

林木

徐化成 主编

中国林业出版社



区划 | 种子

林木种子区划

徐化成 主编

中国林业出版社

主 编 徐化成

编著者(以章节先后为序)

徐化成 冯 林 杨玉琰 朱德俊 伍聚奎 陈舒怀
马常耕 石家琛 张培泉 杨书文 鲍务立 向开馥
周德彰 梁罕超 韩 英 洪菊生 吴士侠 石文玉
施兴博

林 木 种 子 区 划

徐化成 主编

中国林业出版社出版 (北京西城区刘海胡同7号)

新华书店北京发行所发行 遵化县人民印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 10.125印张 插页2页 197千字

1990年7月第一版 1990年7月第一次印刷

印数 1—1,000册 定价: 3.70元

(京)第033号 ISBN 7-5038-0563-3/S·0248

前 言

造林工作最基本的要求，是适地适树和适地适种源。只有树种的选择符合立地的特点，同时采用的种源也能适应造林地的生态条件，才有可能营造成生产率高和稳定性强的人工林。关于适地适树的重要意义，许多林业工作者已经很熟知了，尽管在生产上还远未做到这一点。至于适地适种源问题，很多人对他是陌生的，或者是缺乏认识的，在造林中一般都不问种子的地理起源，也不管种子产地与造林地的条件是否类似，只要有种就用，结果造成种源不清，盲目地远距离调种用种的事，屡见不鲜。

为了改变我国林木种子工作的落后状态，首先要做的就是控制造林用种的种源，逐步做到适地适种源，为此必须开展林木种子区划工作。从1982年开始，在林业部领导和支持下，由中国林业科学研究院林业科学研究所、北京林业大学、东北林业大学、内蒙古林学院、西南林学院、中国林业科学研究院亚热带林业研究所、四川省林科所等单位从事森林生态、造林、育种等学科的科技人员组成协作组，开始了我国的林木种子区划的科研工作。这是一项艰巨的任务，综合性和学术性很强。他要求对一个树种的分类、地理分布、生态环境进行全面的分析，要求对于林木的地理变异规律进行长期深入的研究，要求在区划中既能采取各种科学的数值方法，又能充分考虑到生产的实际情况。这个工作经过5年迄告完成。

研究成果包括两部分：其一就是现在呈现在读者面前的这本《林木种子区划》一书。其二是制定出《林木种子区划》（国家标准），他是为生产提供的技术标准。这两方面的成果是相得益彰，互相联系的。

本书包括总论和各论两部分。总论部分，阐述了种子区划的目的和任务，林木地理变异的理论、种源研究和种源选择的原理和方法，种子区划的途径和方法以及各国种子区划的成就和经验等。我们的目的是使读者通过这一章能对种子区划、地理变异、种源试验等有一个完整的认识，以便更好地阅读各论部分。各论分章叙述了油松、樟子松、马尾松、云南松、华山松、红松、华北落叶松、兴安落叶松、长白落叶松、云杉、杉木、侧柏、白榆等13个树种的区划的基础、依据和结果。由于各树种的研究的历史特别是种源试验开展的早晚不同，研究的深度、广度和着重点也有一定的差异，各章的分量并不强求划一，但是各章都力求全面总结该树种的有关研究成果，基本上都反映了我国该树种的研究水平，这点却是一致的。

我们的工作仅是我国林木种子区划、林木种源和地理变异领域的一个开端。尽管我们付出了一定的努力，但由于时间仓促和学识水平的限制，本书在文字和内容上难免有错误和不当之处，希望读者给予批评指正。

徐化成

1987年8月

目 录

第一章 总论	(1)
一、种子区划的任务	(1)
二、地理变异	(4)
三、种源研究	(16)
四、种子区划的途径	(27)
五、地理变异和种子区划研究中的数值方法	(41)
六、各国种子区划的实践	(55)
七、种子认证	(62)
第二章 油松种子区划	(73)
一、分类	(73)
二、地理分布	(76)
三、生态环境	(79)
四、地理变异	(85)
五、种源×立地的交互作用	(93)
六、种子区划	(102)
七、分区概述	(107)
第三章 樟子松种子区划	(112)
一、分类	(112)
二、地理分布	(113)
三、生态环境和地理变异	(118)
四、种子区划和分区概述	(119)
第四章 马尾松种子区划	(127)

一、分类和地理分布·····	(127)
二、地理变异·····	(129)
三、种源试验结果在林业生产上的应用·····	(132)
四、种子区划·····	(136)
第五章 云南松种子区划·····	(144)
一、分类·····	(144)
二、地理分布·····	(145)
三、生态环境·····	(146)
四、地理变异·····	(148)
五、种子区划和分区概述·····	(149)
第六章 华山松种子区划·····	(158)
一、分类·····	(158)
二、地理分布·····	(159)
三、生态环境·····	(163)
四、地理变异·····	(165)
五、种子区划·····	(180)
六、分区概述·····	(184)
七、合理用种的增益·····	(188)
第七章 红松种子区划·····	(191)
一、分类·····	(192)
二、地理分布·····	(192)
三、生态环境·····	(194)
四、种子区划·····	(195)
第八章 华北落叶松种子区划·····	(203)
一、分类·····	(203)
二、地理分布·····	(204)
三、生态环境·····	(209)
四、地理变异·····	(211)
五、种子区划和分区概述·····	(212)

六、种子调拨原则	(217)
第九章 兴安落叶松种子区划.....	(219)
一、分类	(219)
二、地理分布	(220)
三、生态环境	(221)
四、地理变异	(223)
五、种子区划	(225)
六、关于用种的几点建议	(229)
第十章 长白落叶松种子区划.....	(231)
一、分类、地理分布和生态环境	(231)
二、地理变异	(233)
三、种子区划	(234)
第十一章 云杉种子区划.....	(239)
一、分类	(239)
二、地理分布	(241)
三、生态环境	(241)
四、用种生产经验	(244)
五、种子区划	(245)
六、分区概述	(249)
第十二章 杉木种子区划	(253)
一、分类	(254)
二、地理分布	(255)
三、生态环境	(257)
四、地理变异	(259)
五、种子区划	(262)
六、各区概述	(269)
第十三章 侧柏种子区划	(284)
一、分类和地理分布	(284)
二、生态环境	(286)

三、地理变异	(289)
四、种子区划	(290)
五、分区概述	(291)
第十四章 白榆种子区划	(296)
一、分类	(296)
二、地理分布	(297)
三、生态环境	(300)
四、地理变异	(303)
五、种子区划	(307)
六、分区概述	(310)
七、合理用种的增益	(315)

第一章 总 论

徐 化 成

(北京林业大学)

一、种子区划的任务

(一) 种子区划的意义

种子区划是为了在造林工作中贯彻适地适种源的方针，按照生态条件的类似性或林木遗传结构的类似性，将一定的地域范围（或为一定的行政区域，或为一个树种的分布区或栽培区）划分为若干地域单元〔1〕。这样划分的每个单元一般也是一个用种的地域单位。种子区划又可称为种源区划、产地区划、种子区划或种子调拨区划。名称的不同反映了强调方面的不同。种子区划和种子调拨区划，强调了这项工作的目的，是为种子工作服务的；种源区划或产地区划强调的是划分的依据，也即是他的基本属性。种子区划是因为划分的基本单位是种子区而得名的。虽然种子区划和种子调拨区划都强调了这个工作的目的性，但是后者在用语上是欠妥的，因为他容易使人产生误解，好象区划以后种子一定要调拨，其实，在大多数的情况下，分区各自就地用种才是更合理的。所以，种子调拨区划这个术语越来用得越少了。

种子区划也可为林木育种服务。将来自同一种子区的优

树无性系集中在一个种子园中繁育，然后将由他产生的种子用于原种子区造林。这种意义的区划单元，可称之为育种区，或者将种子区作为育种区使用。

种子区划在林业上有重要的意义。他是科学造林的重要组成部分，他是林木育种工作的起点。一个国家，没有种子区划工作，就谈不上合理的科学的林业。

（二）适地适种源的重要性

造林中种源选择不当会带来严重不良的后果。欧洲和其他地区早期历史就证明这一点。从1850年以来，欧洲北部的一些国家从德国进口一大批欧洲松（*Pinus sylvestris* L.）种子。到1882年，瑞典、丹麦、挪威等国就发现了用这些种子造林后形成的幼林非常低劣。上一世纪70年代，波罗的海沿岸地区也曾由德国买的种子造林，开始生长尚好，但到10—15年后，这些林子树干弯曲、多枝；而由当地种子造的林，则生长正常、质量优良。日本大正初期，川崎正次曾用日本国内的吉野柳杉（*Cryptomeria japonica* D. Don）、秋田柳杉和当地（山形）柳杉的种子在金山町造林，由于雪害和其他灾害，吉野柳杉几乎全部死亡〔1〕。

由于种源不当特别是由于采用外国种子造成的不良后果，欧洲一些国家很早就开始制定限制林木种子进口和控制用种种源的法律和规定。

我国从1949年11日以来，进行了大规模的造林工作。随着造林事业的发展，林木种子工作也得到了长足的进展。但是，在林木种子工作中，仍严重地存在着忽视种源，大量盲目调拨的现象。造成这种情况的原因可能很多，但主要是下面两条：（1）由于造林事业发展快，缺少某一树种种子的地区要用该树种造林，就必须到该树种的产区跨区长途调

拔种子，而林业主管部门对采用外地种源种子可能产生的不良后果也缺乏足够的认识，同时由于我国种源试验开展不久，科研部门尚不能以自己的试验结果来说服生产部门；（2）利用外地种源有时会产生一些暂时性的好处，这也是引起竞相远运外地种源“风”的一个原因。他们这样做的时候未考虑到采用外地种源种子之前要经过长期的系统试验，短期表现好，后期表现不良是很常见的，靠短期表现即做决定时常会造成重大经济损失。例如，在报上报道了新疆核桃（*Juglans regia* L.）在北京引种成功，可提前结果的消息以后，全国不少省份竞相引种，如安徽1958—1962年曾调种数50000kg，江西1962年调种150000kg，湖南于1958年和1963年两次调种50000kg，结果，因为气候不适应，基本都失败了。香椿（*Toona sinensis* Roem.）在我国分布很广，是一个好树种，很多省份想发展，华东、华中不少省份从广西外调种子，结果育苗后即大量冻死。

可见，为了发展我国的造林事业，提高造林质量，急需解决种源控制即适地适种源的问题。

（三）种子区划是控制造林用种种源的基本途径

种源控制可以有不同的方式。大体上说，可有三类办法：回归法、区划法或称分类法，混合法。回归法是对一定的地区范围不做区分，而是对每一种批由采种林分到造林地的移用距离做出规定。例如1939年美国在未进行种子区划之前曾规定，不论用哪一个树种造林时，采种林分和造林地之间的距离，不得超过 $1.609344 \times 10^5 \text{m}$ （100英里）。区划法是将一定地区范围划分成若干区，对每个区所采用的种子分别做出规定。这个方法和回归法相比，比较细致，更能反映不同地区生态条件和林木遗传变异的特点，而回归法因为过

于简单，忽略了各树种各地区的独特性。但是，因为林木地理变异在很多情况下是逐渐的，不同区之间的界线，人为性很大，所以尽管属于不同区但地域上比较接近的地区，实质上类似性很大。这是区划法的缺点。混合法是首先划分若干区，然后对每一区规定区内允许移动范围。1963年，苏联制定的种子工作规程，就曾经采用了混合法，即首先划分若干地带，然后对每一地带向南和向北（或向东和向西）的允许移动范围做出规定。之所以这样做，是因为他们的分区很大，因而在分区内还得对移动范围做出规定。到1982年，苏联新的种子区划则采用了区划法，划分的区较细，并且实行的是本区种子本地造林，因而也不必要再对种子移动范围另做规定了。

在对种子区划有了一般的认识以后，下面我们从地理变异和种源研究两方面，说明种子区划的科学基础。

二、地理变异

（一）林木地理变异的普遍性

林奈和他以后不少的分类学家认为，分类学的种是异质性的，即一个种的所有成员在高度、叶子大小、开花时间和其他属性方面是随光照强度、纬度、海拔高度和其他立地条件而改变的，但是，他们认为这种改变是一种可塑性的反应，而非遗传性的反应。这种认识已随科学的发展被淘汰了。大量的科学研究证明 在一个植物种内，遗传性的变异是普遍存在的。例如，在一块林分内，不可能有两株遗传性完全一致的树木。同树种同一林分内林木之间遗传性的差异是与所谓多型现象密切相关的〔27〕。例如，在一片松林中，

我们可注意到同种的松树，在树皮的颜色、结构、厚度、树冠稀密、针叶长短、球果形状、颜色等等各种特征的差别，甚至可据此分为几个类型。这种现象很早就为人民群众所认识。如遵化东陵一带的群众曾将油松 (*Pinus tabulaeformis* Carr.) 分为 3 种类型〔13〕：(1) 红皮松 (油松)，材质重而色重，树脂较多；(2) 黄皮松 (糠松)，材质白，树脂较少；(3) 千皮松 (粗皮松)，材质重，黄色。南方群众常将马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.) 分为铜皮松 (薄皮) 和铁皮松 (厚皮)。当代对林木个体变异的研究亦常按树皮颜色、厚薄、树冠宽窄、稀密划分松树的类型。

在一个树种分布区，我们可观察到并用一定方法证实，不同地区的林木遗传性也是有差异的。这种差异可以表现在形态解剖，也可以表现在生理生态特性、生长发育特点上。这种与地理分布相联系的变异，称之为地理变异〔26,27〕。这种变异与种的进化相联系着。当一个种扩大并迁移到其分布区，可能遇到不同的环境条件。一些种群可能遇到干燥的气候，另一些可能遇到湿润气候，一些为热的气候，另一些为冷的气候。这些新环境条件下的干、湿、热、冷条件与其起源中心不同。每一个环境都对组成该种的个体给予一种选择压力。在适应选择压力的过程中，不同的基因重组频率在发生改变。举例说来，某一树种在其分布区的某一部分遇到重雪，则具有短枝、短叶的表现型可能发达起来，而长枝长叶的表现型的则可能一代代衰败下去。反之，在同一树种分布区的温暖部分的种群，则可能对宽冠、长叶的表现型有利，而对窄冠、短叶的表现型不利。由于一树种分布区遇到的选择压力不同，故产生不同的结果。林木适应基因型的选择

||||| ||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| |||| ||||

是一个连续的过程。不能适应特定的环境的基因型将最后达到遗传死亡。遗传死亡可能意味着非适应个体的死亡，也可能意味着不能留下后代。无论哪种情况，种群中非适应基因型的相对频率降低，而适应基因型的相对频率增高。可见，林木的地理变异，主要是在自然选择的作用下基因频率改变的结果〔26,27,71〕。

除了自然选择以外，基因流也对林木的地理分化起着作用。但是，不同种群之间的基因流是一种内聚力，可以削弱种的分化。不过，种个体之间的基因流常受到限制。最普通的限制因素是：（1）能结实的树木太少；（2）个体的花期不同；（3）花粉和种子的传播力有限。即使就达到成年的树木来说，在一个正常郁闭的林分中，开花结实的树木也只有少数。对远距离基因交换起着重要限制作用的是花期的不同。众所周知，在一个种群中，雌雄花的花期往往一致，因而可以正常地基因交换，但是，树木相隔越远，花期越不一致。通常，生长在南方的树木开花期较早，越往北越晚。在同一地区，海拔低的地方花期早，海拔越高，开花越晚。因为花期不同，限制了基因流。从种子和花粉的传播来说，局限性也很大。有少量树种如柳树、杨树、桦树种子小，传播距离远，但大多数树种的种子传播距离不大。曾有过一些报告，指出花粉传播能达到很远的距离。例如曾指出，花粉能从德国飞扬到瑞典南部。但是，更精细的研究表明，在风媒花树种中，树木的受粉基本上还是依靠邻近的树木。Langner研究确定，欧洲云杉（*Picea abies* Karst.）的有效授粉和受精半径在40m以内。在芬兰对欧洲松的研究表明，有一半的花粉来自50m以内，其余一半来自50m以外的同一林分或相邻林分〔27〕。

遗传漂动亦影响基因频率的改变。所谓遗传漂动指的是基因频率在小的种群中随机增减的现象。在大的种群中，基因频率处于均衡状态。在小的种群中，基因频率容易随机地改变〔71〕。

总之，地理变异是自然选择定向地改变种群基因频率以适应不同条件的结果。基因频率的定向改变，首先是生存性的选择，有的基因型生存，有的不能生存，但生存者还需与生殖作用的选择性联系起来。

（二）林木地理变异的模式

主要有两种变异模式〔26,27,36,71〕。一为连续变异，或称为梯度变异，即各种特征的变异在地理空间上是逐渐变化的。Huxley (1938) 创造了cline这个术语来表明这种变异，或具有这种变异的种群。另一种为非连续变异，即各种特征的变异在地理上有显著地变化或转折。一个树种的地理变异模式常与他的分布区的大小和分布模式以及分布区内环境因子的变化特点有关。如果分布区很广并且是连续分布，在分布区内气候因素的变化也是逐渐的，则多形成连续变异。如果分布不连续或者环境因子的变化呈现大的突变，则倾向形成不连续变异。欧洲松在瑞典为连续分布，实践中将其分为3个地理小种：北部小种，中部小种和南部小种。这3个小种以其平均状况来说，差异是显著的，但是他们互相过渡是缓慢的，必须用宽 $8.046\ 720 \times 10^4$ — $1.609\ 344 \times 10^5$ m (50—100英里) 的线才能把他们分开。相反，法国西北部有两个地区有欧洲松，但他们之间相距 $3.218\ 688 \times 10^5$ m (200英里)，中间隔离。这两个地理小种区别显著，没有逐步连续变异的现象〔71〕。

判断一个树种的变异模式有时是困难的。这是因为最后

的结果常与研究方法和规模有关。如果沿着从北到南的方向，对一个树种全分布区进行一次大致的考察或取其后代试验，就会发现是渐变模式。但是这种渐变模式可能掩盖了同一纬度上因高度不同而产生的其他变异及因局部环境变化而产生的局部不连续性。相反，尽管实质上是连续变异，但经常会由于抽样不全或数据处理方法不当，而呈现出表面的不连续性。

除了连续变异和非连续变异以外，还存在着随机地理变异问题〔71〕。在一个气候条件变化不大的较小的范围内，仍可发现地理差异。一些林分的后代生长可能超过另一个林分的10—15%，在抗性和适应性方面也有一定的差别。在这种情况下，一般很难找出遗传变异和环境之间的联系。例如日本落叶松〔*Larix kaempferi*(Lamb.)Carr.〕，分布区小，由北到南或由西向东范围仅 $2.2530\ 816 \times 10^5 \text{m}$ （140英里），但分布区各点的树木，遗传性有差异（如生长），并且看不出与气候的相关。美国关于湿地松（*Pinus elliottii* Engelm.）的种源试验证明，由北卡里罗纳州到密西西比州，在生长速度和其他特征方面存在着地理变异，但是，相距几英里远的林分之间的差异，几乎如位于分布区两端的林分的差异一样大。如何来解释这种随机变异呢？J.W.Wright指出〔71〕，这种随机性可能是假象。尽管研究者企图把遗传变异与冬季温度、生长季长短、夏季温度、降水等条件联系起来，但是它们的遗传变异可能代表着我们未考虑到的那些环境因素。也常用遗传漂动来解释随机变异。在小的相互隔离的种群中，基因频率不易保持平衡，而趋于随机变动。

（三）生态型

本世纪20年代，瑞典植物学家Turesson研究了植物种