

世界栽培水杉的调查(1947~2007年)*

马金双

(布鲁克林植物园, 布鲁克林, 纽约, 11225-1099, 美国)

摘要: 自第一批种子于1947年12月底走出中国国门, 著名‘活化石’水杉已在世界上栽培了60年。过去的5年间通过各种调查方式获得了6大洲近50个国家的2535份资料。调查结果显示, 水杉除在欧美及东亚等国家栽培非常普遍外, 阿根廷、澳大利亚、智利、印度、墨西哥、尼泊尔、新西兰、南非、泰国、土耳其、津巴布韦等国也有成功的栽培。生长最好的是北美植物耐寒带5~9及欧洲和东亚相似气候地区的栽培水杉, 植株最高已达38 m, 最大胸围已达6.2 m。调查内容包括引种的时间、栽培地点、株数、高度及胸围, 调查单位不仅包括公立的单位, 还包括不对外开放的私人住宅。另外, 还讨论了栽培用途、限制因子以及原生种群的资源保护等。

关键词: 活化石; 水杉; 栽培; 调查; 世界

中图分类号: Q949.66⁺6

文献标识码: A

文章编号: 1000-470X(2008)02-0186-11

A Worldwide Survey of Cultivated *Metasequoia glyptostroboides* Hu and Cheng (Taxodiaceae) from 1947 to 2007

MA Jin-Shuang

(Brooklyn Botanic Garden, 1000 Washington Avenue, Brooklyn, New York, 11225-1099, USA)

Abstract: Since the first group of seeds sent out from China in December 1947, the famous ‘living fossil’, *Metasequoia glyptostroboides* Hu and Cheng, has been cultivated in the world for sixty years. The worldwide survey has been conducted in the past five years through requests at www.metasequoia.org, special announcement in professional journals, citations from various publications, direct correspondences by emails, personal measurement, and herbarium consultation as well as internet searches. The survey yielded 2535 accessions from nearly fifty countries in every continent. Besides most popular in Europe and N. America, this tree has also been successfully cultivated in Argentina, Australia, Chile, India, Japan, the Koreas, Mexico, Nepal, New Zealand, South Africa, Thailand, Turkey and Zimbabwe. The best performance of growth is in the USDA Plant Hardiness Zones 5~9 in North America and Europe as well as the similar area in East Asia. The tallest individual is about 38 meters in height, and the largest is about 6.2 meters in girth. The details of every accession, both in private property and in public institutions around the world, including place cultivated, recent size of height and circumference, and introduction information if available, have been summarized, with further cultivation issues discussed.

Key words: Cultivation; Dawn Redwood; Living fossil; *Metasequoia glyptostroboides*; Survey; Worldwide

20世纪40年代发现的‘活化石’水杉, 被学术界认为是20世纪植物学史上最伟大的发现之一^[1~7]。水杉在1948年5月被正式描述之前^[8], 种子就已经于1947年底走出中国国门^[9,10]。尽管欧美等地先后有区域性的栽培报道^[11~19], 但目前还没有世界性的全面调查。笔者自2002年以来通过各

种渠道与方法收集水杉在世界上的栽培资料, 5年间在6大洲共收集到近50个国家的2535份资料, 包括7950株水杉。

1 调查方法与内容

首先, 通过水杉网站(www.metasequoia.org)和

收稿日期: 2007-08-31, 修回日期: 2007-11-29。

作者简介: 马金双(1955~), 男, 博士, 专业方向为种子植物分类(E-mail: jinshuangma@bbg.org)。

* 本文根据 *Metasequoia: Back from the Brink? An Update*, edited by H. Yang, and L. J. Hickey; *Proceedings of the 2nd International Symposium on Metasequoia and Associated Plants*, 2006 Aug. 6~10; Smithfield, RI, and New Haven, CT, USA; Ma, J. S. 2007, *A worldwide survey of cultivated Metasequoia glyptostroboides* Hu & Cheng (Taxodiaceae: Cupressaceae) from 1947 to 2007. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History* 48(2): 235~253的英文改写而成, 但内容大为缩减, 并侧重国内有关方面, 有兴趣的读者可参考英文全文。

专业杂志等收集信息,并通过电子邮件联系有关单位与人员,共获得2145份资料(占所获资料总数2535份的85%);其中包括比利时树木协会73份、德国红杉树网站148份、英国树木数据库306份、加拿大温哥华市公园与娱乐部367份、纽约市公园与娱乐部896份,以及通过电子邮件得到的355份(其中197份来自单位,另外158份来自个人)。其次,查阅1948年以来的各种期刊、杂志等出版物,得到199份资料(约占总数的7.9%)。第三,通过亲自调查(特别是在美国东北部)得到87份资料(约占总数的3.4%)。第四,通过网络检索获得81份资料(约占总数的3.2%)。最后,通过标本记录得到23份资料(不足总数的1%)。

本次调查的内容主要是栽培的时间、单位的名称与地点、目前栽培的植株数目、高度与胸围,以及引种来源等。引种来源特别注意从中国直接引种的过程,以及Arnold Arboretum, Harvard University的E. D. Merrill和University of California, Berkeley的R. M. Chaney, 1948~1950年期间的间接引种情况^[9,10]。

2 引种过程

水杉自中国向海外引种大体上可分为如下3个阶段。

2.1 1947~1950年

最早的水杉种子是1947年12月底郑万钧从南京国立中央大学位于丁家桥的树木园发出的,到1950年下列国家和单位直接从南京得到首批种子:

澳大利亚: Royal Botanic Gardens, Melbourne, Victoria (Chris Callaghan¹⁾); **奥地利:** Hortus Botanicus Experimentalis Styriae Orientalis^[20,21]; **丹麦:** Copenhagen Botanical Garden, Arboretum at Horsholm, Forest Botanical Garden at Charlottenlund^[19]; **英国:** Royal Botanic Gardens Kew, Richmond²⁾, University Botanic Garden, Cambridge¹⁾; **芬兰:** Botanic Gardens, University of Helsinki, Helsinki²⁾; **德国:** Deutsche Dendrologische Gesellschaft^[21]; **印度:** Forest Research Institute, Dehra Dun^[22,23]; **荷兰:** Amsterdam Hortus Botanicus^[24]; **苏格兰:** Royal Botanic Garden, Edinburgh^[25]; **瑞典:** Bergius Botanical Garden, Stockholm¹⁾; **美国:** Arnold Arboretum, Harvard University, Massachu-

setts^[6,7], Missouri Botanical Garden, Missouri^[26], USDA Plant Introduction Station, Maryland (Plant Inventory No. 156, 1955, p. 4 & 158)^[27]。美国农业部不仅从南京的郑万钧处得到种子(USDA Section of Plant Introduction 1948, No. 161688),还从联合国驻南京的Dr. Norman M. Ward那里得到种子(USDA Section of Plant Introduction 1948, No. 165854, 165855)。

除郑万钧在南京外,当时在北平静生生物调查所的胡先骕也于1948年向海外发过种子,如University of California, Berkeley^[28], 爱尔兰的Birr Castle^[29], 还有Arnold Arboretum, Harvard University的Merrill²⁾。实际上胡先骕向海外送水杉种子的单位与个人不仅仅这些,但国内这方面的资料已很难考证^[30,31]。据胡先骕的早期报道^[32],位于纽约市布朗区的纽约植物园可能也直接从中国得到种子;而另一则报道称当时在康州纽黑文耶鲁大学林学系学习的吴中伦将种子给了纽约植物园^[33]。

与此同时, Merrill 1948~1950年间把数次^[9,10,30,31]从中国得到的种子分给如下单位或个人。**比利时:** National Botanical Garden, Meise^[34]; **加拿大:** Halifax, Nova Scotia (John K. Weagle¹⁾); **捷克:** Pruhonice Park, Prague (Zdenek Blahnik¹⁾); **英格兰:** Alice Holt, Hampshire, Bodnant Garden, Conway, Royal Botanic Gardens Kew, Richmond, Wisley Royal Horticultural Society Garden, Surrey³⁾; **德国:** 柏林植物园从获得的种子中得到36株苗木,1955年分别栽在Darmstadt, Halle, Hamburg, Hann. Münden, Kiel, München, Munster, Stuttgart-Hohenheim, Bad Cannstadt, Weinheim等11个不同的植物园和树木园^[35]; **匈牙利:** Botanical Garden of University of Szeged^[21], Margaret Island, Budapest^[21,34]; **意大利:** Societa Botanica Italiana, Firenze^[36]; **日本:** University of Tokyo^[37]; **荷兰:** Merrill于1948年6月在Utrecht举行的Special Commission on Botanical Nomenclature会议上亲自将种子送给如下与会单位:Estate Schovenhorst, Putten; Botanical Gardens Wageningen University, Wageningen; Visitor's Centre Tenellaplas, Rockanje; Hortus Botanicus Utrecht University, Utrecht; Cantonspark, Baarn; Palace Soestdijk, Baarn; Balkenburgerlaan, Boskoop; Carel van Boetzelaerpark, De Bilt; Hortus

1) 个人提供的信息。下同。

2) 据该单位档案记载。下同。

3) 据Archive of Harvard University Herbaria and Arnold Arboretum。下同。

Botanicus Leiden, Leiden; and Botanische Tuinen Universiteit, Utrecht^[24,34,38]; 新西兰: Botanical gardens at Wellington and Nelson^[39-41]; 苏格兰: Royal Botanic Garden, Edinburgh^[25]; 美国: Bailey Arboretum²⁾, Brooklyn Botanic Garden^[4], Burnet Woods²⁾, Coker Arboretum and Coker College⁴⁾, Columbia University^[42], Eden Park²⁾, Fairchild Tropical Botanical Garden⁴⁾, Golden Gate Park⁴⁾, Hoyt Arboretum^[43,44], Huntington Gardens⁴⁾, Longwood Garden²⁾, Morton Arboretum²⁾, Mount Airy Arboretum²⁾, Morris Arboretum²⁾, Peavy Arboretum²⁾, Planting Field Arboretum²⁾; Los Angeles Park Department⁴⁾, Botanical Gardens at Rutgers University²⁾, Sarah P. Duke Garden⁴⁾, Scott Arboretum²⁾, Secret Garden (Albert Burney Huff¹⁾), United States National Arboretum²⁾, University of California, Berkeley⁴⁾, University of Vermont²⁾, University of Washington Arboretum²⁾, Warder Nursery²⁾, Willowood Arboretum^[45], Winterthur Gardens²⁾; 瑞士: Jardin Botanique de Genève^[34]。

而 Chaney 不仅从中国直接收到种子, 还从 Merrill 那里间接得到种子, 他本人 1948 年春从中国考察回去时还带了种子和苗木^[9,10], 并把种子分发给如下单位^[1-3,46]: 日本: Kyoto University^[37,47]; 美国: Dawes Arboretum¹⁾, Dominican College^[48], US Forest Service, Alaska^[49], University of Oregon²⁾, Connecticut College Arboretum²⁾, University of California, Berkeley Botanical Garden²⁾, University of Washington Arboretum²⁾; 墨西哥等地^[46,50]。实际上 Chaney 分发种子远不止上述单位, 更多的还有待深入调查(笔者目前还没有机会到美国西海岸研究有关档案)。

当然, 其他单位也在分发二手或是三手种子, 如波兰的 Kornick Arboretum 就是 1948 年从英国的 Kew Gardens 得到的水杉种子^[51]。

2.2 20 世纪 50~70 年代

中华人民共和国成立后, 资本主义国家从中国直接引种的活动非常有限, 但我国与社会主义国家交流很多, 如前苏联和东欧各国、朝鲜等。这期间从中国引种的包括, 保加利亚: 保加利亚科学院院士 Hristo Daskalov 1952 年从中国回去时带了种子^[52,53]; 丹麦: Horsholm Arboretum 1979 年从湖北利川引种^[19]; 德国: Institut für Spezielle Botanik der Universitat Jena 1955 年从中国得到 1 kg 种子^[54-56],

Institut für Gartenbau in Dresden-Pillnitz 于 1956 年也直接引种^[54-56]; 匈牙利: 布达佩斯科学院 1955 年得到种子^[34]; 朝鲜: 20 世纪 50 年代得到种子^[57]; 尼泊尔: 当时的副总理邓小平于 1978 访问尼泊尔带去了种子; 荷兰: Wageningen University 于 1963 年从庐山引种, 1979 年又从南京引种^[24]; 俄国: 位于圣彼得堡的前苏联科学院植物研究所于 1952 年从中国科学院收到大批的种子, 并与其他前苏联的 30 多个植物园分享, 包括波罗的海国家^[58]; 斯洛伐克: 斯洛伐克科学院的 Arboretum Mlynan 1959 年从北京植物园引种 (Index Seminum records, 1959-1969, number 2184/59); 乌克兰: 1953 年夏天 Nikita Botanical Garden 主任 Prof. N. T. Rubcov 从中国带回去 2 棵一年生的苗木, 并于当年栽培^[59,60]。

2.3 1980 年以后的引种

自 1979 年改革开放后, 西方就直接进入水杉原产地进行研究与考察^[61,62], 并且重新开始引种; 至于有多少引种活动, 又涉及到多少国家与单位, 可能还需要详细考证。目前海外引种最多的是由美国新泽西州 Rutgers University 的 John E. Kuser 和湖北武汉华中农业大学的李鸣鹤于 20 世纪 90 年代合作进行的^[18,19,63,64]。在美方的资助下, 中方从水杉原产地 52 株母树上采种, 美方在新泽西和俄亥俄州进行试验。目前这批引种的全部克隆后代在新泽西州 Rutgers University 的 Metasequoia Plantation 和俄亥俄州的 Dawes Arboretum 长势非常好(笔者亲自观察), 其它有关的植物园或树木园也有小部分这批引种。

3 调查结果

本调查统计显示, 下列国家栽培水杉的批次和株数分别是: 阿根廷 2/4 (批次/株数, 下同)、澳大利亚 6/68、奥地利 8/19、比利时 73/306、保加利亚 4/31、加拿大 23/394、智利 1/4、克罗地亚 3/3、捷克 23/364、丹麦 8/465、英国 282/440、芬兰 3/3、法国 37/1491、格鲁吉亚 2/12、德国 145/513、匈牙利 10/25、印度 2/7、爱尔兰 31/53、意大利 14/28、日本 17/207、朝鲜 3/9、卢森堡 4/5、马其顿 1/5、墨西哥 3/3、尼泊尔 3/12、荷兰 50/105、新西兰 21/27、北爱尔兰 12/15、挪威 5/8、波兰 8/86、葡萄牙 3/3、罗马尼亚 1/3、俄罗斯 6/14、苏格兰 20/104、斯洛伐克 5/70、斯洛文尼亚 1/1、南非 4/6、西班牙 6/8、瑞

4) 据 Evansville Indiana Press, Jan. 28-29, 1948。下同。

典 4/10、瑞士 7/19、泰国 1/1、土耳其 5/9、乌克兰 5/5、美国 380/3117、威尔士 17/37、津巴布韦 1/1。另外,韩国没有具体数字报道,故没有列出。

其中栽培 50 株以上的单位⁵⁾有: Wörlitzer Park, Wörlitz, Sachsen-Anhalt, Germany (50); Tasmanian Arboretum, Tasmania, Australia (53); The Arboretum at Horsholm, Horsholm, Denmark (58); Insel Mainau am Bodensee, Allee, Mainau, Baden-Württemberg, Germany (58); Kornik Arboretum, Kornik, Poland (76); United States National Arboretum, Washington DC, USA (80); Holden Arboretum, Kirtland, Ohio, USA (112); Arnold Arboretum, Jamaica Plain, Massachusetts, USA (122); *Metasequoia* Plantation, Horticultural Farm, Rutgers University, New Jersey, USA (320); Dawes Arboretum, Newark, Ohio, USA (413); The Arboretum At Horsholm, Horsholm, Denmark (437)。

首批(1947~1950年)引种 10 株以上的单位有, Boerner Botanical Garden, Hales Corners, Wisconsin, USA: 10/1951 (株数/栽培时间,下同); Botanischer Garten, Wuppertal, Nordrhein-Westfalen, Germany: 10/1953; Longwood Gardens, Kennett Square, Pennsylvania, USA: 10/1949; Los Angeles County Arboretum, California, USA: 10/1949; Brooklyn Botanic Garden, Brooklyn, New York, USA: 11/1949; Botanischer Garten, RFW Univ. Bonn, Nordrhein-Westfalen, Germany: 11/1951; New York Botanical Garden, Bronx, New York, USA: 11/1949; Arnold Arboretum, Jamaica Plain, Massachusetts, USA: 12/1949; Arboretum at Horsholm, Horsholm, Denmark: 12/1948; Forest Botanical Garden at Charlottenlund, Denmark: 12/1948; Plovdiv, Bulgaria: 13/1948; Botanischer Garten, Kiel, Schleswig-Holstein, Germany: 14/1949; Bailey Arboretum, Lattingtown, Nassau, New York, USA: 20/1949; Secrest Arboretum, Wooster, Ohio, USA: 24/1953; Exotenwald, Weinheim, Baden-Württemberg, Germany: 25/1958; Botanischer Garten, Dortmund, North Rhine-Westphalia, Germany: 28/1952; Broadmead Grove, Princeton University, Princeton, New Jersey, USA: 30/1949; Nationale Plantentuin, Meise, Vlaams-Brabant, Belgium: 31/1948; United States National Arboretum, Washington DC, USA: 50/1952; Wörlitzer Park, Wörlitz, Sachsen-Anhalt, Germany: 50/1954; Tasmanian Arboretum,

Tasmania, Australia: 53/1953; Insel Mainau am Bodensee, Allee, Mainau, Baden-Württemberg, Germany: 58/1958。

树高超过 30 m 的引种栽培单位有, Batumi Botanical Gardens, Batumi, Georgia: 30/2004 (m/报道时间,下同); Botanical Garden, Rutgers University, New Brunswick, New Jersey, USA: 30/2006; Botanical Garden of Ferrara, Ferrara, Emilia-Romagna, Italy: 30/2005; Children's Hospital, Seattle, Washington, USA: 30/2006; Denropark, Sochi, Krasnodar, Russia: 30/2005; Exotenwald, Weinheim, Baden-Württemberg, Germany: 30/2004; Jardin Botanique de Genève, Switzerland: 30/2006; Subtropical Botanical Garden of Kuban, Sochi, Krasnodar, Russia: 30/2005; Tyler Arboretum, Media, Pennsylvania, USA: 30/2006; Historical Garden, Boston Common, Boston, Massachusetts, USA: 30.2/2006; Scott Arboretum, Swarthmore, Pennsylvania, USA: 30.2/2006; 1006 Forest Drive, Wooster, Ohio, USA: 30.5/2005; 341 Whippoorwill Road, Chappaqua, New York, USA: 30.5/2007; 3405 N 34th, Tacoma, Washington, USA: 30.5/1992; Callaway Gardens, Pine Mountain, Georgia, USA: 30.5/2005; Lou Henry Hoover House, Cabrillo Avenue, Stanford, California, USA: 30.5/2007; Mount Auburn Cemetery, Cambridge, Massachusetts, USA: 30.5/2006; Brooklyn Botanic Garden, Brooklyn, New York, USA: 30.7/2006; Fairmount Park, Philadelphia, Pennsylvania, USA: 31.3/2006; College of William and Mary, Williamsburg, Virginia, USA: 31.4/2004; Winterthur Gardens, Winterthur, Wilmington, Delaware, USA: 31.4/2006; Connecticut College Arboretum, New London, Connecticut, USA: 31.7/2006; Marquand Park, Princeton, New Jersey, USA: 31.7/2006; Arboretum of Barnes Foundation, Merion, Pennsylvania, USA: 31.8/2006; United States National Arboretum, Washington DC, USA: 32/2006; Lake Maggiore, Isola Madre, Lombardy, Italy: 32.5/2007; Willowwood Arboretum, Morris, New Jersey, USA: 32.8/2006; University of Washington Arboretum, Seattle, Washington, USA: 32.9/2006; Smith College Botanical Garden, Northampton, Massachusetts, USA: 33/2006; University of California Los Angeles Botanical Garden, Los Angeles, California,

5) 这里仅包括园艺等方面的,而林业数字因为没有准确的报道而不包括在内。详细栽培的公立单位名单请参考本文的英文版。

USA:33/2006; Ente Giardini Botanici, Villa Taranto, Piedmont, Italy: 33.5/2005; Biltmore Estate, Asheville, Buncombe, North Carolina, USA: 34.7/2006; Botanic Garden, University of Padova, Veneto, Italy: 35/2006; Sequoia High School, Redwood City, California, USA: 35/2006; McCrillis Gardens, Bethesda, Maryland, USA: 35.1/2006; University of California Berkeley Botanical Garden, Berkeley, California, USA: 35.3/2005; Arnold Arboretum, Jamaica Plain, Massachusetts, USA: 35.4/2006; Longwood Gardens, Kennett Square, Pennsylvania, USA: 35.4/2006; Morris Arboretum, Philadelphia, Pennsylvania, USA: 35.8/2006; Stanley M. Rowe Arboretum, Indian Hill, Ohio, USA: 36.0/2006; 112 Hillside Road, Harrisburg, Pennsylvania, USA: 36.5/2003; Art Museum, Princeton University, Princeton, New Jersey, USA: 36.8/2006; Bailey Arboretum, Lattingtown, Nassau, New York, USA: 36.8/2006; North Carolina Arboretum, Asheville, North Carolina, USA: 37.2/2005; Parc Maymou, Bayonne, Pyrénées-Atlantiques, France: 38/2004; Broadmead Grove, Princeton University, Princeton, New Jersey, USA: 38.2/2006。

水杉胸围超过 350 cm 以上的栽培单位有, Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, USA: 351/2003 (cm/报道时间, 下同); Forest Research Institute, Rotorua, North Island, New Zealand: 351/2006; Cultuurtuin Technische Universiteit, Delft, Netherlands: 352/1992; Stadacona Park, Victoria, British Columbia, Canada: 352/2006; Eastwoodhill Arboretum, Gisborne, North Island, New Zealand: 354/1992; Lakewood Garden, Lakewood, Washington, USA: 355/1993; Sarah P. Duke Garden, Durham, North Carolina, USA: 358/2005; Esher, Surrey, England, England: 361/2000; Strybing Arboretum and San Francisco Botanical Garden, California, USA: 365/2006; Scott Arboretum, Swarthmore, Pennsylvania, USA: 367/2006; Ladew Topiary Gardens, Monkton, Harford, Maryland, USA: 368/2005; Historical Garden, Boston Common, Boston, Massachusetts, USA: 369/2006; Mount Lees Reserve, Wilson Road, Sanson, Manawatu, North Island, New Zealand: 370/2002; Fairmount Park, Philadelphia, Pennsylvania, USA: 375/2006; University of Washington Arboretum, Seattle, Washington, USA: 375/2006; Trewidden, Cornwall,

England: 380/2003; College of William and Mary, Williamsburg, Virginia, USA: 381/2004; Mount Auburn Cemetery, Cambridge, Massachusetts, USA: 390/2006; 860 Young Avenue, Halifax, Nova Scotia, Canada: 429/2007; Tupare, Mangorei Road, New Plymouth, Taranaki, North Island, New Zealand: 435/2002; Spring Grove Cemetery, Cincinnati, Ohio, USA: 439/2006; Fairfield County, Connecticut, USA: 442/1997; 212 Clayton Avenue, Clayton, Delaware, USA: 454/2006; U. S. Post Office, Palo Alto, California, USA: 462/2001; Queens Garden, Nelson, South Island, New Zealand: 465/2006; Marquand Park, Princeton, New Jersey, USA: 466/2006; Villanova University, Villanova, Pennsylvania, USA: 470/2006; Morris Arboretum, Philadelphia, Pennsylvania, USA: 474/2006; Willowwood Arboretum, Morris, New Jersey, USA: 475/2006; Winterthur Gardens, Winterthur, Wilmington, Delaware, USA: 500/2006; Royal Botanic Gardens Kew, Greater London, England: 502/2006; Arnold Arboretum, Jamaica Plain, Massachusetts, USA: 520/2006; Smith College Botanical Garden, Northampton, Massachusetts, USA: 522/2006; Art Museum, Princeton University, Princeton, New Jersey, USA: 524/2006; Longwood Gardens, Kennett Square, Pennsylvania, USA: 528/2006; Notre Dame University, Belmont, California, USA: 569/2005; Bailey Arboretum, Lattingtown, Nassau, New York, USA: 620/2006。

4 分析与讨论

本调查共获得 2535 份资料,包括 7950 株水杉,来自 6 大洲近 50 个国家,其中主要来自北美和西欧,而亚洲、非洲、东欧和中南美洲等地非常少;而且栽培范围基本属于广义的温带,而热带没有分布(见图 1)。

4.1 北美

水杉在北美的栽培范围主要在美国农业部植物耐寒带 4~10(年均最低温 -30 ~ -20°C, 年均最高温 30 ~ 40°C),但在 4 和 10 的一些地方水杉苗幼时需要保护才能过冬,或只能长成灌木状,而生长正常的在耐寒带 5~9(年均最低温 -20 ~ -10 °C, 年均最高温 20 ~ 30°C)。

美国不仅是水杉栽培最早的国家,也是目前栽培最多、最广的国家;从东北部缅因州的 Orono [44°89'N, 68°67'W(等同 44°89'N, 68°67'W。下同)] 到西南部亚利桑那州的圣地亚哥,加州的洛杉矶和旧

金山,从西北部华盛顿州的西雅图到东南部路易斯亚娜州的新奥尔良和首府Baton Rouge (30°n27', 91°w09'),从北部维斯康星的Manitowoc(44°n6', 87°w5')

到南部的德克萨斯州的休斯敦,几乎都有栽培;但由于寒冷而不能正常在西北部大平原的几个州过冬(见图2)。

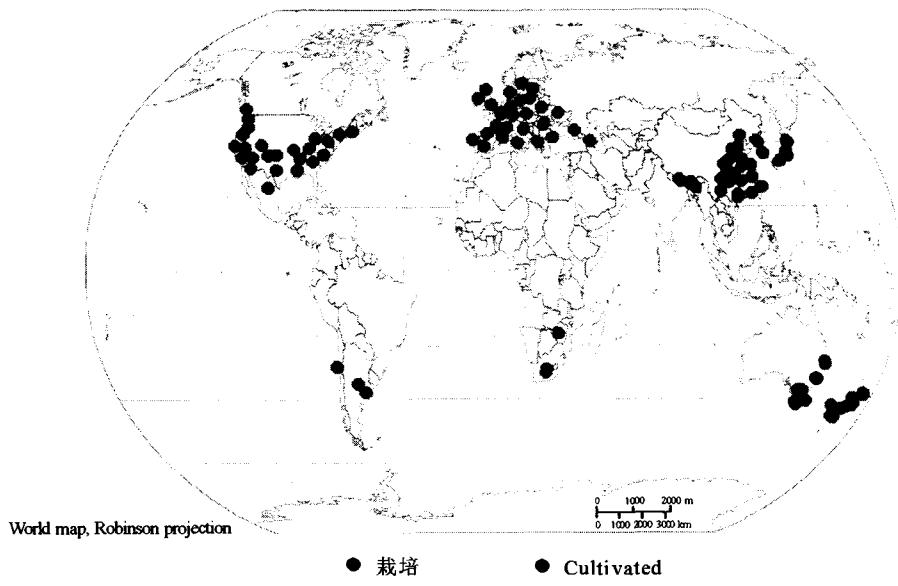


图1 水杉在全世界的栽培
Fig. 1 Cultivated *Metasequoia* in the world

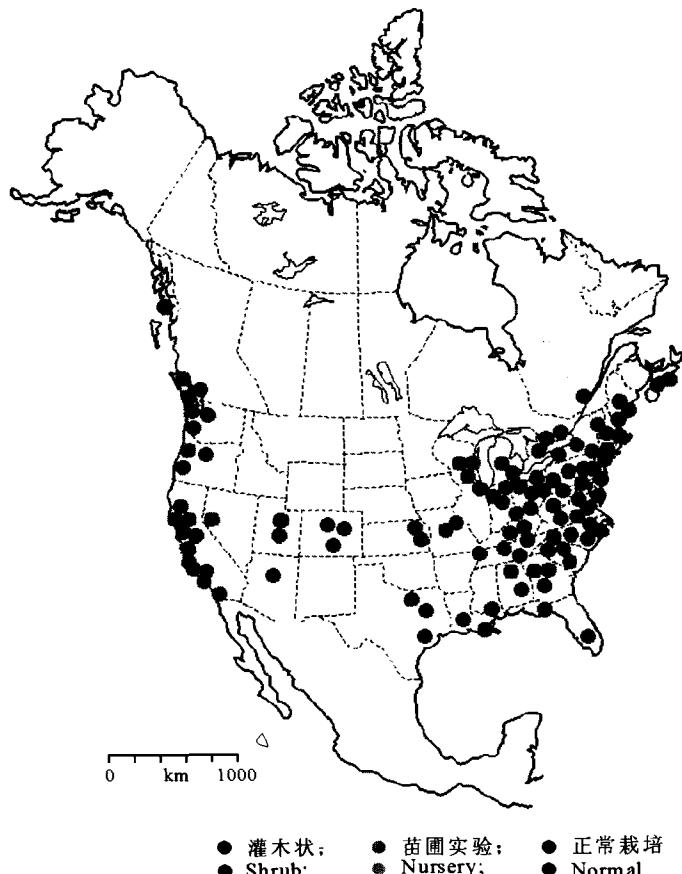


图2 水杉在北美的栽培
Fig. 2 Cultivated *Metasequoia* in North America

关于阿拉斯加州的水杉美国内有很多报道,但多为盲目地引证而没有作详细地考证。笔者在此根据美国林业部阿拉斯加州 Sitka Chapter 研究人员于 20 世纪 70 年代的报道^[49]并结合最新资料详细介绍如下。Chaney 于 1950 年向阿拉斯加林业部门提供 165 株苗木,在全州各地进行栽培试验,看水杉是否适合现在的阿拉斯加气候。然而到 1955 年只有 5 株苗木活了下来,到 20 世纪 70 年代只有 1 株得以生存。这个生存的地点不是在阿拉斯加本土,而是位于阿拉斯加州首府 Juneau(58°n18', 134°w25') 和加拿大卑诗省南部接壤的沿海的一个岛屿 (Japonski Island, Sitka, 57°n03', 135°w20') 上,而且这株树 20 年间只长了 3.3 ~ 0003.4 m (1950 ~ 1970)。最近笔者得到 Christopher J. Williams⁶⁾ 的证实,这株树 2001 年时还在,高约 4 m, 直径 33.5 cm, 冠幅约 6.1 m。基于此,可以说在阿拉斯加引种水杉是不成功的,不仅阿拉斯加本土没有,就是在阿拉斯加东南部与加拿大接壤的沿海岛屿也生存率极低,当年的 165 株苗木在 50 多年后唯一幸存的,仅长成一个很多分枝的树,从来没有开花结果,呈灌木状的‘小老树’(而不是正常栽培水杉近 60 年后应该长成的乔木)。

与美国相比,加拿大的栽培范围很小,而且集中在西岸温哥华和维多利亚(耐寒带 5 ~ 6)一带^[14, 17, 18],还有中部位于安大略省南部从多伦多到与美国接壤的尼加拉瓜大瀑布一带(耐寒带 4 ~ 5)^[14, 38]。其中温哥华市的行道水杉树有 300 多棵,但多数为近年所栽。另外,位于魁北克省首府 Montreal(45°n30', 73°w40') 的 Jardin Botanique de Montreal 也有水杉;但由于气候寒冷(耐寒带 4)^[65],自 20 世纪 50 年代栽培以来,至今树高约 5 m⁷⁾。位于该市 Mount Royal Cemetery 内的著名植物采集家 Ernest H. Wilson 墓地旁 1949 年栽培的水杉^[66],50 年后也仅有约 2 m 高^[38]。

本次调查发现位于加拿大东部大西洋沿岸的新斯科舍省 (Nova Scotia, 耐寒带 5) 有水杉栽培,而且长得非常好。位于 Annapolis Royal(44°n45', 65°w31') 的 Historical Gardens 于 1980 年栽培 3 株,2007 年夏,笔者 8 亲自测量时高度为 20 多米,胸围 175 cm。省府哈利法克斯 (Halifax, 44°n39', 63°w36') — 私人住宅 1951 年栽培的水杉,2007 年夏高度达 26 m, 胸围 429 cm (John K. Weagle¹⁾)。实际上自 20 世纪 60 年

代以来,特别是过去 20 年,该省栽培水杉很多,因为那里的气候非常合适水杉生长 (John K. Weagle¹⁾)。

墨西哥早在 1950 年就引种^[46, 50], 遗憾地是最早的引种是否生存下来至今没有报道。本次调查发现位于海拔 1250 m 的 Jardin Botanico Francisco Javier Clavijero, Xalapa, Veracruz (19°n32', 96°w55') 于 1984 年引种水杉,到 2005 年已经长到 5 m 高 (Andrew P. Vovoides¹⁾)。据说该国的另外一个单位 (National Pinetum, University of Agronomy, Chapingo, Texcoco) 有栽培 (Andrew P. Vovoides¹⁾), 但本次调查没有得到证实。

4.2 欧洲

水杉在欧洲的栽培非常普遍,可以说从北部的斯堪的纳维亚到南部的地中海沿岸,从西部大西洋海岸到东部黑海岸边,几乎到处都有,特别是西欧各国(见图 3)。但在北欧挪威的 Bergen (60°n23', 5°e20')、奥斯陆(59°n55', 10°e45') 和瑞典的斯德哥尔摩 (59°n20', 18°e03'),还有俄罗斯的圣彼得堡 (59°n55', 30°e15') 等地由于气候寒冷,需要保护或者多年的栽培才能长成灌木状。位于波罗的海沿岸的圣彼得堡从 1952 年栽培到 1988 年树高只有 8.5 m,而且是该地区唯一能够在室外生存下来的杉科成员^[67]。再往北或内陆,如瑞典的乌普扎拉 (59°n52', 17°e38')、芬兰的赫尔辛基 (60°n10', 24°e58')、俄罗斯的莫斯科 (55°n45', 37°e35') 等地,就只能在温室里有栽培了,而不能在室外露天过冬。

西欧栽培水杉比较多,报道资料也很多,特别是比利时、荷兰、丹麦、德国、英国和法国^[68]等;但其他国家的资料就比较少,特别是东欧资料非常少^[69],而巴尔干半岛和波罗的海前苏联 3 个小国几乎没有报道。

4.3 大洋洲

澳大利亚和新西兰是大洋洲仅有的 2 个栽培水杉的国家,而且很多是 1948 ~ 1950 年间首批引种^[39 ~ 41, 70, 71]的。

4.4 亚洲

水杉在东亚的日本和朝鲜半岛栽培非常普遍^[38]。印度位于海拔 2100 m 在 Darjeeling 的 Lloyd Botanic Garden 有栽培^[72];而位于西北部 Dehra Dun 的 Forest Research Institute 也于 1948 年就引种了^[22, 23]。尼泊尔首次引种是 1971 年栽培于英美两国驻加德满都的大使馆,而且是从英国引种的^[73];

6) Franklin and Marsh College at Lancaster, Pennsylvania, USA。
7) 2003 年 Jardin botanique de Montreal 报告。

还有前面提到20世纪70年代从中国的引种。如今加德满都峡谷的水杉长势很好(Tom Spring-Smyth⁸⁾)。土耳其位于伊斯坦布尔Baheekoy, Sariyer的Ataturk Arboretum⁸⁾和位于Samanli Koy, Yalova的Karaca Arboretum^[74]也于20世纪80和90年代先后成功引种了水杉。位于泰国北部清迈Doi Chiang Dao的Queen Sirikit Botanic Garden于1995年引种⁹⁾。早年关于印尼茂物植物园栽培的报道^[75]已被现任植物园主任否认(Dedy Darnaedi, current director of Bogor Botanic Garden, Indonesia¹⁾)。另外,本次调查确认塞浦路斯和以色列没有水杉栽培(John Joynes¹⁾ & Smadar Kopper¹⁾)。本文截稿后,收到巴基斯坦有关学者的来信,称巴国北部的一个

植物园近年已经成功引种,但没有提供详细数据。

水杉在中国的栽培范围基本上是从东北的沈阳到西南的昆明,从西部四川的卧龙到东南沿海^[76,77]。其中栽培较早的包括江西的庐山、江苏的南京、浙江的杭州、山东的青岛、湖北的武汉、四川的成都,以及重庆、北京等地^[77]。经过近60年的栽培,长势较好的是长江中下游平原(不仅仅是温度因素,更重要的是水分和土壤),而栽培最多的是江苏省邳州市(原邳县)^[76]。湖北的潜江以及水杉原产地利川等地也有相当规模的栽培^[77]。另外,在新疆的伊犁和甘肃的天水等地也有栽培报道^[77],西藏的林芝也有成功的引种¹⁰⁾。但水杉没有成功栽培于云南的西双版纳¹¹⁾,在海南的记载^[77]也不能证实¹²⁾。



图3 水杉在欧洲的栽培
Fig. 3 Cultivated *Metasequoia* in Europe

8) 2006年Ataturk Arboretum报告。

9) 2006年Queen Sirikit Botanic Garden的直接报告。

10) 北京林业大学张志翔和张玉钧2007年提供。

11) 2007年西双版纳植物园朱华电子通信。

12) 2004年海南大学何敏碧和湛江师范学院生物系陈燕电子通信。

4.5 非洲

南非开普敦的 Kirstenbosch Botanical Gardens (33°S 55°E, 18°E 22') 自 20 世纪 60 年代栽培 (Gigi Laidler of Centre for Biodiversity Conservation, Kirstenbosch, Claremont¹⁾)。津巴布韦 Penhalonga, Mutare (former Umtali until 1982, 18°S 58°E, 32°E 40') , Manicaland, 也有栽培记录 (标本凭证, NBG)。水杉在肯尼亚的报道^[78] 目前不能证实。而埃及^[78] (Irina Springuel¹⁾ 和塞内加尔没有栽培 (James Mougal¹⁾)。

4.6 中南美洲

本次调查首次得到 2 份来自阿根廷布宜诺斯艾利斯省的私人植物园的报告 (分别位于 37°S 58°E, 61°W 22' 和 35°S 45°E, 60°W 30') , 而且是 20 世纪 80 和 90 年代引种的。另外 1 份通过网上检索得到智利圣地亚哥 UNIVERSIDAD DE CONCEPCION, CONCEPCION, Biobio Region (33°S 27°E, 70°W 40') 的栽培^[79]。这是迄今为止在中南美洲得到的资料, 尽管笔者于 2004 年还在 www.botanica-alb.org 作过西班牙文的征求意见, 但其他地区没有报告。而巴西里约热内卢栽培的报道^[78] 已被其植物园否认 (Marcus A. Nadruz Coelho, the Instituto de Pesquisas Jardim Botanico do Rio de Janeiro¹⁾。

5 结论

5.1 主要用途

由于水杉优美的树形及特殊的自然历史意义, 其在世界上的栽培主要是观赏, 而且主要在植物园、树木园、公园、私人住宅, 以及一些自然历史遗迹等地。除此之外, 水杉在北美和欧洲也经常作为行道树栽培, 如比利时布鲁塞尔的 Avenue de la Brabantenne 两侧有近 50 株, 栽培于 20 世纪 70 年代, 现已长到 20 多米高, 非常壮观; 温哥华市和纽约市也有很多水杉行道树, 但大多为近来所栽。水杉作为用材林栽培则很少, 如保加利亚^[53]、捷克^[80]、格鲁吉亚 (Field Station, Ochamchira, Abchasia, Mikhail Romanov¹⁾、法国 (AFOCEL, Nangis¹⁾、日本^[81] 和中国^[77, 82]。

5.2 栽培限制因子

水杉在海外的生长很好, 特别是在北美洲东北部的华盛顿到纽约一带, 温度适宜, 雨量充沛, 土壤肥沃; 60 年龄的树木高度达 38 m, 直径近 2 m, 已经超过任何地方的栽培数据。水杉在北美大陆中部只能栽培到北纬 40 度左右, 在东北部则可以栽培到北

纬 44° ~ 45°, 在西北部沿海一带可达到北纬 45° ~ 49°; 在西欧则可栽培到北纬 58° ~ 59°。但再往北或内陆, 由于寒冷只能在室内栽培。由此可见, 影响水杉在世界上引种成功与否的主要限制因子是温度, 而生长的好坏则在很大程度上取决于当地的水分和土壤条件。

水杉尽管在世界上已栽培了 60 年, 但目前的调查还没有发现归化或逸为野生的现象。其主要的原因是种子在自然条件下萌发力太低, 当年的种子在室温下的发芽率只有 5% ~ 8% , 而种子在自然条件下过冬后第二年春天萌发率就更低, 这也可能是水杉种群在自然条件下变得稀少并濒危的主要原因。

5.3 种质资源保护

水杉虽然在中国和世界上很多地方有很多引种与栽培, 但从种质资源保护的角度讲还很不够。特别是早期的引种, 主要集中于中国湖北省利川市的谋道溪和水杉坝的少数植株^[9, 10]; 而水杉的原生种群有近 5500 ~ 5700 株^[77, 82]。目前世界上引种最多的也仅有 52 个株系, 还不到全部原生种群的 1%。更为严重的现实是, 水杉的原生种群由于种种原因而不断地消亡, 而且速度相当惊人^[83-85]。1983 ~ 2003 年的 20 年间已有 386 株原生母树死亡^[85], 可见水杉种质资源保护的艰巨性与迫切性!

最后应该指出, 本次调查虽然尽可能地包括了世界上所能得到的全部资料, 但仍有不完善的地方, 特别是发展中国家, 包括亚非拉和东欧; 与此同时, 一些过去的报道无法证实, 而所能得到的资料中有些还缺乏新的测量数据, 包括中国。笔者欢迎读者进一步提供有关信息, 使得我们对这个‘活化石’更好地了解与保护。

致谢: 自 2002 年以来, 笔者得到 6 大洲几百位素不相识的学者、同行和植物学爱好者的无数信件, 特别是英国树木学会 (www.tree-register.org)、比利时树木协会 (Belgium Dendrology Society)、德国红杉树网站 (mammutbaum.liluz.de)、加拿大温哥华市和纽约市 (Park & Recreation Department) 等单位提供有关数据, 还有法国里昂植物学爱好者 Christophe Nugue 和美国加州植物学爱好者 Howard R. Cooley 提供当地大量的信息; 中国昆明植物研究所王向华, 西双版纳植物园朱华, 武汉植物园李建强、李晓东, 北京林业大学张志翔、张玉钧、陈瑞丹, 北京植物园赵鹏, 海南大学何敏碧, 湛江师范学院陈燕等提供国内的有关信息。遗憾的是更多的名单不能一一列出, 有兴趣的读者可参考英文版本。在此, 特别感谢《武汉植物学研究》的编辑与审稿人员的全力支持, 使得本文与国内读者见面。

参考文献:

- [1] Chaney R W. Redwoods in China [J]. *Nat Hist*, 1948, 47: 440~444.
- [2] Chaney R W. Redwoods around the Pacific Basin [J]. *Pac Disc*, 1948, 1(5): 4~14.
- [3] Chaney R W. The bearing of the living *Metasequoia* on problems of Tertiary paleobotany [J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1948, 34: 503~515.
- [4] Chaney R W. The Redwood of China [J]. *Pl & Gard*, 1948, 4(4): 231~235.
- [5] Hu H H. How *Metasequoia*, the "living fossil" was discovered in China [J]. *J New York Bot Gard*, 1948, 49: 201~207.
- [6] Merrill E D. A living *Metasequoia* in China [J]. *Science*, 1948, 107: 140.
- [7] Merrill E D. *Metasequoia*, Another "living fossil" [J]. *Arnoldia*, 1948, 8(1): 1~8.
- [8] Hu H H, Cheng W C. On the new family Metasequoiaeae and on *Metasequoia glyptostroboides*, a living species of the genus *Metasequoia* found in Szechuan and Hupeh [J]. *Bull Fan Mem Inst Biol*, n. s., 1948, 1(2): 153~163.
- [9] Ma J S. The Chronology of the "living fossil" *Metasequoia glyptostroboides* (Taxodiaceae): A Review (1943~2003) [J]. *Harvard Pap Bot*, 2003, 8(1): 9~18.
- [10] Ma J S. The history of the discovery and initial seed dissemination of *Metasequoia glyptostroboides*, a "living fossil" [J]. *Aliso*, 2002, 21(2): 65~75 (Published in 2004).
- [11] Mitchell A. The Growth of *Metasequoia* [J]. *J Roy Hort Soc*, 1964, 89(11): 468~469.
- [12] Mitchell A. Further notes on big *Metasequoias* [J]. *J Roy Hort Soc*, 1965, 90(3): 122.
- [13] Mitchell A. Recent measurements of *Metasequoia* in Britain [J]. *J Roy Hort Soc*, 1970, 95(10): 452.
- [14] Mitchell A. *Metasequoia* in Britain and North America [J]. *J Roy Hort Soc*, 1977, 102: 27~29.
- [15] Wyman D. *Metasequoia* after twenty years in cultivation [J]. *Arnoldia*, 1968, 28(10~11): 113~123.
- [16] Wyman D. The complete *Metasequoia* story [J]. *Amer Nurs*, 1970, 131(12): 12~13, 28, 30, 32, 34, 36.
- [17] Kuser J E. *Metasequoia* keeps on growing [J]. *Arnoldia*, 1982, 42(3): 130~138.
- [18] Kuser J E. *Metasequoia glyptostroboides*: Fifty years of growth in North America [J]. *Arnoldia*, 1998/1999, 58(4): 59(1): 76~79.
- [19] Hendricks D R, Sondergaard P. *Metasequoia glyptostroboides* 50 years out of China. Observations from the United States and Denmark [J]. *Dansk Dendrol Arsskr*, 1998, 6: 6~24.
- [20] Solymosy S L. Die Wassertanne, ein neuentdeckter Nadelbaum [J]. *Gartenz Ill Fl*, 1950, 73(1): 6~7 (Germany).
- [21] Solymosy S L. My experience with a living fossil [J]. *Louis Soc Hort Res News*, 1967, 8(5): 20~24.
- [22] Raizada M B. "A Living-Fossil Tree" (*Metasequoia glyptostroboides* Hu and Cheng) [J]. *Ind Forest*, 1948, 74(5): 208.
- [23] Raizada M B. The Redwood of China [J]. *Ind Forest*, 1953, 79(3): 159~162.
- [24] Belder J, Wijnands D O. *Metasequoia glyptostroboides* [J]. *Dendroflora*, 1979, 15~16: 24~35 (Dutch with English summary).
- [25] Kemp E E. The propagation of *Metasequoia* by cuttings [J]. *J Roy Hort Soc*, 1948, 73(10): 334~335.
- [26] Andrews H N. *Metasequoia* and the living fossils [J]. *Missouri Bot Gard Bull*, 1948, 36(5): 79~85.
- [27] Enright L J. Response of *Metasequoia* cuttings to growth regulator treatments [J]. *Bot Gaz*, 1958, 120(1): 53~54.
- [28] Cronquist A. Editor's note on *Metasequoia* [J]. *Bot Rev*, 1977, 43(2): 282~284.
- [29] Nelson E C. *Metasequoia glyptostroboides*, The Dawn Redwood—some Irish glosses on its discovery and introduction into cultivation [J]. *Curtis's Bot Mag*, 1998, 15: 77~80.
- [30] 马金双. 水杉未解之谜的初探 [J]. 云南植物研究, 2003, 25: 155~172.
- [31] 马金双. 水杉的未尽事宜 [J]. 云南植物研究, 2006, 28: 493~504.
- [32] Hu H H. *Taiwania*, the Monarch of Chinese Conifers [J]. *J New York Bot Gard*, 1950, 51: 63~67.
- [33] Anonymous. Living Fossil [J]. *J New York Bot. Gard*, 1948, 49(#582): 151.
- [34] Goudzwaard L. Gromei en vorm van *Metasequoia glyptostroboides* (Waterecypres) in Nederland [J]. *Hinkel Rep, Dept Forest, Agr Univ Wageningen*, 1992, 2: 1~69 (Dutch with German and English summaries).
- [35] Dieterich H. *Metasequoia glyptostroboides* [J]. *Mitt Deutsch Dendrol Ges*, 1956, 59: 29~33 (Germany).
- [36] De Philippis A. Notizie sulla recente scoperta del genere *Metasequoia* (Gymnospermae) [J]. *Nuovo Giorn Bot Ital*, n. s., 1949, 56(1~2): 231~232 (Italian).
- [37] Hara H. Seedlings of *Metasequoia glyptostroboides* [J]. *J Jap Bot*, 1950, 25(1~2): 32 (Japanese).
- [38] Satoh K. *Metasequoia* Travels the Globe [J]. *Arnoldia*, 1998/1999, 58(4)/59(1): 72~75.
- [39] Anderson A W. The Dawn Redwood, a living relic of the far past [J]. *New Zealand Gard*, 1949, 5(10): 733~736.
- [40] Smith C M. Notes on seeds and seedlings of *Metasequoia glyptostroboides* [J]. *New Zealand J Forest*, 1950, 6(2): 145~148.
- [41] Smith C M. Further notes on *Metasequoia glyptostroboides* [J]. *New Zealand J Forest*, 1951, 6(3): 257~258.
- [42] Matzke E R. Autumn coloration in the dawn redwood, *Metasequoia glyptostroboides* Hu and Cheng [J]. *Bull Torrey Bot Club*, 1968, 95(2): 199.
- [43] Fischer E E. Hoyt's Metasequoias [J]. *Parks & Recreation*, 1949, 32(10): 595.
- [44] Fischer E E. Dawn Redwoods produce cones [J]. *Arborist's News*, 1952, 17: 98~99.
- [45] Bitner R L. High adventure in a Chinese province—rediscovering of the Dawn Redwood [J]. *Green Scene*, 1998, 11: 22~24.
- [46] Florin R. On *Metasequoia*, living and fossil [J]. *Bot Not*, 1952, 1: 1~29.
- [47] Hasegawa K. Propagation of *Metasequoia glyptostroboides* Hu and Cheng, by Cuttings [J]. *Bot Mag Tokyo*, 1951, 64 (757~758): 163~164 (Japanese with English summary).
- [48] Johnson L C, Ward M F. Male cone production in *Metasequoia*

- glyptostroboides growing at the Dominican College of San Rafael, California[J]. *Calif Hort J*, 1972, 33(3): 98–100, 119.
- [49] Harris A S. Dawn Redwood in Alaska[J]. *J Forest*, 1973, 71(4): 228.
- [50] Martinez M. Metasequoias cultivadas en Mexico[J]. *Bol Soc Bot Mexico*, 1957, 20: 13 (Spanish).
- [51] Bugala W. *Metasequoia glyptostroboides*—35 years of cultivation in the Kornik Arboretum [J]. *Arb Korn*, 1983, 28: 101–112 (Polish with English summary).
- [52] Gramatikov D. On the introduction of *Metasequoia glyptostroboides* Hu and Cheng in Bulgaria[J]. *Sci Works High Agr Inst Vassil Kolarov, Plovdiv*, 1969, 18(1): 145–151 (Bulgarian).
- [53] Delkov N, Yurukov S, Stoyanov P. Results from the introduction of *Metasequoia* in Bulgaria[J]. *Gorskost Nauk (Sylvicult.)*, 1987, 24(3): 33–42 (Russian).
- [54] Boerner F. Die Entdeckung der *Metasequoia glyptostroboides*, fast ein Roman [J]. *Pflanzen und Garten*, 1955, 12: 326–328 (Germany).
- [55] Boerner F. Notizen über *Metasequoia* [J]. *Mitt Deutsch Dendrol Ges*, 1956, 59: 100 (Germany).
- [56] Kammeyer H F. Die Einführung der *Metasequoia* in Deutschland [J]. *Arch Gartenbau*, 1957, 5(6): 504–520 (Germany with Russian and English summary).
- [57] Bojarczuk T, Boratynski A. Dendrological notes from Democratic People's Republic of Korea[J]. *Arb Korn*, 1984, 19: 171–186 (Polish).
- [58] Krishtofovich A N. Two remarkable plants of China[J]. *Priroda*, 1953, 42(1): 76–78 (Russian).
- [59] Rubcov N I. *Metasequoia* in Crimea[J]. *Priroda*, 1956, 45(2): 116–117 (Russian).
- [60] Beskaravayn M M, Bogoljubova V. Conifers in the Nikita Botanical Gardens Yalta, Crimea, U. S. S. R[J]. *Gard J New York Bot Gard*, 1966, 16(1): 21–24.
- [61] Bartholomew B, Boufford D E, Spongberg S. *Metasequoia glyptostroboides*—its present status in central China[J]. *J Arn Arb*, 1983, 64: 105–128.
- [62] Chen M M, Ringrose B. The Dawn Redwood Expedition [J]. *Jepson Globe*, 2000, 11(1): 1–2, 4, 6.
- [63] Hendricks D R. Dawn Redwood at Dawes Arboretum[J]. *Dawes Arb Newsl*, 1994, 28(10): 3.
- [64] Kuser J E, Sheely D L, Hendricks D R. Genetic variation in two ex situ collections of the rare *Metasequoia glyptostroboides* (Cupressaceae) [J]. *Silv Gen*, 1997, 46(5): 458–464.
- [65] Teuscher H. Canadian experiences with winter hardiness [J]. *South Flor Nurs*, 1953, 3: 95–98.
- [66] Anonymous. A monument to Dr. Ernest H. Wilson[J]. *J Roy Hort Soc*, 1949, 74(12): 544.
- [67] Bulygin N E, Lovelius N V, Firsov G A. The response of *Metasequoia glyptostroboides* (Taxodiaceae) to moisture and warmth-ensuring changes in Leningrad[J]. *Bot Zhurn*, 1989, 74(9): 1323–1328 (Russian).
- [68] Dupouy J. Le *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng[J]. *Ann Soc Nat Hort France*, 1955, 1(4): 96–100 (French).
- [69] Em H. *Metasequoia glyptostroboides* and its growth in the Skopje basin[J]. *God Zborn Zemjod-Sumarsk Fak Univ Skopje, Sumarstvo*, 1972, 24: 5–15 (Macedonian).
- [70] Cook W D. A New Zealand Garden “Eastwoodhill”, Gisborne, North Island[J]. *J Roy Hort Soc*, 1949, 74(5): 183–192.
- [71] Elliott D. Pukeiti as it is today[J]. *J Roy Hort Soc*, 1958, 83(3): 349–354.
- [72] Chakrabarti K, Zaidi A. Forest notes and observations: *Metasequoia glyptostroboides* (living fossil tree) [J]. *Ind Forest*, 1997, 123(3): 264–265.
- [73] Spring-Smyth T. *Metasequoia* in Nepal [J]. *Plantsman*, 2005, 4(1): 60.
- [74] Turkey Darwin Initiative Team, Turkey Darwin Initiative 2005 [ED/OL]. <http://www. fowa. org. uk/turkey 2005. pdf>, 2005-9-25/2007-8-28.
- [75] 胡先骕. 水杉, 水松, 银杏[J]. 生物学通报, 1954, 12: 12–15.
- [76] 邯州水杉编写组. 邯州水杉[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996. 1–129.
- [77] 王希群, 马履一, 田华, 郭保香. 中国水杉引种研究[J]. 广西植物, 2005, 25(1): 40–47.
- [78] 马履一, 王希群, 郭保香. 水杉引种及迁地保护进展[J]. 广西植物, 2006, 26(3): 235–241.
- [79] Anonymous, Curso de Botánica Sistemática (Universidad Central) 2005 [EB/OL]. <http://www. chlorischile. cl 2005-1-1/2007-8-28>.
- [80] Liao C Y, Podrazsky V. Individual tree growth analysis for Dawn Redwood introduced in the Czech Republic[J]. *Scient Agr Bohem*, 2000, 31(1): 65–79.
- [81] Williams C J, LePage B A, Vann D R, Tange T, Ikeda H, Ando M, Kusakabe T, Tsuzuki H, Sweda T. Structure, allometry, and biomass of plantation *Metasequoia glyptostroboides* in Japan[J]. *For Ecol Manag*, 2003, 180: 287–301.
- [82] Ma J S, Huang Y P, Pu Y H, Fan S H. Today's hometown of *Metasequoia*—Lichuan, Hubei, China[J]. *Thaiszia*, 2004, 14: 23–36.
- [83] Cheng D D, Liu S X, Qu J P. Study on the habitat and classification of the native dawn redwoods in Lichuan, Hubei, China[A]. In: LePage B A, Williams C J, Lai X L eds. First International *Metasequoia* Symposium [C]. Wuhan, Hubei, China: Chinese University of Geosciences, 2002. 9–10.
- [84] Ge J W, Fan S H, Cheng D D, Li H J, Lai X L. Present status of the *in situ* conservation of the native *Metasequoia glyptostroboides* population[A]. In: Yang H ed. International *Metasequoia* Symposium [C]. 2nd ed. Bryant University, Smithfield, Rhode Island, and Peabody Museum of Yale University, New Haven, Connecticut, USA, 2006. 15–16.
- [85] 王希群, 马履一, 郭保香, 范深厚, 谭鉴锡, 湖北利川水杉原生种群及其生境 1948–2003 年间变化分析[J]. 生态学报, 2005, 25(5): 972–977.