

目 录

译者序

原作者序

第一章 林木育种的对象和范围	(1)
第一节 育种一词的意义	(1)
第二节 育种和造林	(2)
第三节 与农作物特别是多年生作物育种的关系	(4)
第四节 林木育种的内容	(7)
第二章 遗传的结构	(10)
第一节 什么叫遗传	(10)
第二节 表型与基因型	(11)
第三节 遗传信息的复制和传递	(12)
第四节 孟德尔定律概要	(14)
第五节 性状与基因的对应	(18)
第三章 群体的遗传性状	(20)
第一节 群体的意义	(20)
第二节 群体内的多样性	(21)
第三节 群体的特性	(22)
第四节 群体的稳定性	(23)
第五节 近交度与群体的大小	(29)
第四章 群体的遗传变化	(31)
第一节 导致变化的因素	(31)
第二节 突变	(32)

第三节	选择	(35)
第四节	随机漂移	(39)
第五节	迁移与种间杂交	(40)
第五章	数量遗传	(42)
第一节	数量遗传和多基因	(42)
第二节	基因位点数	(42)
第三节	显隐性的影响	(44)
第四节	选择的效果	(46)
第五节	基因的平均效应与显隐性效应	(48)
第六节	表型值与基因型值	(50)
第六章	对林木遗传的一般见解	(53)
第一节	生物的种别与遗传的特异性	(53)
第二节	林木生长周期的长期性与世代交替	(53)
第三节	世代长短与性状表现	(55)
第四节	年龄与部位的奇妙作用	(56)
第五节	世代长短与选择的效果	(58)
第六节	种间杂种	(60)
第七节	父系遗传	(62)
第七章	从遗传看天然林	(63)
第一节	天然林与人工林	(63)
第二节	分布和地理变异	(64)
第三节	群体内结构的发展	(66)
第四节	作为遗传资源的天然林	(67)
第五节	遗传资源的保存	(69)
第八章	人工林的遗传分析	(73)
第一节	繁殖的人工管理	(73)
第二节	林分内的遗传变异	(74)
第三节	林分间的遗传变异	(76)
第四节	林分间形成遗传差异的原因	(77)

第五节	无性繁殖的影响	(79)
第九章	森林采伐与遗传种育	(83)
第一节	林业从采伐开始	(83)
第二节	森林经理调查	(84)
第三节	基因库与生产体系的配置	(86)
第四节	采伐木的选定	(88)
第五节	在采伐现场	(90)
第十章	种苗的供应	(93)
第一节	苗好半收成	(93)
第二节	品种选择	(94)
第三节	种源的寻找	(95)
第四节	从伐倒木上采种	(96)
第五节	良种苗	(97)
第六节	种源记录的保存与利用	(100)
第七节	歉年的对策	(101)
第十一章	选择与遗传力	(103)
第一节	种苗的遗传改良	(103)
第二节	育种的各种因素与选择应有的位置	(103)
第三节	群体对象的选择	(105)
第四节	个体对象的选择与遗传性的确认	(106)
第五节	群体的遗传改良与选择的重复	(109)
第六节	遗传力	(110)
第七节	遗传力的推算	(111)
第十二章	配合力	(113)
第一节	个体的评价	(113)
第二节	什么是配合力	(113)
第三节	平均显性度与基因频率	(115)
第四节	遗传方差的分解	(117)
第五节	与林木育种的关系	(122)

第十三章 优树（精英树）	(124)
第一节 优树（精英树）一语的由来	(124)
第二节 优树的意义与作用	(125)
第三节 优树的主要条件——生长量	(127)
第四节 优树的主要条件——林产品的质量	(129)
第五节 优树的解除	(131)
第十四章 育种区	(133)
第一节 遗传与环境	(133)
第二节 品种的适应范围	(134)
第三节 育种区的构想	(135)
第四节 育种区的设立	(136)
第五节 种苗调拨区划	(138)
第六节 育种区的实验	(140)
第十五章 种子园	(142)
第一节 林木的品种	(142)
第二节 种子园的种类	(144)
第三节 无性系种子园	(145)
第四节 实生种子园	(147)
第五节 采种树的结实性	(149)
第十六章 未来世代的育种	(152)
第一节 育种的周期	(152)
第二节 杂交实生林	(153)
第三节 第二代育种的构想	(154)
第四节 杂交亲本的选定与准备	(155)
第五节 交配设计	(156)
第六节 检定林兼采种林的设计与管理	(160)
第七节 第三代改良的展望	(161)
第十七章 特殊性状树的选择	(163)
第一节 疾病与体质	(163)

第二节	特殊性状	(164)
第三节	特殊性状育种的地位	(165)
第四节	各种抗性个体的选择	(167)
第五节	其它特殊性状树的选出	(169)
第十八章	抗性育种的战略	(172)
第一节	抗性的持续与消失	(172)
第二节	解决适应变异问题的对策	(173)
第三节	抗性的遗传模式	(175)
第四节	抗性品种的构成	(177)
第五节	向未来世代返进的构想	(179)
第十九章	杂交与突变	(182)
第一节	变异的诱发	(182)
第二节	生态位与环境制约	(183)
第三节	对杂交育种的期望	(185)
第四节	性状的引进	(187)
第五节	辐射育种	(188)
第六节	多倍性	(189)
第二十章	林木育种的未来	(191)
第一节	面向过去和面向未来	(191)
第二节	育种材料的搜集和保存	(192)
第三节	基因型的解读	(193)
第四节	遗传信息的显露与生育相	(194)
第五节	组织培养	(195)
第六节	群体遗传和模拟实验	(197)
第七节	与生理学有关的各种问题	(199)

第一章 林木育种的对象和范围

第一节 育种一词的意义

林木育种，不消说，就是把林木作为对象的育种。

育种每每被说成是品种改良的代用语，一般地都理解为创造比既存品种更为优越的品种。而所谓品种，对农作物等是指“具有共同特性的、能够通过适当繁殖手段再生产，而且能作为适宜推广的材料而被命名的个体群”。当然，创造这样的新品种，通常是育种家的工作。不只是农作物，连林木、杨树的育种和特用树种等的育种，也完全同于上面所说的情况。

可是，仅把品种育成看作育种，麻烦的情况是不少的。例如马的改良，叫做盎格鲁阿拉伯品种的育种工作，每个世代都通过比较，选出供作繁殖的个体，保存和改良优秀者，但却没有形成上述概念的品种，也就没有能把它包括在育种的范围之内。还有，在害虫防治上，用大量的放养雄性不育个体，以减少子代个体数的方法，已部分进入实用化，这可以叫做育种的防治法，但这和品种育成全然没有关系。

在林业上，选定母树林和为天然更新而选择保留母树，这是决定后代遗传组成的重要技术决策，但这也和品种育成没有关系。即使是现在广泛实行的优树选择，若从农业的水准来看，从种子园采的种子，也毕竟不能称之为品种，因而

如把这个叫做育种，也实属贸然。

从以上的情况来看，如果把视野限定在传统的农作物范围，说育种就是“新品种的培育”，从狭窄的意义上说或许还可以，但如果把视野展览一些，则是很不够的，甚至在栽培植物和饲养动物方面，实际上也还不能把一切都包括在内。况且从野生动植物方面来看，历来的观点都没有完全把品种育成作为育种的范围，而且伴随着自然保护的必要性的增加，在维持那些群体的遗传特性和计算繁殖群体的最少个体数等方面，要求从遗传的、育种的观点提出对策的愿望，还在急剧地增加。

我们认为，应该把所有这些活动都包括在育种的范围之内。也就是如上所述的那样，把普通农作物方面的考虑作为最狭小的意义，而不论其是否形成品种；把“创造在遗传上比既存的栽培（饲养）材料更为优越的材料”作为狭义的育种。把最广义的育种理解为“对生物群体进行遗传的管理”。

一般地说，林木育种意味着进行上述第二种狭义的活动，但一部分人在进行“最狭义概念”的育种工作，同时有不少人还期待着“最狭义概念”的育种成果，这也是现实的。可是在林业上，不能无视天然林的存在，甚至在人工林，间伐等活动在林木的遗传组成上，也有多方面的影响，因此重视广义的育种是很有必要的。

第二节 育种和造林

林学是人类管理森林的技术体系，其中，在生物学的基础上，很早就分出叫做造林学的领域。又以病虫害防治的必

要的专门知识和手段为内容，从中独立分离出最初的森林保护学，同样，对于森林从其环境条件，特别是从土壤方面进行研究探讨的森林立地学或是森林土壤学也独立发展起来了。土壤学的发展，除了是从造林学中发展起来的以外，森林化学对它的发展也有很大的贡献。

这样广义概念的造林学，作为人手可以摸触到的、客观存在的森林管理的技术体系而发展起来，从而具有了构成森林的林木生理。林木相互之间，或是和其它各种动植物之间，还有和环境因子之间相互作用的生理、生态研究的立脚点。从遗传的观点来看森林，就是以植物分类学之一部分的树木学作基础，在树种（species）的水平上，除了努力掌握其特性以外，对于选择造林用种问题，则仅仅给予极少的注意。即便是种子选择，重点也放在选择生理条件好的种子方面。

到本世纪初，已认识到在树种内部有遗传变异的事实，所谓产地问题成了造林学上的最大问题之一。在日本，由于一部分柳杉无性系品种存在的地区分化显著，于是有把树种内的遗传变异，视作形态上识别品种依据的方向性的错误认识，因而搞得非常混乱，到本世纪的50年代中期，这种混乱得到克服，在日本，大体上也和世界主要林业先进国家同时，着手拟制了实用的育种计划。这个事实意味着从造林学中分化出了独立的林木育种学。1963年，在联合国粮农组织（FAO）和世界林协（IUFRO）共同主持下，在斯德哥尔摩召开了第一次林木育种世界协议会，这是林木育种学形成的纪念碑。

这样，林木育种学虽然确实是在本世纪50年代形成的，但那个时候还是“育出优越造林材料”那种狭义的概念，是

满足于作为造林学辅助学科地位而存在的。也就是说，在认识上，育种被看作是服从造林要求，培育其所希望的栽植材料，但在生产上使用这些材料，却是造林的任务。然而在现实中，在造林方面的情况是强烈地倾向于生理生态方面，而对于育种的要求，则往往见不到具体的形象，因而育种方面必须依据其自身对林业全局的判断，来拟制自己的计划。此外，天然更新等在不经育种家之手的情况下，在森林遗传上导致森林遭受侵害的危险也很大，这也说明不能把育种局限于“育成栽植材料”的范围内。

这样就形成了一种对等的关系，即与成为森林生理生态的管理体系的造林学相对应，林木育种成为对森林进行遗传管理的技术体系。再者，由这样的观点来看林业总体，育种目标和方法对森林的未来是否恰当，就可以判断了，也可以预料其是否能够健全的发展。可以说，世界的林木育种，是在本世纪70年代的前半期，才明确地确立了这样的立场。

第三节 与农作物特别是多年生作物育种的关系

林木育种的发展早于海产动植物育种，但在整个育种学领域中，无论如何也还属于落后的。农作物育种是与栽培一起开始的，已有数千年的历史。在近代，从开始有计划的育种算起，也已经经历了将近一个世纪。这个时期，在以往经验育种遗产的基础上，取得了极其伟大的成果。当开始进行林木育种时，我们当然是向农作物育种学习，试着把其原理运用于林木方面。

农作物育种，是其主要作物禾谷类为中心发展起来的。禾谷类作物的生产周期在一年以内，多数为自花授粉，

在其长久的栽培历史中，有计划的育种都是从分化品种开始。但由于林木的条件与其大相径庭，自然而然的应该避免原封不动地模仿禾谷类作物方面应用的方法，而求助于木本多年生作物的育种，把果树、桑树、茶树作为模范。特别是茶树，直到近些年，没有分化品种，从20年代中期起，在育种上逐步着手的工作也相似，是值得我们注视的。

如前所述，农作物育种的最狭窄的意义是把育成品种作为目的，多年生作物育种在这一点上也是一样。如果把“品种”的意义用别的词语表达，可以规定为“具有被评价特性的一致性和再现性的某个个体群”。若没有再现性，作为栽培上选择的对象，从第一步起就是不合格的，被评价特性若得不到明显的结果，在选择时就没有标准。特性的齐一性在栽培上有利于处理的同一化，在商业上有利于得到等质的收获物，这些要求，在栽培上和商业上都是很重要的条件。

多年生作物的品种，是由特定的个体，用无性繁殖法增殖，作为无性系而被育成的。由于是无性系，品种的一致性和再现性可以完全得到保证，问题仅仅在于特性的评价上。而多年生作物的生产周期虽然相当长，但其收获物是果实和叶，因此，对其特性评价所需要的年数比较短。这样，在多年生作物的育种中，就建立了可靠的方法论。可以认为，这对于林木也是适用的。特别是对于九州等地的插条柳杉品种，确实具有重大的实际意义，但是林木育种若把育成品种作为目标，也带来了一些疑问。

我们困惑的是长轮伐期。作为品种，因为必须对其特性作出评价，但从选定候补无性系到品种的决定，至少也要一个轮伐期的观察。即使暂时实行用 $1/2$ 轮伐期检定，在40年以上长轮

计划也是不现实的，把育种工作

仅仅局限于短轮伐期的情况，作者认为是不适当的。

为了解脱这个困难，就是考虑用由瑞典发展起来的优树混合无性系种子园。无性系种子园，也是日本独立思考的产物，但那是双无性系种子园，是作为插条发根不良情况的代替方法。瑞典的方法在这点上是不同的，好的亲本生出不良后代的情况很少，多数可以生出均数以上的后代，至少一部分亲本可以生出非常好的子代。因此，把非常好的亲本的无性系搜集到种子园，由种子园取得的种子，一般都会表现出比较好的成绩，这就确定了种子园的理论。总之，从推广中慢慢从事研究的方法，是生产周期长的林业的唯一的办法，尽管追求产地间、林分间的遗传差异，是正统造林学发展的成果。

从研究到推广，或是边推广边研究，无论是哪一个，作者认为也许没有显著的不同，但这实在是个很大的思想转换，这是在林学内能够确定育种地位的开端，同时也是林木育种和包含多年生作物在内的其它一切植物育种之间异质性的分界线。也就是说，不经确认育成的栽植材料的特性，转向推广时只靠改良的概率，这种方法，对于生产周期长的林业，是最适当的。

由于林业的长期性，加之环境控制的困难，不应去追求难以获得的品种的一致性，倒是有强调保持其遗传多样性的必要，而不能期望去改变这种多样性。

前面对于在林业中的品种概念作了总结整理，所谓品种，从栽培论的观点看，是指在树种内，自然的或者人为的分化了的部分群体，而一致性不是必须要求的。即使有此要求，从今后的育种目标看，一致性也可能完全落空。

林木育种的这个特异性，是和其它一切作物育种不同的

标志，这往往是很难为人们理解的。其它作物的育种，是育种单位完全把其特性审查清楚，并确定为品种，把这个作为原种移交给良种繁育机关，进行推广。林木育种仅除去选拔个体中若干不合格者，其余全部转移到推广繁殖中去。决定改良程度的，仅仅是回答在选择方法上确定的概率。

第四节 林木育种的内容

前已述及，林木育种不是仅局限于单纯的育成栽植材料，还应该把森林的遗传管理作为目标。

由于人类的干涉，森林的遗传组成，过去已经蒙受了重大的变化，今后也一定还会变化。由于天然林的采伐，遗传资源贫困化；由于优良木的择伐，遗传资源恶劣化；由于简单的采种，使不良造林地增加，等等，这些变化大多都是不符合心愿的。这个倾向今后也不会变化。从育种的观点考虑，对森林的经营和政策，是劝告期望其发挥公益效能，这才是符合愿望的。

对于森林的遗传改良，有天然林的遗传的强化和造林用种苗的改良。关于前者，目前天然下种用的母树林的选择和不良树种及个体的去除，进而包括优良树种、优良个体的栽植等等不同程度的措施，将来或许还应采用花粉的散布或是去雄剂对不良个体繁殖的抑制等，各种各样的手段都应该采用。

造林用种苗的改良，属于狭义的育种。育种的基本原理是选择，从群体中选出有希望的个体加以繁殖，没有希望的个体则舍去，停止其繁殖。不论哪个方法，都会把群体的特性向着所希望的方向移动。杂交是当所期望的基因型在既存

的群体中不能发现时，为了扩大材料的变异性而采用的手段，从变异丰富的群体出发而从事的林木育种，当前没有必要进行。但从把第一次选择结束这一阶段的情况来看，杂交还是必要的。

林木育种的中心是优树选择。所谓优树，是个总体评价，亦即在与生产有关的一切性状方面，比其它个体显著优越，由其无性系或者家系建成种子园，能够生产出供造林用的优良种苗。选择优树时，对于难以评价的性状，如抗病性或对于特殊环境的适应性等，若将其作为选择的目的性状，则应分别进行选择，以提供适宜于这些特殊栽培目的所需要的种苗。

关于杂交，已如前述，有谋求作为选拔前提的增大变异的机能，可利用于把优树的一般特性和抗病性等特殊性状结合起来，此外，由于种间杂交等，杂种第一代的利用价值高，也可以考虑将其直接提供造林使用。杂种已经存在时，在其优越性被确认的情况下，杂种种子产量、交配母树个体群的选择等，就变成为研究的对象。可是一般地说，种间杂交是未知的材料，因而将这个杂种材料引入造林事业，必须相当慎重。新育成的杂种，至少需经一个轮伐期的观察，确认其安全性和优越性以后，才能开始走上实用化的轨道。

由于有时进行性状组合的杂交，对杂种苗木或者对其后代进行选择是不可缺少的，在本质上要使其适合长期性的要求。若由于诱发突变能够使其缩短育种期间，这也是有可能的，且看今后的研究。

国外树种的引进，产地间变异的利用等，是自古以来就实行的方法，今后这个领域依然是有效的，也应向这方面努力而不能懈怠。现有林分间遗传差异的分析及其利用，比之

个体选择的效果来说，也许不能有更高的期待，但对于具有重要性的，依然不能舍去。

育种是林木群体的遗传的管理，尽管现在还不能与直接的利用结合在一起，但有关遗传信息的收集还是非常重要的。再者，为了遗传的管理，不仅遗传方面，生理学的研究也有必要附带进行，不应忽视。

第二章 遗传的结构

第一节 什么叫遗传

所谓林木育种，其广义的意义是对森林进行遗传的管理，为了确定对这个领域的正确理解，必须对遗传的现象，在基本的方面正确加以掌握。

通常把子代相似于亲代的现象叫做遗传，但也有子代不相似于亲代的现象。相似或者不相似，是由于从亲代到子代有某种信息在传递，子代依从其信息而发育，并按其规定的原样营其生理作用。所有的动植物都是从一个受精卵开始发育的，虽然暂时展示不出达到极限时种属间的可见的相似的姿容，但是具有能依次展示每个种的特征的结构，至少在种属间的水平上是这样肯定下来的，所以，因遗传信息的规定，青蛙的卵绝对不会错误地成为蝶蛹。关于种内的变异，同样的规定必然存在，但是在程度上有所差别。

在很早以前，有遗传信息由体液传递的观点。血统、混血等种种说法是其残迹。可是孟德尔定律发现以来，被称为基因的一种粒子传递遗传信息的概念被确立，第二次世界大战以后，从物质上也明确了其本来的面目。

现在，我们正在变得有可能在构成染色体的巨大分子去氧核糖核酸（DNA）的分子水平上，直接被译其遗传信息的“文字”。可是到目前为止，译读的范围，只限在指定的几

个酶蛋白的氨基酸配列上，全部由分子的语言译读一般的遗传性状的时期还很遥远。因而在最近的将来，基因的概念还没有失去其重要性。把生物个体展示的各种各样的性质及其与背后的某个基因之间的关系、基因在血族间传递的规律、群体中基因应有的状态和变化规律等都包括在内，就称之为遗传。

第二节 表型与基因型

生物的个体，作为人们能够感知的各种机能和形态的实体，是通过物质和能量的代谢展示出来的。遗传学研究的就是这样的“生物”的机制及其与环境相互作用的关系，但这种研究，其出发点与生理学和生态学不同，它是把个体展示的各种各样的状况，包括形态上的、机能上的或者是生理作用方式上的，集中总合起来，以得出抽象的认识。在遗传学上就把展示的这样那样的状况，叫做“性状”，而把作为性状总和体的个体，称为“表型”。表型也就是人们能够看到的，可以被计测的个体。

通过前面的陈述可知，个体是从各自亲本得到的叫做遗传信息的、有如设计书样的信息而产生的，“性状”的发育不能和其设计书无关。遗传信息，在一定条件下，极为严密地决定着性状的发育，而且在相应的环境条件下，极适切地变更着发育的状态。总之，一切性状的背后都必定有某种遗传信息。树叶被虫啃食的孔，甚至偶然也相似于“性状”，其树叶能成为某种昆虫的食饵，也可以认为这是由遗传决定的性质的表现。

遗传信息的单位叫做基因。基因是DNA链上一个并列

的，作为4种核甙酸碱基配列顺序连接起来的一种“文章”，特定的基因占据着染色体上特定的位置。表型展示的性状，对应于各自的基因（单数或是复数），这样，从作为基因总和的个体来考虑，其每个个体都是作为一个“基因型”理解的。我们所见到的仅限于“表型”，虽然现今还不可能直接看见“基因型”，但所见到的某一个体，可以直接理解为基因型。可以说，这是考虑遗传问题的第一步。称作“表型”和“基因型”的这一组概念，每每被人误解，要明确，能够被看见的和测量的是“表型”，在其背后的更为根源的、不得不用间接方法认识的是“基因型”。这些正如先前所陈述的那样，用其个体的整体时，也不妨和拍出其一部分性状一样使用。例如，“虽然这个个体的生长表型中庸，但其基因型应该是好的”，这样的表现是可能的。

第三节 遗传信息的复制和传递

遗传信息在构成染色体的DNA分子上，由叫做核甙碱基的4种文字作符号，这在前面已叙述过，这个结构是从细胞到细胞，从亲代到子代，是非常巧妙无误地传递下去的。

DNA是叫做脱氧核糖核酸的一种糖和磷酸交互联系而成并行的二个锁链，在其相互的糖和糖之间有结合的键，总体上是长的螺旋形梯状物，是呈结合状态的巨大分子。由两方的糖伸出结合键腺嘌呤（A）、鸟嘌呤（G）、胞嘧啶（C）、胸腺嘧啶（T），这样四种碱基中，那一个和那一个配对，如A这一方适合的对手是T，G的对手是C，相对结合的关系是稳定的。可以想象，恰好就象照相底片的负片和正片作为一对而保存的样子。