 *Phyllostachy edulis* Riv.； 3. 类型II，极纤细头穗竹 *Cephalostachyum pergracile* Munro； 4. 类型III，白睫毛滇竹 *Oxytenanthera albociliata* Munro； 5. 类型IV

IV, 多型籐竹 *Bambusa polymorpha* Munro

* 本图是按原图选择其最显著特征部分加以放大。

结 论

我们对14属52种竹类的解剖研究的结果清楚地表明,种和属在自然系统的分类组合上,不但可以应用繁殖结构,而且亦可以应用解剖特征,尤以维管束结构为然。因为许和多竹种罕有开花,只以繁殖器官特征作为分类系统的基础,如Munro (1868), Bentham (1883), Gamble (1896)。E. G. Camus (1913), A. Camus (1935) 和 Holttum (1956) 等对长期不开花的竹丛进行鉴定,减低了其价值。同样营养器官的形态特征例如秆箨,由于在同一竹种它们有变异,而种与属之间相互又有重叠,只是适合在一定范围内进行鉴定,加之他们没有应用竹秆解剖。其他形态上特征,如竹秆的习性,节间的数目和长度,秆壁的厚度等,它们在鉴定上的价值极为有限,因此解剖结构应加以着重强调,因为在解剖上种与种之间和属与属之间具有明显的差异。这些差异能够成功地成为自然系统单位,应用到竹属的命名和提高到现代竹类分类水平。对于竹类分类系统来讲——更加独立于任何一个形态状况(例如枝叶、花果、秆条、器官变态)——建议采用如下的途径:

A. 依照Holttum的分类方法考虑一个繁殖结构的形态学。

B. 依照Holttum (1958) 的结果, Catterji和Raizada (1963) 与及McClure (1957a, 1966) 的建议,考虑包括所有重要的营养器官的形态学。

C. 依照上述描述的维管束类型 (Grosser和Liese 1971), Ghosh Negi (1960) 与及Ratanth和Ramesk Rao (1969) 的表皮层结构的研究结果,考虑竹秆解剖的特征。

摘译自《Jour. Arnold Arb. 54: 293—308. 1973》

林万涛 译

徐燕千 校

自花传粉对花旗松和黄松 种子与苗木的影响

Frank C. Sorensen

Richard S. Miles

近亲繁殖是树木改良的要素。大多数树种避免近亲繁殖却是提高其种子品质和苗木质量的一种方式。以前的论文(Sorensen 1970, 1971), 曾经报道过自花传粉对花旗松(*Pseudotsuga menziesii*)和黄松(*Pinus ponderosa*)种子产量的影响。本文是讨论近亲繁殖家系的发育, 试验中以异花和风媒传粉的子代作为对照。

曾有人发表文章估价过花旗松近亲繁殖衰退现象(Orr—Ewing 1954, 1957, 1965), 但是就我们所知有关黄松还没有报道。Franklin(1970)观察过一般针叶树的近亲繁殖衰退。

材 料 与 方 法

试验包括31株花旗松和17株黄松母树的自花、异花和风媒传粉的后代。

Sorensen(1970; 1971)曾经介绍过关于母树、林分、传粉和种子处理方法。除黄松种子用X—射线处理和只有种胚充分发育的种子用于播种外, 两种树种的母树和种子处理相似。花旗松种子最后用风选(airstream)来分离, 而不是根据种胚发育来区分。

花旗松育苗试验分别于1964、1965、1966、和1968年进行。把发芽种子按 7.6×7.6 厘米距离点播在苗圃的玻璃温室(coldframe)。黄松发芽种子于1969年亦按上述播距点播。一年后, 按 10.2×10.2 厘米移植(移植的目的是使近亲繁殖的植株受到同等的竞争影响, 黄松的苗木较大, 较不耐庇阴。因此, 较宽的株距似乎是适合的)。花旗松两年生、黄松三年生测量后结束试验。

每株母树上采来的三种传粉类型家系, 按家系一个接一个成行地种植。子代的数量取决于自花可育性和死亡率, 花旗松种子平均约60粒(由10粒—100粒)和苗木35株(由15株—75株), 黄松种子平均约95粒(由15粒—100粒)和苗木40株(由25株—45株)。

分析研究是以家系不等量的种子平均重量和苗木数量为基础的。把每株母树各年的子代混和后作重复。对比包括自花对异花传粉的子代和风媒对自花+异花传粉的子代正交对照(orthogonal contrast)。后一种比较, 很少遗传作用。但对于检验球果套袋对种子某些特征可疑的影响则有作用。

结 果 与 讨 论

1. 自花传粉对异花传粉的子代

花旗松自花传粉与异花传粉的结籽率相同, 约为10% (Sorensen, 1971), 而黄松则约为35% (Sorensen, 1970)。即在自花能育性方面, 花旗松的近亲繁殖衰退较为严重。这些特征列在表1。但是把生长和存活率这两者结合起来研究, 这两种树种的近亲繁殖衰退是很近似的。这就表明以胚胎死亡率为基础和以苗木死亡率以及生长上近亲繁殖衰退为基础的遗传因子是相当独立的。

花旗松自花传粉的种子重量比异花传粉的种子要显著地减轻。黄松这两类传粉家系的种子则无差别, 这可能是因为黄松除去种胚发育不全的种子的缘故。

表1 花旗松和黄松的自花、异花和风媒传粉种子与苗木的特征数值
(异花传粉试验为平均值; 自花和风媒传粉试验为相对值)

特 征	树 种	异花传粉 平 均 值	自花、风媒对异花 1) 传粉的比值	
			自 花 ²⁾	风 媒
种 子 重 量 (100毫克净种)	花 旗 松	1.439	0.93•	0.80***
	黄 松	4.615	1.03ns	1.13***
发 芽 率 (%)	花 旗 松	94.6 ⁴⁾	0.96•	0.95ns
	黄 松	94.4 ⁴⁾	0.94nt	0.99ns
发 芽 速 (至50%的天数)	花 旗 松	5.53	1.06ns	1.00ns
	黄 松	11.29	0.74ns	0.46•
子 叶 数 目 (作为校正种子重量)	花 旗 松	6.93	1.05***	1.04***
	黄 松	9.25	0.99ns	0.93ns
第 一 年 生 长 量 (上胚轴长度、厘米)	花 旗 松	4.49	0.82***	0.89
	黄 松	2.7	0.79***	1.06
第 二 年 生 长 量 (厘米)	花 旗 松	21.4	0.72***	0.93
	黄 松	3.86	0.74***	1.03
第 三 年 生 长 量 (厘米)	黄 松	19.0	0.68***	0.99
第 一 年 的 存 活 率 (%)	花 旗 松	98.5 ⁴⁾	0.89***	0.98
	黄 松	97.8 ⁴⁾	0.91•	1.00
第一年的苗木至第二年 末的存活率(%)	花 旗 松	98.4 ⁴⁾	0.92***	0.99
	黄 松	100.0 ⁴⁾	0.97•	1.00
第二年的苗木至第三年 末的存活率(%)	黄 松	99.9 ⁴⁾	0.99ns	1.00

注：1) 相对值 = $\frac{\text{自花或风媒传粉试验的平均值}}{\text{异花传粉的平均值}}$

2) 全部传粉试验均采用平均值，正交对比包括自花对异花传粉，风媒对自花 + 异花传粉，正如前所述，后一种对比，仅对于一定的种子特征才有意义。风媒对自花或风媒对异花不等于分离测验。ns代表差异不显著；*代表显著水平为5%；***代表显著水平为0.1%；nt代表不可能检验。

3) 括号内的单位只适用于异花传粉平均值一栏

4) 用反正弦 ($\arcsin$) 转换异花传粉平均值。

两种树种自花传粉的各个家系的饱满种子发芽百分率都比异花传粉的为低。

Sorensen (1970) 发现黄松自花传粉家系的种子发芽率较异花传粉家系的种子低，原因在于种胚发育弱小的种子所占百分率较高。发现用X—射线检验花旗松种子，似乎可以确证这种现象。Orr-Ewing (私人通讯, 1972) 报道自花传粉的种子，甚至第二代胚发育不全的种子数目没有增加。

自花传粉对这两种树种的子叶数目有不同的影响。关于种子的重量，无论给予调整或不调整，黄松二种传粉类型的家系均无显著差异。但是，花旗松自花传粉的苗木比异花传粉的苗木的子叶数目要多得多，即近亲繁殖导致子叶数目的增加。Fowler (1965) 报道过班克松 (*P. banksiana*) 也有类似情况。

比较自花和异花传粉家系苗木高生长表明，一年生苗，近亲繁殖衰退率，花旗松为18%，黄松则为21%，且随年龄增加而增加。近亲繁殖衰退随时间增长而增加这一事实表明，自花传粉家系伸长（生长）率比异花传粉家系小。

一年生后，两种传粉类型家系之间在生长上的差异，可能是由下述原因引起的：生长速度的遗传差异，S形生长曲线 (Sigmoidal growth curve) 的不同位置（如果在曲线的X轴上的方向是大小的函数，而不是时间的函数），或者两者兼而有之。如果生长曲线的位置是显著因素，那么，近亲繁殖衰退率随时间而增加，只应延续到两种家系类型都是在曲线的直线（或近于直线）部分为止。如果这时曲线是平行的，近亲繁殖衰退率甚至可能随年龄而下降。

用百分率与年龄表示的近亲繁殖衰退的关系，其它报道稍有出入。Snyder (1972) 发现本种湿地松 (*P. elliotii* var. *elliotii*) 从1—5龄，近亲繁殖衰退率由20%增加到34%，Gansel (1971) 则认为本种湿地松近亲繁殖衰退随着年龄增而很少变化。Bingham和Squillace (1955) 有过山白松 (*P. monticola*) 1年生、2年生和3年生苗高的近亲繁殖衰退率分别为11%、21%和21%的纪录。Koski (1973) 把1年生、2年生和3年生的挪威云杉 (*Picea abies*) 自花和风媒传粉家系的苗高分为三组，其中第二组，第2年和第3年的近亲繁殖衰退率是相同的；第三组，头一年有些衰退，第2年至第3年，近亲繁殖衰退仍有所增长。

有人观察过欧洲赤松 (*Pinus sylvestris*)，6龄至16龄其树高生长近亲繁殖衰退率很少变化 (Dengler, 1939, Scamoni, 1950)。挪威云杉，在8龄至27龄时也有同样情况 (Langlet, 1940—1941)。最近报道挪威云杉的树高生长可达61龄 (Eriksson,

Schelander, Akebrand, 1973)。这些结果表明,近亲繁殖衰退率有所下降,在27年生至61年生之间,由54%下降为23%(在删去剩下仅有一株近交植株子代的第5号树后根据Eriksson, Schelander和Akebrand的图4测定)。自花和风媒的后代,27年生,树高相应为4.6米和9.9米。27年生和61年生其树高相应为10.1米和10.4米。由于相对生长率不仅包括生长期间的生长量,而且也包括栽植时苗木的大小,因此,很明显在整个生长期间,自花传粉家系的相对高生长大于风媒传粉家系。近亲繁殖衰退现象在直径生长方面也沿着同一模式进行。

生境,不同的竞争影响和不同的死亡率可能导致试验结果含糊不清。然而,迹象似乎表明近亲繁殖衰退首先与植株的成材和早期的发育有关。

Barnes (1964)报道山白松全部自花能育的植株的苗木比部分自花能育的植株的苗木生长衰退较少。Snyder (1968)也观察到类似的情况,但除本种湿地松外,多数为弱相关。在本文的材料中,在苗圃结束试验时,苗高的近亲繁殖衰退率,可以看出与自花能育性无显著相关(花旗松, $r=0.316$, 自由度17; 黄松, $r=0.123$, 自由度15)。种内缺乏相关,可能是和这两种树种具有相似的近亲繁殖衰退的观察材料相一致的,虽然这两种树种的自花能育性有差异。

Barnes (1964)也曾报道过近亲繁殖衰退随母树海拔增高而增加。我们在苗圃结束试验时,用苗高近亲繁殖衰退回归率来测验与母树海拔高的关系,1968年用19对花旗松自花与异花传粉家系的种子播种,母树分布的海拔高由50——1350米,近亲繁殖衰退率由50.3到11.2,回归系数($b=0.003$)是不显著的。

自花传粉家系的苗木存活率比异花传粉的低。自花传粉家系苗木死亡率增加,是有害的主基因引起的。如这些基因导致缺少叶绿素。在分析中除掉这种死亡率时,除花旗松两年生苗木的存活率外,这两种树种的自花和异花传粉家系之间的存活率差异便不显著。在某些自花传粉家系中用回复特有的表型鉴定出因有害的主基因引起的死亡率,花旗松为9.4%,黄松为9.7%,但在任何的异花传粉家系中,则观察不到有类似的突变表型。

2、风媒传粉家系

花旗松风媒传粉的种子分别比自花与异花传粉的种子轻14%和20%,相反,黄松风媒传粉的种子则分别比自花与异花传粉的种子重9%和13%。Orr — Ewing (1954, 1957)以前也有过花旗松自花传粉种子较风媒传粉种子为重的报道。Sorensen (1973b 未发表的资料)曾观察到异花传粉的种子比风媒传粉的种子为重的情况。

自花、风媒和异花传粉苗木的相对大小,有时习惯上用作天然传粉条件下产生的家系中的自花传粉苗木频率的某些测定。由于种子重量与苗木大小有相关性。所以,对于种子的重量或用重量等级配对来作统计上的调整是需要的(Squillace和Bingham, 1953)。前面提及的“套袋效应”,就使调整复杂化。如关于花旗松,自花和异花传粉的种子其大小相似,但由这种子育出的苗木则有明显差别。风媒传粉的种子比其它两种传粉类型的种子任何一种都要轻得多,但它的苗木的大小则居于中间。

上述一般关系的情景表明,调整种子重量不能正确地测出它对生长的影响。而且用

1) C. W. Wang (私人通讯, 1973) 指出, 黄松种子的大小可能受每个球果种子数目的影响, 而球果大小可能受受粉量的支配。因此, 作这类试验时应注意到风媒传粉的每个球果的种子数要比异花传粉的多。两种传粉球果饱满种子数均超过65%。因此, 关于自花传粉的种子稍重于异花传粉的, 这可能受每个球果种子数的影响。

种子重量配对法对自花能育性低的树种是不实用的。例如花旗松, 因为许多自花传粉的家系, 没有足够的种子与种子较轻的风媒传粉家系配对。

为了避免这个难点, Conkle (1972, 私人通讯) 建议采用主基因引起的死亡率作为风媒传粉群体中自花传粉苗木频率的指标。用主基因能鉴定死亡率, 花旗松的自花、风媒和异花传粉的苗木分别为9.4、0.6和0.0, 而黄松则分别为7.9、1.1和0.0。由风媒传粉群体的死亡率与自花传粉群体的死亡率之比乘以100, 即为风媒群体中自花传粉苗木百分率。这种计算得出的花旗松和黄松的风媒群体中自花传粉的苗木, 分别为6.4%和11.3%。在较早期的预测中, 对花旗松的预测是以同一母树的部分后代为基础的 (Sorensen, 1973a)。以更多的亲本和更大量的家系为基础进行的预测是7.0%。因此, 这种技术对于预测天然近亲繁殖率显然是合适的。

Snyder (1968) 曾经讨论过在苗圃中淘汰劣等的近亲繁殖苗木的问题。他报道, 自花和异花传粉的苗木其数量分配过重太多对于淘汰劣种是有效的。另一方面, Barnes (1964) 建议根据自花传粉的苗木高生长缓慢的进行苗圃拣苗。从同一株母树的自花和异花传粉的苗木系统来创造人工群体, 以估价花旗松和黄松苗圃拣苗的可能性。花旗松的群体是以12株低海拔母树的家系为基础, 黄松的群体则以16株中海拔母树的家系为基础。建立的这两种树种的人工群体, 自花与异花传粉苗木的比例是: 花旗松95%与5%, 黄松则为90%与10%。两年生花旗松和三年生黄松苗圃群体拣苗效果, 对于这两种树种及这两种原始群体是大致相同的。从自花传粉的苗木原始群体中间去38、62、71、79%, 其平均效果分别为10、20、30、40%, 异花传粉的大致分别为8、16、25和35%。

由于自花和异花传粉的苗木大小的重叠现象, 选择苗木群体的10—20%, 淘汰先天落后的自花传粉苗看来是有效的, 而且最有助于定植苗发挥生长潜力。异花传粉的苗木大致和自花传粉的苗木一样迅速地被剔除, 选择水平约在20%以上。

提 要

在种子和苗木特征方面, 对花旗松和黄松母树自花和异花传粉的苗木作了比较。种子重量、发芽率和发芽速很少受到自花的影响。自花传粉会使花旗松子叶数目增加, 而黄松则不受影响。花旗松和黄松一年生苗高的近亲繁殖衰退率分别为18%和21%, 且随苗龄增加而增加。它们的一年生苗木的存活率分别是11%和9%, 大部分死亡率与近亲繁殖有关, 并归因于主基因的影响。苗高的近亲繁殖衰退率与自花能育性间, 或苗高的