

林木天然群体表型变异研究概述*

李长喜

(中国林业科学研究院林业研究所)

摘要

国内外许多学者越来越重视对林木天然群体表型变异研究。本文回顾了这项研究的历史；评述了它的重要性和研究方法及其进展；同时对我国如何开展这类研究提出了一些看法。

关键词 概述；表型变异；天然群体

在自然界，每一树种均有一定的分布区。它们所占据的区域，形成了一个天然群体。长期以来，由于群体内的基因突变、迁移，以及一些自然因素造成的隔离，阻止了基因的交流，再加上树木分布区环境条件的多样性、选择压力不同，从而导致这个群体各部分发生了不同程度的变异——群体分化。这一观点已被众多学者所接受^[1]。许多的研究结果也证实了，同一树种在不同地区的林分中表型差异的存在^[2-30]。随着种源试验的发展，不少林学家和分类学家越来越对林木天然群体的表型变异感兴趣。他们着重探讨同一树种天然群体表型变异是否显著，变异的模式，以及变异与气候、地理诸因素的关系等问题。多年来，特别是近几十年来，在这方面的研究一直很活跃。

一、林木天然群体表型变异研究的意义

林木天然群体表型变异研究，实际上是生物系统学研究的一部分。Lines(1965)曾指出，生物系统学是对一个种在天然生境下变异式样的研究^[23]。之所以很多人对它进行广泛的研究，是和它的实际意义分不开的。

(一) 林木天然群体表型变异研究与种源试验的关系

种源试验是指从树木广泛分布的林分中(通常指天然林)采集种子，让幼苗在同一条件下所进行的生长对比试验^[38]。种源试验是研究幼苗(子代)的变异，其目的是为当地造林选择最佳种源，并在了解林木不同种源间差异及变异模式的基础上区划种子、种条调拨范围，同时还为育种提供原始材料^[6]。林木天然群体表型变异的研究与种源试验是相互联系的。由种源

本文于1988年1月收到。

* 本文承蒙北京林业大学徐化成研究员的指导和审阅，特此致谢。

试验而获得的遗传性变异与亲本群体的表型变异好比是“源”和“流”的关系^[3]。以亲本群体表型变异为依据划分的“地理群”和依后代测定所划分的“生态型”基本相符。Ruby的研究证明了这一点^[27]。因此,通过对林木天然群体表型变异的研究而划分的地理群同样为确定种子调拨范围提供一个初步依据。这在造林工作中具有很重要的价值。

许多学者也强调过林木天然群体表型变异研究在种源试验中的重要性。Lines(1965)曾指出,应该在种源试验前对一个树种的生物系统学进行基本的研究,生物系统学可为有计划的、传统的种源试验提供很重要的知识^[23]。L. Roche也强调了这一点^[29]。但是,表型变异的研究与种源试验相比有其局限性。Ruby在Michigan研究欧洲赤松时曾说过,通过表型变异研究可知道所研究的林分不同,但并不知道哪个林分在Michigan的生长表现^[27]。Wright亦有同样的看法^[30]。Lines(1965)也说过,我们不能过分强调生物系统学的研究,因为我们所要的不是亲本的表现而是后代在新环境中的生长情况^[23]。由此看来,林木天然群体表型变异的研究有其独特的价值,但也有其局限的一面,最理想的办法是把它与种源试验结合起来研究。

(二) 林木天然群体表型变异研究与林木改良和分类的关系

林木改良是一项实践性很强的研究。它最基本的方法是利用林木的变异加以人为选择,以培育出理想的植株。林木的变异是多种多样多层次的,有树种间的变异,树种内种源间的变异,种源内林分间的变异,林分内个体间的变异等等。因此,通过林木天然群体表型变异的研究,无疑为林木改良提供了最基本的参考资料。特别是近来兴起的三水平变异研究,更是为林木改良工作开拓了前景。L. D. Proyor为选育桉树耐寒品种而对其天然群体表型变异的研究正说明了这一点^[20]。分类学是研究变异的科学。林木天然群体表型变异研究又是实验分类的一部分,许多学者通过对林木表型变异研究提出了一些分类意见,因此,出现了许多类似分类上的名词。其中应用较普遍的有小种(*race*)和渐变群(*cline*)。小种主要是用以定义存在于本身显示普遍类似性种以内的一个种群。虽然其差别达不到一个分类单位的水平,但与该种的其他种群既不连续又不相同,局限于一个地理区域内的小种为地理小种,渐变群是用以说明种的分布范围内,表型性状地理上的逐渐变化。它强调的是逐渐变化。有些学者也使用“地理群”这个名词^[3],其涵义与地理小种类似,但就种内的地理片断来说似乎比地理小种显得自然些。然而,也有学者通过表型变异研究直接而又成功地划分了种和变种^[28,32,33]。如何描述所出现的变异,要看研究者的目的及变异特点而定。无论怎样,正象Wright所说的,一些学者应用表型数据,就能成功地把遗传上不同的种群区分开来^[30]。可见,林木天然群体表型变异研究在分类上也有比较重要的位置。

二、林木天然群体表型变异研究简况

林木天然群体表型变异研究,至今只有几十年的历史。在此期间,不少分类学家和林学家对一些主要森林树种,特别是一些分布范围广的树种的天然群体表型变异进行了不同程度的研究。研究最早而且比较全面的树种是欧洲赤松(*Pinus sylvestris* L.)^[23]。欧洲赤松是欧亚最普遍、最重要的树种之一,其自然分布区从马德里到北极圈,西自西班牙、苏格兰到西北利亚为止,分布区内气候完全不同^[30]。很早以前,不少旅行者就发现,不同林分的欧洲

赤松在生长速度、分枝性、干形等方面有一定的差异^[20]。但那时的分类学家大多数是从个体角度,依据某一个或几个形态特征来研究欧洲赤松,并划分其变种。如Schott(1907)曾描述了欧洲赤松的九个变种。接着 Elwes 和 Henry (1908)、Beissner (1909) 也进行过这方面的研究^[21]。到1916年, Sylven 研究和测量了瑞典中部和北部的59个森林地区的大量标本^[22],共选出球果、种子、针叶、树冠、枝干等方面的九个形态特征,通过研究将瑞典的欧洲赤松划分为两个亚种^[22]。Sylven 的研究工作具有开拓意义。他首先从群体的角度,依据多个特征来研究欧洲赤松的变异,这与研究林木变异的经典方法是不同的。Sylven 对欧洲赤松的研究尽管比较粗放,但毕竟是第一次尝试。继 Sylven 以后, Langlet (1959) 对欧洲赤松天然群体表型变异研究又进了一步^[22]。他为了更准确地评价分布在瑞典的欧洲赤松一些形态特征的变异性,在 Sylven 资料的基础上,把每一个形态特征分为6个强度等级。分别确定样本的每个特征所属等级,然后把所有特征的等级值综合起来即代表欧洲赤松在该地的表型,再用深浅颜色标出从北到南欧洲赤松表型变异的规律。Langlet 还研究了变异与一年内6℃以上天数的关系,指出分布在瑞典的欧洲赤松从南到北,天然群体表型变异是连续的。与 Sylven 相比, Langlet 的研究又深入了一步。最值得注意的是 Langlet 把变异同气候因素联系起来,为以后的研究提供了重要内容。由于 Langlet 的方法,限于当时的水平,所以只停留在最初级的描述阶段。对于欧洲赤松的变异,后来 Vidakovic (1958)、Staszkiwicz (1961) 以及 Ruby (1967) 等人都进行了研究^[27, 31]。其中 Ruby 在总结前人经验的基础上对欧洲赤松天然群体表型变异做了一次全面的研究^[27]。当时,在所有研究针叶树种中, Ruby 的研究是比 Roche (1968) 详细^[20]。他从欧洲赤松自然分布的13个国家和地区的39个不同林分中采样,测定了球果等方面的19个特征。通过方差分析指出,这些形态特征在地区间或者同一地区不同林分间的差异是显著的。Ruby 还研究了各性状的地理变异规律,并根据各地区形态特征差异的大小将欧洲赤松划分为十一个地理群。Ruby 的研究具有很重要的意义。他所选择的形态特征,偏重于球果和针叶部分,特别是对球果特征研究较细。另外,他运用了方差分析更准确地判断了不同地区的林分在球果和针叶特征上的差异性。值得注意的是, Ruby 还把他用亲本特征划分的十一个地理群与 Wright 和 Bull 在1963年用种源试验的子代特征所划分的生态型做了对比,二者结果基本一致。所以, Ruby 反复强调了这一结论^[28],于是他把欧洲赤松划分为二十五个地理小种或变种^[28]。

除欧洲赤松外,许多学者对其他树种的天然群体表型变异也进行了研究。1961年, Thorbjornsen 研究了火炬松 (*Pinus taeda* L.) 形态特征的地理变异^[38]。他共选择了13个形态特征进行了研究,通过方差分析指出这些形态特征在不同地区呈现不同的差异,有的达到显著水平。他还指出,自然分布区北部和东部的种子是圆形的,而南部和西部的种子是窄形的,西部种皮薄,而东部种皮厚,呈现渐变趋势。他还指出球果特征自西南到东北有明显变异趋势。Thorbjornsen 还把分布区内5—8月的降水量与其平均温度之比作为干燥指标,通过相关分析得出气孔数目与该干燥指标有显著相关($r = 0.66$)。因此,他指出,气孔数目的连续变异是对大气湿度连续变异的一种适应。类似的研究还很多,如1963年 J. N. R. Jeffers 和 T. M. Black 对小干松 (*Pinus contorta* Dougl.) 天然群体表型变异的研究又是一例^[17]。

近年来,随着分类学的发展,林木分类方法不断得到丰富和完善。许多学者把对林木天

然群体表型变异研究视为分类的一种途径,直接应用亲本特征的多变量分析,来划分和鉴定种和变种。这种途径亦可称之为数量分类方法。从这点来看,J. W. Stead(1983)对假球松组的研究是比较典型而且有代表性^[32]。假球松组分布范围很广,从墨西哥北部通过危地马拉、萨尔瓦多、洪都拉斯一直到尼加拉瓜。它包括三个种:假球松(*Pinus pseudostrobus* Lindl.),细叶松(*Pinus tenuifolia* Benth.)和粗叶松(*Pinus douglasiana* Martinez.)。其中假球松变异很大,曾被Martinez分为五个变种^[32]。而且细叶松和粗叶松也非常相似。这就给假球松组带来了许多分类问题。Critchfielp和Little(1966)把假球松和细叶松称为同一树种,定为假球松。但粗叶松和假球松仍未分开,他怀疑在假球松这个变异很大的分类单位里只有两个种^[32]。因此,关于假球松组内部的分类关系一直比较紊乱。J. W. Stead为了解决这一问题,从整个假球松组自然分布区内18个林分采样,同时在一些细叶松、粗叶松和假球松混合生长的林分也采样。通过对20个形态特征的多变量分析指出,假球松组包含有三个种,假球松、粗叶松和细叶松,而假球松又包含两个变种。Stead的这一结论后来不断被其他学者所证实。类似这种用林木天然群体表型变异来划分种和变种的研究工作还很多,如早期Parker对壮丽云杉(*Abies procera* Rehd.)和紫果冷杉(*Abies mangifica* A. Murr.)的研究,Styles(1976)对卵果松(*Pinus oocarpa* var. *ochoterenai* Martiaez.)的研究。

木材特性及木材化学成分研究,是林木天然群体表型变异的另一个方面。这方面的研究在一些林业发达国家里尤其普遍。1964年,Mitchell研究了火炬松木材比重的地理变异^[24],指出,火炬松木材比重的地理变异与纬度有很大关系,木材比重从西北到西南有增大的趋势,而这一变化模式与温暖季节降水量有很大关系。同年,T. Eyvind(1964)对美国肯塔基和田纳西地区的弗吉尼亚松(*Pinus virginiana* Mill.)木材特性的变异也做过研究。他不仅强调这些木材特性在不同地区林分间的差异,也强调了不同树木之间的差异,同时,他还研究了特征之间的相关。所有这些研究为当时对木材的合理利用提供了依据。除针叶树外,一些学者对阔叶树木材特性地理变异研究也较深入。如近期(1983)P. K. Khosla, P. C. Kaushal等纤毛杨(*Populus ciliata* Wall ex Royle.)的纤维长、木材比重、尖削度等在不同天然林分间变异的研究就是一例^[19]。

在我国,林木天然群体表型变异的研究工作开展得比较晚。近期,有不少学者也做过这方面的努力。其中,对油松天然群体表型变异的研究是比较详细而且有代表性的。油松是我国广泛分布的针叶树种,其分布范围仅次于马尾松而占第二位。分布区跨温带草原地带、暖温带常绿阔叶林地带、北温带常绿落叶阔叶混交林地带以及属于青藏高寒植被区域的山地常绿阔叶林地带^[4],分布区气候变化大。徐化成等(1983)在油松整个天然林分布范围内共研究了10个林分,研究了10个形态特征,通过方差分析和相关分析发现,油松在不同林分间的差异是明显的。针叶长度和宽度与年降水量、年均温、一月均温有显著相关。气候越干旱越寒冷,针叶越宽越短,球果和种子越大,并指出这是适应性变异。最后通过聚类和主分量分析将油松划分为九个地理群^[3,10]。此外,马常耕对华山松的地理变异也做过研究¹⁾。指出,华山松种子千粒重的地理变异没有规律性,而种子颜色呈现有规律的单向渐变模式,即南方色深,北方色浅。另外还指出种子含油率的变化是地域性变化,最后他根据不同林分间

1) 马常耕,1984,华山松地理变异和种子区划,林研所研究报告(1),27—43。

差异大小把华山松分为南北两大类群。类似这方面研究还有陈岳武对福建柳杉小群体种子特性的研究^[2]。尽管我国学者对林木天然群体表型变异研究起步较晚,但他们吸取了国外的经验。因此,他们的工作无论在理论上,还是在生产实践中都具有重要的意义。

三、林木天然群体表型变异研究方法

自1916年 Sylven 研究了瑞典中部和北部欧洲赤松天然群体表型变异以来,许多学者还采用不同的方法相继对不同的树种进行了类似的研究。尽管他们的研究方法不完全相同,但综合起来一般有几个步骤:①采样林分的布置;②形态特征的选择;③取样和测量方法;④数据的处理与分析。

(一) 采样林分的布置

林木天然群体表型变异研究的目的是,为了揭示同一树种在天然生境下表型变异规律,因此,采样一般应遍及该种的整个分布区。历年来许多学者的研究也都如此^[3,27,32]。但也有学者出于其他目的,只在某一分布区布点^[11]。一般讲,为种源试验布的点,最好遍及整个分布区。

如何布点,布多少点则是林木天然群体表型变异中又一个比较重要的问题。因为布点不全,往往能使本来是连续的变异,呈现出表面上的不连续性,从而得不到真实的变异规律。这一点 Spurr 曾强调过^[8]。究竟如何布点,布多少点则由该树种自然分布区特点,分布区气候、地理条件、人力、物力、财力等决定。但必须掌握的基本原则是,所布的点能网络整个自然分布区,而且反映出分布区的特点。

(二) 形态特征的选择

研究林木天然群体表型变异实际上是研究林木某些形态特征的变异。因此,能否选择到合适的形态特征,直接关系到能否正确揭示林木天然群体表型变异规律。从 Sylven 对欧洲赤松形态特征研究起,不少科学家就注意到形态特征的选择。早期 Langlet 和 Ruby 曾主张选择一些受遗传控制强的特征。他们相继探讨了形态特征的选择,最后指出,象球果、种子等繁殖器官的形态特征受遗传控制强,最有区分的意义,此外针叶方面的特征亦可考虑。同时,对树干、树冠等特征也有所选择。从木材利用的角度进行这类研究,应侧重于木材特性。有些学者还涉及到花粉^[9]单萜烯成分等特征。Stead (1983) 在研究假球松组的变异时,是依照皮下侵入体 (hypodermal intrusion) 的变异而把粗叶松和细叶松从假球松中区分开来^[32]。综合以往国内外研究的经验,我认为选择特征应依树种及研究目的不同而异。选择特征应避免盲目性,应该考虑:①前人的工作;②所选特征的可得性和运输方便;③测量的难易程度。Ruby 在研究欧洲赤松时正是这样做的。

对于针叶树来讲,如果条件允许,应注意到下面一些特征的选择:

1. 球果方面 球果未开裂时长、宽、长宽比,球果开裂时宽、长宽比,鳞盾长、宽、长宽比,鳞盾背面颜色、中部厚度、最大厚度,鳞脐大小等。
2. 种子方面 种子长、宽、长宽比,种子颜色,种翅长、宽、长宽比,种翅颜色,种子千粒重,种子含油率等。
3. 针叶方面 针叶长、宽,针叶厚度,每束针叶数目,叶鞘长、叶背面气孔线条数、叶

腹面气孔线条数、叶边缘锯齿, 树脂道大小、树脂道数目, 维管组织大小。

4. 木材特性及其他 木材比重, 木材萃取物量, 纤维长, 管胞长, 花粉粒大小, 单萜烯含量及组分, 其他化学成分等。

(三) 取样及测量

取样林分应选择生长中等, 无明显病虫害, 具有代表性的天然林^[3]。每一林分取样木一般10—30株不等。样木应间隔25m以上^[3]。至于每样株上取多少样本(球果、针叶等)应视具体情况而定。同一林分的球果、针叶等样品可以混合, 也可以分开。测量应采取统一的标准, 尽量减少误差。测量数据的精确范围要依测量对象而定。E. R. Falkenhagfn 在研究美国西加云杉亲本变异时提到测量种子性状精确到0.01 mm, 球果性状精确到1.0 mm^[14]。

(四) 数据的处理和分析

研究林木天然群体表型变异, 是对亲本群体多个特征变异规律的研究, 因而离不开数理统计方法。早期的研究只用到简单的数学方法如Langlet的研究^[21]。后来发展到用方差分析来检验差异的显著性^[27]。有的学者为探索特征变异与气候因子的关系, 用到相关分析^[3]。然而, 对于天然群体地理群的划分, 用得最多的是主分量分析和聚类分析^[3]以及判别分析^[32]。数学方法的应用为更深入揭示林木天然群体表型变异规律开辟了广阔的前景, 也越来越受到许多学者的重视。近年来, 也有学者专门讨论这些数学方法, 特别是多变量分析方法的原理及其应用^[7, 1, 14]。

在研究天然群体表型变异时, 人们总希望搞清楚变异是连续的, 还是不连续的; 变异与经纬度及其他气候、地理因素之间的关系; 哪些是区分种群内不同类群的重要特征。而这些都是要从一些形态特征数据的数学分析结果中得到。一般讲, 通过相关分析可看出各因素相关程度的大小, 从而可推测出变异与其他因素关系的紧密程度。主分量分析是近几年来用得最多的一种排序方法^[7]。它可以把多个变量转化成几个独立的综合变量, 从而可以用主分量Ⅰ、主分量Ⅱ或主分量Ⅲ把各样点之间的关系列在排序图上。通过排序图既可看出所研究的天然群体该分几个地理群, 又能初步判断变异是连续的还是不连续的。一般讲, 排序图上样本之间不出现明显“断裂”则为连续变异, 否则可初步判断为不连续变异。当然, 要正确揭示变异模式, 还必须了解该树种分布特点、分布区气候因素变化方式及地理情况。Spurr曾指出, 如果一个树种连续分布在一个大的分布区内, 特别是这个分布区内纬度和地势差别很大时, 那么这个树种面对的气候因子的变化多少有些连续, 它的适应性变异也就趋向于连续变异; 如果这个树种的分布区是不连续的, 或者环境因子的变化是不连续的, 有着明显的界线, 那么会形成不连续的变异模式^[8]。另外, 通过主分量分析的载荷矩阵可看出哪些特征对群体变异的研究有价值。除主分量分析外, 差异求和法也是判断变异模式及分类的一种方法。聚类分析也是另一种分类方法^[7, 1], 也能很好地反映出各地区林分间的关系, 找出变异规律。但聚类分析不象主分量分析那样灵活, 因此, 使用什么分析方法要以研究对象的特点来确定。

综上所述, 林木天然群体表型变异研究虽然只有几十年的历史, 但却受到许多学者的重视并做了大量工作。同时, 在研究方法上也不断更新。一个最明显趋势是, 对于天然群表型变异研究越来越逐步由简单描述向数理分析方向发展。同时, 研究工作越来越细致, 由原来地区间变异研究向三水平变异研究上发展, 甚至把变异与地理距离结合起来, 从而获得更完整的变异体系。在我国, 虽然这类研究工作取得一定的成就, 但研究工作远不够深入, 研究

的范围也不够广泛。因此,今后应逐步把这类研究当做林木改良学科中一项不可缺少的基础研究来抓,同时,还应把这类研究工作更多地引入分类学中法。

参 考 文 献

- [1] 阳含熙等, 1983, 植物生态学的数量分类方法, 科学出版社。
- [2] 陈岳武, 1982, 福建柳杉小群体遗传变异研究, 南京林学院学报, (3):74—83。
- [3] 徐化成等, 1982, 油松生物系统学的研究, 林业科学, 18(3):225—236。
- [4] 徐化成等, 1981, 油松天然林的地理分布和种源区的划分, 林业科学, 17(3):258—270。
- [5] 徐化成等, 1984, 油松种群地理分化的多变量分析, 林业科学, 20(1):9—17。
- [6] 南京林学院主编, 1982, 树木遗传育种学, 科学出版社。
- [7] 唐守正, 1986, 多元统计分析方法, 中国林业出版社。
- [8] 斯波尔等, 1982, (赵克绳等译,)森林生态学, 中国林业出版社, 22—23。
- [9] Cain, S. A. et al., 1944, Size-frequency studies of *Pinus polustris* pollen, *Ecology*, 25(2): 229—232。
- [10] Dorman, K. W., 1976, The genetics and breeding of southern pinus, U. S. Department of Agriculture, Forest Service, 89—115。
- [11] Eyvind, T. et al., 1974, Taxonomy of *Abies* in the southern Appalachians: Variation in balsam monoterpenes and wood properties, *Forest Science*, 20(1—4): 32—40。
- [12] Einspahr, P. W. et al., 1964, Base line for judging wood quality of loblolly pine, *Forest Science*, 10: 165—173。
- [13] Eyvind, T., 1964, Variation in virginia pine part I: Natural variation in wood properties, *Journal of Forestry*, 62(1—12):258—262。
- [14] Falkenhagen, E. R. et al., 1978, Multivariate classification in provenance research, *Silvae Genetica*, 27(1): 14—23。
- [15] Goddard, R. E. et al., 1964, Geographic variation in wood specific gravity of slash pine, *Tappi*, 62: 606—608。
- [16] Jones, S. B. et al., 1979, Plant systematics, McGraw-Hill Book Company, 112。
- [17] Jeffers, J. N. R. et al., 1965, An analysis of variability in *Pinus contorta*, *Forestry*, 36(1—2):199—218。
- [18] Khail, M. A. K., 1975, Genetic variation in black spruce (*Picea mariana* (Mill) B. S. P.) in Newfoundland, *Silvae Genetica*, 24(4): 88—96。
- [19] Khosla, P. K. et al., 1980, Studies in *Populus ciliata* Wall. ex. Royle, II: phenotypic variation in natural stands, *Silvae Genetica*, 29(1):31—37。
- [20] Knaug, T. A. et al., 1974, Needle variation in loblolly pine from mesic and xeric seed sources, *Forest Science*, 20(1—4):88—90。
- [21] Langlet, O., 1967, Regional intra-species variousness, XIV. IUFRO-Kongress., Section 22-AG22/24, 436-458。
- [22] Langlet, O., 1962, Ecological variability and taxonomy of forest trees, *Tree Growth*, The Ronald Press Company, 357-369。
- [23] Lines, R., 1967, Standardization of methods for provenance research and testing, XIV. IUFRO-Kongress., Section 22-AG22/24, 672—718。
- [24] Mitchell, H. L., 1964, Patterns of variation in specific gravity of southern pinus and other coniferous species, *Tappi*, 47:276—283。
- [25] Piedra, T. E., 1984, Geographic variation in needles, cones and seeds of *Pinus tecumumanii*

- in Guatemala, *Silvae Genetica*, 33(1-3), 72-79.
- [26] Pryor, L. P., 1957, Selecting and breeding for cold resistance in *Eucalyptus*, *Silvae Genetica*, 6 (3-4), 98-109.
- [27] Ruby, J. L., 1967, The correspondence between genetic, morphological and climatic variation pattern in scotch pine, *Silvae Genetica*, 16(2), 50-56.
- [28] Ruby, J. L. et al., 1976, A revised classification of geographic varieties in scots pine, *Silvae Genetica*, 25(5-6), 169-175.
- [29] Roche, L., 1968, The value of short term studies in provenance research, *The Commonwealth Forestry Review*, 47-48 (131-138), 14-26.
- [30] Stace, C. A., 1980, *Plant taxonomy and biosystematics*, Edward Arnold, 5-20.
- [31] Staszewicz, J., 1961, Biometric studies on the cones of *Pinus sylvestris* L. growing in Hungary, *Acta Botanica*, 7, 451-466.
- [32] Stead, J. W., 1983, Studies of variation in central American pines V., a numerical study of variation in the pseudostrous group, *Silvae Genetica*, 32(3-4), 101-115.
- [33] Styles, B. T., 1976, Studies of variation in central American pines I., the identity of *Pinus oocarpa* var. *ochoterenai* Martiaez., *Silvae Genetica*, 25(3-4), 109-118.
- [34] Sweet, G. B., 1965, Provenance differences in Pacific Coast Douglas Fir, *Silvae Genetica*, 14(1-6), 46-56.
- [35] Squillae, A. E. et al., 1962, Racial variation in ponderosa pine, *Forest Science-Monograph* 2.
- [36] Thorbjornsen, E., 1961, Variation pattern in natural stands of loblolly pine, *Sixth. South. Cont. For. Tree. Improv. Proc.*, 25-44.
- [37] Vidakovic, M., 1958, Investigation on the intermediate type between the Austrian and Scots pine, *Silvae Genetica*, 7, 12-19.
- [38] Wright, J. W., 1976, *Introduction of forestry genetics*, Academy Press, New York, San Francisco, London.
- [39] Whiffin, T., 1976, Geographic variation in tropical tree species, *Tropical Tree as Living Systems*, P. B. Tomlinson and M. H. Zimmermann Cambridge Univ. Press. 31-54.

A REVIEW OF THE STUDIES ON THE PHENOTYPIC VARIATION OF FOREST TREES IN NATURAL STANDS

Li Changxi

(The Research Institute of Forestry CAF)

Abstract

Many researchers in the world have paid more and more attention to the studies of phenotypic variation of forest trees in natural stands, and have done many studies in this field. A review of its history progress, importance as well as methodology was made in the paper. In addition, suggestion of doing this study in China was put forward.

Key words: review; phenotypic variation; natural stand