

中国水杉引种研究

王希群¹, 马履一^{1*}, 田华², 郭保香²

(1. 北京林业大学环境资源学院, 北京 100083; 2. 湖北省林业勘察设计院, 湖北武汉 430079)

摘要: 水杉(*Metasequoia glyptostroboides* Hu & Cheng)是国家一级保护植物。水杉的发现是中国近代植物学界最值得自豪的一件大事,为中国植物学走向世界开辟了道路,被公认为是我国乃至世界二十世纪植物界的重大发现,它不仅对于中国有重要价值,也具有世界意义。水杉引种过程可以说是新中国植物引种过程的一个缩影,在发现50年后成功引种至26个省、市、区和特别行政区以及世界50多个国家和地区,成为我国重要的用材林树种、沿海防护林树种、农田防护林树种、城市绿化树种以及世界上著名的风景景观树种。水杉既为新中国林业的发展提供了重要实证,又是科学技术在林业及社会发展中的重要体现,同时水杉的发展也是我国林学界最值得骄傲的一件大事,是我国科技工作者集体智慧的结晶。该文仅对我国水杉引种学进行系统的论述,对水杉的引种阶段进行了划分,简述26个省、市、区和特别行政区的引种现状,分析了水杉在中国引种区的适生状况和原因。有关在国外的引种及迁地保护情况将另文发表。

关键词: 水杉; 引种; 中国

中图分类号: S791.350.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2005)01-0040-08

Introduction of *Metasequoia glyptostroboides* Hu & Cheng in China

WANG Xi-qun¹, MA Lu-yi^{1*}, TIAN Hua², GUO Bao-xiang²

(1. College of Resources and Environment, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Hubei Provincial Forest Survey and Design Institute, Wuhan 430079, China)

Abstract: *Metasequoia glyptostroboides* Hu & Cheng is the national first class protective plant. The discovery of *Metasequoia* was one of the most important and interesting events and made important contributions to plant field of China in the past century. It was the most proud event in Chinese modern plant fields and it made a way for Chinese botany to be linked the world. Being generally accepted for an important discovery in the plant field all over the world, it was great importance to China, and also to the world. As one important part of *Metasequoia* research and development, the introduction process could be thought of a miniature of the New Chinese plant introduction. After more than 50 years of the seedling and afforestation, it has been planted in 26 provinces, municipalities, autonomous regions and special administrative region in China and more than 50 nations and regions in the world, it has become the important tree species for timber forest, the along sea shelter belt forest, the farmland shelter forest, city green forest and scenery and landscape forest. The *Metasequoia* not only provided the important substantial evidence to the development of the new Chinese forest, but also important symbol to science and technology in the development of forestry and socialism. This review gives a systematical summary on the *Metasequoia* introduction in China, divides the *Metasequoia* introduction stages, reports briefly on the present situations of *Metasequoia* introduction and analyzes its suitable conditions in China. The report of that in the world will be recorded in another review.

Key words: *Metasequoia glyptostroboides* Hu & Cheng; introduction of *Metasequoia*; China

收稿日期: 2004-05-11 修订日期: 2004-08-16

作者简介: 王希群(1965-),男,湖北丹江口人,博士生.高级工程师,主要研究方向:林木遗传育种、森林培育、水杉。E-mail: wangxiqun2003@yahoo.com.cn * 责任作者,教授,博士生导师。

吴中伦(1983)在我国第一部树木引种专著《国外树种引种概论》中提出,树木引种具有树木实验生态的作用,各种植物局限于各自的自然分布区,引种就是用人造的传播克服植物,包括树木在传播上的障碍距离。潘志刚、游应天(1994)认为,树木引种驯化简称树木引种,其一般概念是指从外地或外国引进本地区没有的树种,通过驯化培育使其成为本地或本国的栽培树种。水杉自然分布在鄂西(湖北利川)、湘西(湖南龙山)、渝东(重庆石柱)所形成的极为狭窄的三角形分布区内,面积约 1 000 km²,集中分布区在湖北利川小河附近的 600 km² 内。因此在分布区以外水杉的发展均属于引种学研究的范畴,也属于水杉区系研究的重要组成部分,保护和发展成为水杉研究的两个主题。

1 中国水杉引种驯化的历史及过程

1941 年干铎先生在川、鄂交界处的谋道溪(又名磨刀溪,原属四川省万县,1955 年 12 月 20 日经国务院批准划归湖北省利川县)看到水杉,1943 年王战先生采集到水杉标本,并于 1945 年夏转交给中央大学农学院的郑万钧先生,郑万钧等一些学者立即开始了水杉的调查和研究,1948 年由胡先骕、郑万钧发表了著名的《水杉新科及生存之水杉新种》一文,命名了活化石水杉,并受到世界植物界的关注,这也曾为中国武陵山——这块古生物的保存地树立了一块新的里程碑。在水杉正式命名发表之前,1947 年秋华敬灿先生采到第一批水杉种子约 2 kg 后,在国内首先分别赠送给重庆、成都、武汉、北平、广州、庐山等地的植物园和园林场及有关科研单位试种,中央大学农学院、北平静生生物调查所、北京大学农学院以及庐山森林植物园是我国最早开始研究水杉的机构,1948 年春开始育苗都取得了较好的效果。1948 年北平静生生物调查所繁育的苗木栽植在该所院内(现北京动物园及中国科学院植物所院内),同年汪振儒、董世仁开始了种子研究和育苗试验并发表了《水杉种子及幼苗发育观察》(1949)一文,据董世仁先生回忆(2003 年)试验的种子 1948 年初来自于胡先骕先生,培育的苗木栽植在北京图书馆旧馆周围和北京林业大学苗圃。庐山森林植物园 1950 年王秋圃报道了 1948 年水杉播种和扦插试验获得成功的结果,并且当年庐山森林植物园育苗最多(3 500 余株)和造林面积最大(约 2 000 m²),后

来成为水杉推广的主要种源地之一。

新中国成立后,在胡先骕和郑万钧等一批学者的宣传和重视下,水杉的研究和推广得到重视,各地纷纷开始引种。对水杉引种历史进行阶段划分是一个很难的事情,但总的来看,中国水杉的引种大致可以分为三个阶段:

第一阶段是从 1947 年秋至 1958 年止。中央大学华敬灿 1947 年秋采集到水杉种子回南京后,由在南京的郑万钧和在北平的胡先骕组织了水杉种子的分发,主要分发到一些重要植物和林业机构用于繁殖目的,并且每处引种数量极小,种子大多是通过信件来邮寄的,在国内最初参与引种的主要是中国植物学会的成员,有胡先骕、汪振儒(北京)、郑万钧(南京)、叶雅各(武汉)、陈焕镛(广州)、方文培(成都)、左景烈(青岛)等。在这一阶段主要是以认识珍贵稀有的“活化石”为目的加以引种,研究主要在科学院系统和一些大专院校进行,完成了水杉的适生性试验,育苗造林试验以及技术总结。

第二阶段是 1958 年至 70 年代(均为二十世纪,下同)初。1958 年中央提出“大地园林化”,国家建筑工程部于 1958 年 2 月 25~27 日召开了全国第一次城市园林绿化会议,会后植树造林受到极大的重视,树种的选择成为造林绿化中的一个重要问题,水杉这一珍贵乡土树种受到重视并开始在城市绿化中广泛引种。由于最早在 40 年代末引种在北京、南京、江西庐山、武汉等地零散栽植的水杉以及 50 年代在江西庐山和武汉东湖成片造林的水杉,到 60 年代表现出速生、成林、适应性强和具有较好的绿化美化效果,于 1964 年 9 月 21~28 日由中国植物学会在庐山召开了第一届全国引种驯化学术会议,会议期间交流了各地水杉的引种情况并参观了庐山引种栽培的水杉林,得到了全国与会者的赞赏和普遍认同,水杉受到城建部门的重视,成为主要的园林绿化树种。陈俊愉等(1965)、王其超(1965)对水杉的生长情况及适应性进行了研究,认为水杉可以成为重要的园林绿化乔木树种,60 年代水杉被列为主要的园林绿化树种,60 年代后我国各地植物园林系统进行广泛引种栽培,现在许多植物园、公园的水杉大树有相当部分是 60 年代末和 70 年代栽植的。

第三阶段是 1972 年以后。由于造林绿化事业的推动,中国农林科学院先后于 1972 年 10 月和 1974 年 10 月在广西、福建南平召开了全国林木良种协作会议和全国林木引种驯化科技协作会议,会

议对林木育种工作进行了回顾,并展开了全国有计划的林木引种、育种工作,水杉作为我国重要的乡土树种在南方表现出速生、丰产、成林性、成材性好、抗性强的特性受到极大的重视,被列为主要造林绿化树种和速生丰产林树种,1978年速生丰产林建设的启动和平原绿化达标的实施,水杉列为主要的用材林树种、农田防护林树种,并从80年代开始作为我国沿海防护林树种得到应用推广,在80年代由于水杉造林绿化形成的“水乡园林”和“水杉之乡”的湖北省潜江县(潜江市)、江苏省邳县(邳州市)成为平原绿化的两个典型。中国林业科学院和湖北等有关省市为了加快水杉的推广步伐,交流水杉引种栽培等方面的研究成果和实践经验,在农林部(林业部)的重视下,在1974~1983年间先后在湖北武昌(1974年12月)、江苏江都(1976年11月)、浙江杭州(1979年11月)、广东新会(1981年11月)和湖南南县(1983年10月)五次召开“水杉、池杉(*Taxodium ascendens*)、落羽杉(*T. distichum*)”(简称“三杉”)协作推广会议,为普及水杉育苗造林技术和取得繁殖材料提供了场所和信息,培训了一批技术人员,对水杉的推广作了具体而有效的工作,“三杉”引种协作组定期举行学术活动,交流经验,互通信息,交换种苗,使引种工作进展迅速。对全国各地引种栽培的水杉也应分阶段和对一些重要地区进行必要的保护,但由于自90年代以来,长江流域一些地方如湖北、湖南、江苏、浙江等省大量砍伐60年代以来栽培的水杉,很多地方的水杉被杨树(*Populus* spp.)替代,一些地方已很难看到原来的水杉美景。

2 水杉在中国的引种现状

北京:北京是我国最早开始引种水杉的地方,1947年秋北平静生生物调查所胡先骕先生开始引种和研究,1948年由王宗训、孙可群等培育定植在北京动物园(原植物研究所办公楼前),现保存有3株大树,胸径70 cm,树高20 m左右(2002年测),胡先生还安排把水杉移植到研究所进行栽培保护,如今研究所里30多棵大水杉就是当年栽植的,同年北京大学农学院也开展了研究。在北京积水潭医院、北京图书馆旧馆、动物园等地栽植的水杉已成林成材,1955年在西郊玉泉山院内栽植了8株水杉,现均已成胸径30~50 cm的大树。60年代中期市园林局、北京林学院等单位对水杉进行了引种调查,并

对水杉的生长情况及适应性进行了研究,在北京市一些气候和土壤条件较好的地方可以栽植和发展水杉作为景观绿化树种,随后在一些公园得到发展,香山的樱桃沟、公园以及一些院校均可看到当时栽植的水杉,其中北京植物园1972年从湖北利川引进水杉种子500 g,育苗2 500多株,1974年和1976年在樱桃沟内成片栽植水杉300余株,现存140余株,胸径大多数在35~60 cm,树高22~25 m(2004年测),蔚为壮观,成为北京市大、中学生实习的一个重要地点和景观,2003年在此建立水杉观赏栈道和水杉亭,并铭刻胡先骕先生《水杉歌》,以纪念水杉这一植物学上的世纪发现。

天津:60年代引入天津,在南开大学有当时栽植留存的大树。现西沽公园、北宁公园、河西区、西南楼公园、刘园苗圃、蓟县、天津烈士陵园、农科院等地均可看到栽植的水杉。

河北:60年代大量引种栽培,现秦皇岛、昌黎、唐山、西陵行宫、保定、石家庄、邢台、邯郸等地均有栽培,生长良好。

山西:1958年芮城山峪村栽植的水杉(1986年调查,树高达20.6 m,胸径37 cm)。山西省内长城以南海拔1 000 m左右或以下的平川城镇街道及公园有栽培,运城地区栽培较多,其次是太原、长治、晋城、临汾等地均有栽培,现全省多作为绿化观赏或速生用材树种。

辽宁:1958年开始从杭州引种水杉2年生苗200株,栽植在大连苗圃,现存31株,生长良好,成为苗圃一景。在盖县辽宁省熊岳树木园保存有50年代引种的水杉,长势良好,70年代以后辽宁开始从武汉、江苏引种水杉苗木,在辽东半岛造林绿化中应用,成为丹东、本溪、辽阳、鞍山、沈阳等地绿化观赏树种。中国科学院沈阳应用生态研究所树木园现存(1978年栽植)水杉大树28株,生长旺盛,成为水杉栽培的最北界。

上海:上海市最早引种水杉始于1958年,栽植在上海西北角的青浦县淀山苗圃,以其树姿优美、挺拔,作为园林观赏树种而受到重视,70年代开始大量引种栽培,使水杉成为上海平原水网湿地最适合的生长树种,田成方,路成行,水杉绕村走,已是上海市新农村的一个缩影之一,据90年代初统计,上海市郊区的近4 000万株四旁树木中,水杉就占50%以上,作为我国特有的珍贵孑遗植物,水杉春夏翠绿欲滴,秋冬经霜艳紫,在上海这一繁华的大都市,已

被辟为“一景”，我国闻名的华东最大的平原森林公园——崇明岛东平林场森林公园，主要是通过发展水杉形成的森林景观，已成为华东一颗绿色的明珠。

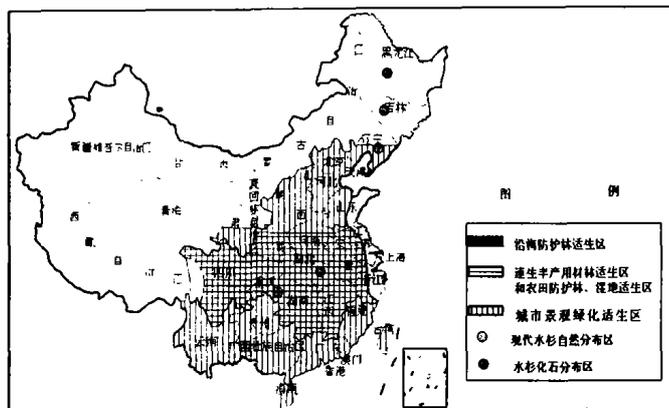


图 1 中国水杉引种及适生区域图

Fig. 1 Showing division for introduction and suitable planting areas of *Metasequoia* in China

江苏:1947年由中央大学农学院郑万钧等引种并开始了对水杉的系统研究，现在南京大学及江苏植物研究所院内有最早栽植的水杉均成胸径达1m的大树，在南京航空学院校园内保存有1949年播种并于1954~1956年栽植的大量水杉，现已蔚然成林，在南京玄武湖的城墙前保留有50年代栽植的一大片水杉林。50年代在郑万钧等先生的指导下，江苏省境内得到大量引种，1958~1961年间，以叶培忠教授为首的研究小组开展水杉扦插繁殖技术研究并取得很大成功，尤以邳县1958年开始引种发展最为著名，栽植在县政府大院内的水杉，1985年测定最大的一株胸径45.7cm，高26.6m，材积1.9907m³，沿着城区向北，已栽植水杉1万株以上，成为著名的“水杉之路”，绕过环城路栽植的都是水杉，高大挺拔的水杉整齐地排列在道路两旁，庞大的树冠构成一条漂亮的绿色通道，因此被称为“中国水杉第一路”。60年代中期引进江都等地，70年代初开始作为江苏省造林的主栽树种大面积造林，80年代成为江苏沿海地区的主要的造林树种，水杉栽植株数已在1亿株以上。

浙江:1949年春由杭州植物园最早引进，栽植在该园池塘旁边，现尚存6株，1952年余杭县长乐林场从湖北引入水杉种子育苗，苗木栽植在场部，1965年开始结实。1953年杭州植物园继续从湖北引进水杉种子育苗，而后杭州、嘉兴、湖州等地广为栽植，到80年代已成为平原绿化和林网建设的主要树种，同时也成为浙江省城市及工矿绿化的重要树种。

安徽:1948年徽州地区博村林场从湖北引进水杉种子，1949年育苗成功，苗木栽植在场部和东关作业区，现存大树10株，1958年开始试花，1973年开始正常结实。1953年滁县琅琊山林场亦开始引种水杉，1975年开始正常结实，同时合肥园林局、黄山林校、休宁西田林场等单位先后进行了水杉引种工作，到1974年扩大到30个县，到80年代末几乎遍及全省各地，在沿江和淮河两岸广为栽植，水杉已成为安徽各地主要的“四旁”绿化树种和庭院、公园、城市绿化和风景树种。

福建:1948年由福建农学院和福建师范大学生物系引种到福州，栽植在农学院和师范大学院内，幼树生长迅速，长势旺盛，能正常开花结实，后生长缓慢。现在福建主要大中城市中多有栽培，供庭院绿化和观赏。

江西:1947年秋庐山植物园得到水杉种子50g，1948年春由王秋圃先生播种试验，用25g种子于3月10日播种，获水杉苗3500余株，并开始造林试验，同年8月中旬进行扦插试验也获得成功，1953年定植万株水杉，胡先骕先生为此写下了《水杉歌》，现在庐山植物园可看到这次栽植的大片的郁郁葱葱水杉林。同时在50年代初期，省内的一些高校及林业科研单位有少量引种，但均以珍贵稀有的“活化石”植物加以欣赏而已。60年代各国营垦殖场及江西共产主义劳动大学总校、分校纷纷引种试种，在70年代作为重要的优良速生用材、绿化树种受到重视并得到发展，现已在全省广为栽培。

山东:山东省于1947年开始引种水杉，当时青岛市中山公园从南京引进水杉种子10粒，播种后得苗4株，栽植在现该园的花卉园中，现存2株大树。50年代初期和70年代初期各地又陆续引进种子和苗木，开始小面积造林和“四旁”植树，在山东栽植较多的有临沂、烟台、潍坊、泰安、青岛、枣庄、济南等地，菏泽、聊城、德州等地也有少量的栽培。栽植地的垂直海拔高度从10m的日照市大沙洼林场，到1100m的蒙山龟顶下均生长良好。在日照市，水杉春夏秋冬四季变化与海边的四季变化交相辉映，给人以大自然造化的美感，成为一大景观。1958年山东农业大学开始在泰安新校址栽植了大量水杉。在山东烟台昆嵛山国家森林公园三分场驻地有1962年从浙江引进的水杉50多株(1990年进行水杉优树选择时最大的一株树高40m，胸径60cm)，水杉已成为山东“四旁”植树和营造速生丰产林、风

景林的主要树种之一。

河南:1954年信阳鸡公山开始引种栽培水杉,大部分栽植在海拔300 m以下河谷两岸的滩地冲击土上和“四旁”,1958年商城黄柏山林场开始成片造林,成为全国最早进行水杉成片造林的地点之一,先后在信阳、郑州、洛阳、新乡等地栽植,后又扩展到开封、周口、三门峡等地,80年代后全省均有栽植,作为用材和绿化树种。

湖北:水杉原产地,现在世界上的栽植的水杉,其种源99%以上为原产地湖北利川。1947年武汉大学开始引种水杉,未见引种结果的报道,1950年再次从利川引种,现学校树木园中存有这次引种的水杉,其后经繁殖,又成为全国乃至世界种源的基地。1957年由武汉东湖二苗圃首先进行成片造林,随后潜江广华寺引进营造行道树和片林,现潜江拥有水杉18万株,是全国引种最早、面积最大、养护最好的人工水杉林,村镇、道路、河渠,处处绿荫成片,一派水乡园林景象,1988年时任国家主席的李先念和国务院副总理的康世恩分别题写“江汉水杉纪念碑”碑名和“水杉园林”园名,至2002年联合国粮农组织先后有13批、62个国家的专家、学者前来实地参观考察,全市现拥有林木4000多万株,森林覆盖率为15.3%,先后向全国20多个省(市)输送水杉苗8300余万株,被誉为水杉的第二故乡。1962年湖北省江陵县八宝(岭)山林场技术员进行的大田水杉扦插获得成功引起重视并在各地推广,水杉育苗开始由种子育苗繁殖,逐步发展为硬枝扦插、嫩枝扦插,从而使水杉在全省迅速得到发展,至1972年全省已有80%的县引种了水杉,长势良好,1974年全国水杉、池杉、落羽杉科研协作会在湖北武昌召开,郑万钧、叶培忠教授出席了会议给予指导,水杉列为本省主要造林树种,到1984年全省所有县、市都引种栽植了水杉,栽植达1亿株以上,现已成为湖北主要滨湖地区的主要造林树种。

湖南:水杉原产地,1974年发现于湘西龙山县洛塔乡,共5株,其中古水杉3株,胸径分别为1.15、1.24、1.64 m,树高在40 m以上,1株古水杉树干被两根古藤缠绕,宛如两条巨龙盘绕在一根擎天柱上,被称为“双龙戏珠”。湖南从50年代起在洞庭湖开始引种水杉,1954年大通湖农场和金盆农场最先引种,1956年春西湖农场又从利川引进实生苗500株,栽植在场部(1991年调查,35年生最大的一株胸径49.5 cm,高25 m),后来湖南林校、湖南农学

院、湖南省林业厅等进行引种研究和示范,70年代成为营造片林、带状林的主要建群树种,到80年代栽植范围已达67个县、市,栽植株数达1亿株以上,现全省栽培。

广东:广州在1947年就引种水杉,1954年报道水杉在广州生长颇好,无论插条、播种,皆易生长,性喜近水之地,边材白色,心材褐红色,不耐水湿。60年代初由广东省林业科学研究所大量引种,作为观赏树种栽培,在广东省一些大中城市中均可看到,广州市麓湖公园内的水杉林在秋冬交际之际浓密的羽状细叶变成了金黄色,绚丽夺目,成为一景。

广西:广西桂林植物园1958年开始引种水杉,1962年报道在桂林广西植物研究所植物园引种水杉获得成功,随后在广西开始大量引种,主要用于城市绿化,现广西各地均有栽培,在南宁广西大学校园内栽植有大量水杉。

海南:在80年代有关园林和林业的植物调查名录中均有水杉的记载,海口、三亚的公园中有水杉种植,生长良好。

重庆:水杉原产地,60年代初发现于重庆市石柱县(重庆市1999年直辖以前,石柱属四川省),现存古水杉28株。1948年和1953年从湖北利川引种到歌乐山等地栽植,现在西南农业大学院内可看到早期引种的水杉已蔚然成林,70年代后成为重要的城市绿化树种,现重庆辖区内各地均有栽培。

四川:1947年由四川大学引种,未见早期引种栽植的报道。1956年引种扩大到川西平原,1959年以后推广到洪雅、雅安、崇庆和大邑等山区,在四川除甘孜自治州等高寒山区外,几乎遍及全省,水杉的栽培垂直分布从海拔200 m左右的长江两岸,至海拔2600 m的川西高原城市马尔康,水杉已成为用材、绿化树种和营造速生丰产林、风景林的主要树种之一。

贵州:1960年开始引种,栽植在贵阳市西南郊八里山的贵州省林科所树木园中,现毕节、兴义、安顺、遵义、贵阳、凯里、铜仁等地广有栽培,作庭院观赏树。

云南:1947年由蔡希陶先生引种,现保存在中国科学院昆明植物研究所茶花园中有一株大树,就是当时引种的,50年代开始扩大栽培,在昆明、西畴、文山等地栽培,作庭院绿化树、行道树、四旁绿化、堤岸树等,生长良好。

陕西:陕西省最早引种水杉的是西北农学院森林系,时间是1948年春,由于管理不善而失败。1950年春继续引种,加强了苗木的越冬管理获得成

功,以后省内其他学校、科研、生产单位相继引种和繁殖,60~80年代进行扩大繁殖和种植范围,现关中、陕南、陕北等地广为栽植,有大量的片林存在,西安一带的学校、公园、宾馆、厂矿企业的绿化中也有大量栽植,生长良好,革命圣地延安王家坪栽植的水杉已成为革命圣地的一个绿色景观。在陕西水杉主要用于“四旁”绿化、河滩地造林、农田防护林、田边地头以及渠旁、道旁的栽植,同时也成为陕西重要的城市绿化树种。在海拔 1 400 m 以下都可以种植,在山地宜选择在山洼、山脚、土层深厚、排水良好的地方栽植,尤以平原河流冲积土为好。

甘肃:1964年天水市林业局从南京引进的水杉,1975年已开花,70年代引种到陇南、甘南、临夏地区,生长良好,已成为当地重要的城镇绿化树种和行道树种。

台湾:1949年首次引种未获成功,1955年引种成功,现阿里山工作站前保存有3株大树,1956、1959、1960、1970、1973和1974年分6次由美国和日本引进水杉,栽植于中海拔山地如阿里山、蕙荪林场、溪头等地,平地见于北投再居花园,生长良好。

中国香港:在香港植物园有栽培。

另外,在新疆的伊犁、克拉玛依等地70年代初引种栽培,1983~1984年的严寒后全部死亡;80年代末内蒙古赤峰的水杉引种也未获成功;70年代初在宁夏银川附近贺兰山下武口风景区栽植的几株水杉生长良好,而90年代引进栽培的生长不良;西藏林芝地区90年代开始引种,能生长但仍处于试验阶段。

3 水杉的适应性研究

3.1 城市景观绿化适生区的研究

1948年庐山森林植物园(现中国科学院庐山植物园)、静生生物调查所和北京大学农学院、中央大学农学院对水杉种子和育苗进行了研究,并且在全国开始进行水杉的引种研究。由于水杉的发现在国内外都有重要的影响,新中国成立后,为了认识和研究水杉的需要,全国各地开始了引种工作,使这一研究和推广得到加快,尤其是1958年全国第一次城市园林绿化会议后开始了大量的引种驯化工作,并且开展了造林技术的研究,1964年在庐山召开了第一届全国引种驯化学术会议期间交流了各地水杉的引种情况,水杉以其生长迅速,树干挺直,树形优美,病虫害少等得到了与会者的赞赏和普遍认同,60年代

水杉成为主要的园林绿化树种并开始在全国城市园林绿化中推广应用。系统研究表明,现在全国有辽宁、北京、天津、河北、山西、河南、湖北、湖南、广西、广东、海南、台湾、山东、上海、安徽、浙江、江西、江苏、福建、重庆、四川、云南、贵州、陕西、甘肃、香港等26个省、市、区和特别行政区大中城市的公园、植物园以及城镇中均有水杉栽植,位于 $100^{\circ}\sim 125^{\circ}\text{E}$, $18^{\circ}\sim 42^{\circ}\text{N}$ 之间,区域面积近400万 km^2 ,几乎覆盖了华北、华中、华东、华南、西南以及西北的部分地区,许多地方的水杉已成为当地的重要园林和森林景观。根据所收集的资料分析表明:水杉为喜光树种,对气候和土壤条件均有较好的适应性。垂直分布从海拔10m左右的长江两岸,至海拔2600m的川西地区,在年均气温为 2.1°C (甘肃夏河)至 23.8°C (海南海口),极端气温为 45°C (江苏南京、江西南昌、重庆)和 -30.5°C (辽宁沈阳),年降雨量为376.9mm(山西大同)至2293.5mm(广东阳江),相对湿度为40%~90%,日照时数为1062.3h(重庆)至2885.9h(陕西榆林)的条件下均能生长。根据席承藩等(熊毅等,1987)的中国土壤分类系统,土壤分区采用三级制,将我国划分为4大分区、16个土壤带和60个土壤区,水杉城市景观绿化适生区涵盖了富铝土分区的砖红壤、赤红壤、红壤、黄壤、黄棕壤5个土壤带的25个土壤区以及硅铝土分区的棕壤、褐土、黑垆土3个土壤带的7个土壤区,pH在5.0(海南海口、广西百色、四川成都)至8.5(陕西榆林、延安)之间均可生长,但对立地条件要求严格,适生于土层深厚肥沃、湿润而排水良好的山地黄壤及紫色土地带,在土壤干燥和易积水的低湿地均生长不良。水杉作为重要珍稀濒危植物在该区域的植物园和树木园进行种植和保存,并作为重要的研究材料。

3.2 速生丰产用材林适生区和农田防护林、湿地适生区的研究

由于造林绿化事业的推动,中国农林科学院先后于1972年10月在福建南平召开了全国林木良种协作会议和1974年10月在广西召开了全国林木引种驯化科技协作会议,水杉作为重要的乡土树种由于在南方表现速生、丰产、成林性、成材性好、抗性强,受到极大的重视,被列为主要造林绿化树种和速生丰产林造林树种,1974~1983年先后五次水杉协作推广会议,为普及水杉育苗造林技术和取得繁殖材料提供了场所和信息。1978年速生丰产林建设的启动和平原绿化达标的实施,水杉列为主要的用

材林树种、农田防护林树种,并从 80 年代开始作为我国沿海防护林树种得到应用推广,50 年来形成了以长江中下游、汉水流域、淮河流域为水杉速生丰产用材林适生区和水杉农田防护林、湿地适生区,包括重庆、四川、陕西、河南、湖北、湖南、安徽、江西、浙江、江苏、上海等省市,位于 $102^{\circ}\sim 122^{\circ}\text{E}$, $25^{\circ}\sim 35^{\circ}\text{N}$ 之间,区域面积约 180万 km^2 ,据蒋延玲等(1999)报道我国现有水杉林 $1.08\times 10^4\text{hm}^2$ 。笔者多年调查发现,水杉为重要的湿地树种,在湖南洞庭湖、江西鄱阳湖、湖北武汉东湖、南湖、沉湖等湖泊周围生长着大片的水杉林,生长良好,成为与湖区连为一体的景观,已成为这些地区生物多样性的载体和白鹤(*Ciconia ciconia*)、黑鹤(*C. nigra*)、灰鹤(*Grus grus*)、鸬鹚(*Phalacrocorax carbo*)等鸟类栖息地,需要加强保护。国家林业部于 1989 年制定了中华人民共和国专业标准《水杉速生丰产用材林》(ZB B64010-89),规定了造林范围、指标和主要技术措施,丰产林生长指标以 20 a 为计算年龄(包括苗龄),将北亚热带、部分中亚热带的杭州湾、天目山东南坡、淮南平原及江淮地区、里下河平原、洞庭湖平原及原产地以及川岷江、青衣江等流域划分为 I 类区;黄河流域以南,黄淮平原、南阳盆地以及鄂西北低山区划分为 II 类区;鄂东南低山区、湘中、湘南丘陵、赣低山丘陵、粤丘陵划为 III 类, I 类区以培育中径材为主,轮伐期 15~20 a,蓄积年平均生长量 $11.7\text{ m}^3/\text{hm}^2$,林分平均胸径达到 20 cm 以上, II、III 类区以培育小径材为主,轮伐期 20~25 a, II 类区蓄积年平均生长量 $10.5\text{ m}^3/\text{hm}^2$,林分平均胸径达到 20 cm 以上, III 类区蓄积年平均生长量 $9\text{ m}^3/\text{hm}^2$,林分平均胸径达到 17.1 cm 以上。

3.3 沿海防护林适生区的研究

陈万章等(1982)在对江苏沿海地区的造林树种生长情况及发展潜力调查后认为水杉可以成为江苏沿海地区的主要造林树种。水杉在 80 年代成为我国沿海防护林的主要造林树种,以亚热带气候区的山东(日照)、浙江、上海、江苏沿海防护林为适生区,位于 $118^{\circ}\sim 122^{\circ}\text{E}$, $28^{\circ}\sim 36^{\circ}\text{N}$ 之间,区域面积约 15万 km^2 。水杉对碱有一定的抗性, pH 值可达到 9,造林地宜在含盐量在 0.055% 以内,在经过改良、基本脱盐、土壤深厚肥沃的河堤、堆堤较为适宜,林地含盐量在 0.0315%~0.0555% 之间, pH 值在 8.0~9.0,水杉生长正常,当含盐量增高至 0.08% 以上时,水杉出现黄化、衰弱现象,甚至死亡。因此,

水杉属于不耐盐而对 pH 值适应性较强的树种并且水杉林网在沿海的防风效果较好。

4 讨论与结论

(1)中国水杉的引种区域涵盖 26 个省、市、区和特别行政区,北至辽宁南部、北京、延安、天水,南达两广、海南及云贵高原,东临东海、黄海之滨及台湾,西至四川盆地都有栽培,尤其是长江流域中、下游各省栽培甚广,生长较快,许多地区已成林、成材,表现出广泛的适应性,水杉林已成为一些重要湖区周围生物多样性的载体和鸟类栖息地。关于水杉具有广泛引种区和适应性的原因,用苏联植物学家库里齐亚索夫于 1953 年提出的生态历史分析法解释更为恰当(潘志刚等,1994),他认为:地质史上的冰川时期强迫植物南迁,冰川期后有些植物又从南向北移动,现在许多植物的分布范围是经过冰川期后被迫形成的,因此,现有植物的分布并不能说明它们在古代分布情况,有些植物现在的分布不一定是它们的最适生境,尤其不一定是生产上的最佳地域,把它们引种到其他地区可能会发挥更大的潜力,其适应性也不相同。水杉引种地的适应性调查结果显示,其适应范围和在许多地方的生长潜力远远超过了在自然分布的鄂西、湘西、渝东区域内的表现。

(2)根据吴中伦(1983)提出的将我国林木引种区划分为 13 个区,水杉已经引种的区域涵盖了华南热带及亚热带区、东部亚热带区、西部亚热带区、华北山区、华北平原区、西北黄土高原区和西南高山林区 7 个区,证明水杉有宽广的适应区,各地都保留有大量早期引种的水杉,对于这些水杉,尤其是在 50~60 年代引种的水杉,由于水杉引种过程可以说是新中国植物引种过程的一个缩影,是我国植物引种的成果和见证,同时在这些重要湖区湿地的水杉林已成为生物多样性的载体和鸟类栖息地,虽未达到一般调查古树 100 a 的树龄(水杉的寿命可达 950~1 200 a),但对当地生物多样性和生态环境的保护具有重要的作用,因此仍然需要进行必要的保护。

参考文献:

- 山西省林业科学研究所编著. 2001. 山西树木志[M]. 北京: 中国林业出版社.
- 王泽有, 董铁明. 1995. 河南省水杉栽培区划及生产力的评价[J]. 河南林业科技, (2): 18-20.
- 中国树木志编委会. 中国主要树种造林技术(上册)[M]. 北京:

- 农业出版社, 1976.
- 四川植被编辑委员会. 1992. 四川植被[M]. 北京: 中国林业出版社.
- 刘永书. 1980. 江西省水杉引种栽培概况及其展望[J]. 江西林业科技, (2): 9-10, 35.
- 吴中伦. 1983. 国外树种引种概论[M]. 北京: 科学出版社.
- 宋朝枢. 1993. 鸡公山自然保护区科学考察集[M]. 北京: 中国林业出版社, 93.
- 张茂钦. 1998. 云南珍稀濒危树种生态生物学研究[M]. 昆明: 云南大学出版社, 492-501.
- 陈俊愉, 张春静, 张 洁. 1965. 水杉引种驯化试验[A]. 见: 中国科学院植物研究所植物园. 植物引种驯化论文集[C]. 北京: 科学出版社, 102-111.
- 陈 端. 1996. 西藏林芝引种水杉可行性研究[J]. 西藏科技, (2): 57, 60-61.
- 杨成华, 方小平, 张廷忠, 等. 1997. 贵州省林科院树木园营建技术[J]. 贵州林业科技, 25(1): 37-39.
- 俞德浚, 盛诚桂. 1983. 中国植物引种驯化五十年[A]. 见: 中国科学院植物研究所. 植物引种驯化(3)[C]. 北京: 科学出版社, 3-10.
- 俞建中. 1986. 海口市园林绿化树种调查报告[J]. 杭州植物园通讯, (2): 8-15, 7.
- 俞仲谔. 1986. 园林观赏树木的引种栽培与应用[J]. 杭州植物园通讯, (1): 1-2.
- 赵本虎, 张小平. 1987. 水杉生态学与生长特性的探讨[J]. 四川林业科技, 8(1): 25-30.
- 官振钊. 1979. 水杉北移试栽生长情况调查初报[J]. 辽宁林业科技, (4): 12-13.
- 陕西森林编辑委员会. 1989. 陕西森林[M]. 西安: 陕西科学技术出版社/北京: 中国林业出版社.
- 夏中会. 1993. 水杉在西湖开花结实情况[J]. 湖南林业科技, 20(1): 18-19.
- 唐 平, 肖国华. 1989. 湖南省水杉林调查分析报告[J]. 湖南林业科技, (4): 15-18.
- 浙江森林编辑委员会. 1993. 浙江森林[M]. 北京: 中国林业出版社.
- 湖北森林编辑委员会. 1991. 湖北森林[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社/北京: 中国林业出版社.
- 路统信. 1986. 水杉发现四十年[J]. 现代育林, 1(2): 61-74.
- 熊 毅, 李庆逵. 1987. 中国土壤(第2版)[M]. 北京: 科学出版社.
- 潘志刚, 游应天. 1994. 中国主要外来树种引种栽培[M]. 北京: 北京科学技术出版社.
- Chen WZ(陈万章). 1983. The growth circumstance and its development potential of *Metasequoia* along the sea foreland in Jiangsu Province(水杉在我省沿海地区的生长情况及其发展潜力)[J]. *Jiangsu Forestry Science and Technology*(江苏林业科技), (1): 33-36.
- Chen W(陈 玮), He XY(何兴元), Wang WF(王文菲), et al. 2003. Survival conditions of *Metasequoia glyptostroboides* in Shenyang city of China(水杉在中国北方城市中的应用研究)[J]. *J Ecol*(生态学杂志), 22(6): 177-180.
- Cui TC(崔铁成), Ma YK(马延康), Zhao J(赵 江), et al. 1996. Retrospect and prospect on plant introduction and acclimatization in Shanxi Province(陕西省植物引种驯化的回顾与展望)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报), 16(5): 63-68.
- Hu HH(胡先骕), Cheng WJ(郑万钧). 1948. On the new family Metasequiaceae and on *Metasequoia glyptostroboides*, a living species of the genus *Metasequoia* found in Szechuang and Hupen(水杉新科及生存之水杉新种)[J]. *Bulletin of the Fan Memorial Institute of Biology*(静生生物调查所汇报), 1(2): 158-161.
- Gan JS(甘家生), Zuo XD(左显东), Shao JP(邵京平). 1998. Cultivation of rare migrant plants in Kunming Arboretum(昆明树木园的珍稀濒危植物迁地栽培保护)[J]. *Yunan Forestry Science and Technology*(云南林业科技), 82(1): 73-79.
- Jin DJ(金代钧), Li F(李 锋). 1998. The vista of 40 years' development of Guilin Botanical Garden and it's prospect(桂林植物园 40 年建设的回顾与展望)[J]. *Guihaia*(广西植物), 18(3): 193-197.
- Jiang YL(蒋延玲), Zhou GS(周广胜). 1999. Estimation of ecosystem services of major forests in China(中国主要森林生态系统公益的评估)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), 23(5): 426-432.
- Wang CC(王其超). 1965. An investigation on the selection of ornamental trees in Wuhan(武汉地区园林乔木树种选择问题的探讨)[J]. *Acta Hort Sin*(园艺学报), 4(2): 91-100.
- Wang XQ(王希群), Guo BX(郭保香). 2002. Suggestion on the protection and the study of *Metasequoia glyptostroboides*(关于对水杉保护和研究的若干建议)[J]. *Hubei Forestry Science and Technology*(湖北林业科技), (1): 27-29.
- Wang XQ(王希群), Ma LY(马履一), Guo BX(郭保香). 2004. History and research progress on the silviculture of *Metasequoia glyptostroboides* in China(中国水杉造林历史和造林技术研究进展)[J]. *J Northwest For Univ*(西北林学院学报), 19(2): 82-88.
- Wang XQ(王希群), Ma LY(马履一), Guo BX(郭保香), et al. 2004. The conservation of *Metasequoia glyptostroboides* and its current problems in China(水杉保护历程与存在的问题)[J]. *Biodiversity Science*(生物多样性), 12(3): 377-385.
- Wang XJ(王晓军), Zhou XR(周学仁), Wei QH(魏清华), et al. 2001. Primary study on tree species resources in Shanxi(山西省树种资源初步调查分析)[J]. *Shanxi Forestry Science and Technology*(山西林业科技), (4): 14-18.
- Wang CK(王忠魁). 1981. Chinese redwood endemic treasure tree species of China discovery and worldwide cultivation(中国固有珍宝树种——水杉发现始末及全球性引种)[J]. *Tunghai University Bulletin*(东海学报), (22): 15-32.
- Wang YC(汪振儒), Tung SJ(董世仁). 1949. Observations on seed germination and seedling development of *Metasequoia glyptostroboides*(水杉种子及幼苗发育观察)[J]. *The Chinese Journal of Agriculture*(中国农业学报), 1(1): 81-92.