

2006

中日造纸技术交流会
中日制紙技術交流シンポジウム

论文集
論文集



中国造纸学会



日本紙・パルプ技術協會

2006年5月23~24日 中国・北京 (Beijing China)

中日造纸技术交流论文集中部分目录

中国造纸工业的回顾

中国制浆造纸研究院 曹振雷 ----- (1)

日本造纸工业概况

日本制纸技术协会 丰福 邦隆 ----- (5)

速生树种的克隆植林的推广

王子制纸森林资源研究所 伊藤一弥 ----- (10)

合理利用禾草类纤维造纸的理论与实践

南京林业大学化工学院 李忠正 ----- (18)

特优树种造林的研究

日本制纸 森林科学研究所 田边 稔明 ----- (27)

中国造纸工业的技术进步

中国中轻国际工程有限公司 黄运基 ----- (34)

废纸脱墨浆的生产和新技术

日本制纸 技术部 衫野 光広 ----- (41)

关于中国新闻纸行业发展的思考

广州造纸股份有限公司 蒋鹏 ----- (46)

有关纸厂节能的介绍

中越制纸 技术部 营田友宣 ----- (53)

吴市造纸厂五号机操作经验

王子制纸 吴工厂 平野 史朗 ----- (62)

岳阳纸业 P-RC APMP 车间成功开机和生产经验

湖南泰格林纸 张栋基 郭勇为

ANDRITZ 春田试验室 OHIO 许超 ----- (70)

涂布机生产最新技术

三菱制纸 技术环境部 印刷纸科长 片山龙一 ----- (75)

建设中的世界第一大竹浆厂

中国中轻国际工程有限公司 靳福明 ----- (80)

浆纸产业的排水对策

北越制纸 技术开发部 中俣惠一 ----- (84)

中国造纸工业非木材制浆污染防治进展

中国制浆造纸研究院 林乔元 ----- (90)

湿部化学的基础与应用

东京大学 农学生命科学研究院 矶贝 明 ----- (104)

中国生活用纸产业的技术进展

中国造纸协会 生活用纸专业委员会 江曼霞 ----- (110)

中国造纸工业的回顾和展望

曹振雷

(中国制浆造纸研究院)

一、2004 年的基本情况

据中国造纸协会发布的 2004 年度报告, 2004 年是我国造纸工业飞速发展的一年, 全国纸和纸板的产量达到了 4950 万 t, 消费量达到了 5439 万 t, 分别比 2003 年增长了 15.1% 和 13.2%, 使得人均纸和纸板的消费量比上一年增加了 5kg。2005 年同样会以较快的速度增长。

2004 年我国的商品纸浆和废纸的进口量分别达到了 732 万 t 和 1230 万 t, 分别比 2003 年增长了 21.39% 和 31.13%, 连续多年位居世界纸浆进口和废纸进口量的首位。纸和纸板的进口量则自从 1999 年以来一直徘徊在 600 万 t 的水平。随着我国造纸工业技术装备的不断提高, 我国对纸和纸板的进口需求会呈下降的趋势, 特别是对于净进口量, 即进口量减去出口量的差额会不断地减少。尽管自从 2003 年以来中国政府取消了对纸和纸板的出口退税补贴, 但是对纸和纸板的出口量并没有产生显著影响。

二、我国造纸工业的主要变化趋势

1. 生产能力开始集中、高档产品的比重逐年提高

我国的造纸工业在过去相当长的一段时间里, 都是以中小企业为主, 生产能力小、水平低, 从而也导致了产品的集中度低。经过几年来的快速发展, 许多品种的生产能力和集中度在逐年提高, 是值得关注和令人兴奋的事, 集中度的提高是伴随着技术装备水平的提高而提高的, 从而有利于提高生产企业在国际市场的竞争能力。

以铜版纸的生产为例, 早在 20 世纪 80 年代末 90 年代初, 在国内的铜版纸市场逐步走向快速成长的时期, 就已经形成了一大批以国产的小型涂布机为主的生产能力, 最高时期曾经达到 150 万 t, 但是由于技术装备水平低, 生产厂家达到 100 家以上, 生产的集中度低, 产品的质量档次都不能适应市场增长的需求, 直接导致了在 90 年代中期以后我国铜版纸的消费严重依赖于进口的局面, 直到 90 年代末, 国内以泉林纸业等为首的几个引进项目的实施, 给我国铜版纸的市场带来的新的生机。经过几年来的努力, 我国目前已经重新形成了具有国际水平的铜版纸生产能力, 不仅生产技术装备一流, 而且生产的集中度很高, 具有较强的市场竞争能力。目前主要的铜版纸生产厂家有: 金东纸业 (接近 200 万 t)、寿光晨鸣 (25 万 t)、苏州紫兴 (STORA ENSO) (20 万 t)、牡丹江大字 (20 万 t)、泉林纸业 (20 万 t)、太阳纸业 (25 万 t) 等。基本上形成了寡头垄断的格局, 或者说是有限厂家的充分竞争局面。

2. 我国出口市场的变化对包装制品带来了新的机遇和挑战

在过去相当长的一段时间内, 我国在纸和纸板消费方面主要的推动力来源于出口包装的增长。从而使我国的以涂布白纸板为主的产品有了长足的发展, 随着我国商品出口增长方式从数量增长到质量增长的转变, 对包装纸板的数量增长速度下降, 质量要求开始提高。为涂布白卡纸、涂布牛卡纸的消费打开了市场。因此使得我国许多小型的涂布白纸板生产厂家进入了转型期。如果不能尽快地适应市场的需求, 有可能被

市场所抛弃。目前这种相对分散的生产能力也会不断的集中,形成一批新的大型生产厂家,在不远的将来也会形成有 10 几家大型厂家对市场进行寡头垄断的局面。特别是对涂布白卡纸目前的主要生产厂家有:博汇纸业(40 万 t)、寿光晨鸣(40 万 t)、太阳纸业(40 万 t)、宁波中华(40 万 t)、红塔仁恒(25 万 t)、日照森博(20 万 t)以及在建的广东佛山华丰、河南濮阳和宁夏美利等。

3. 国内消费开始对市场产生影响,推动印刷纸市场的快速成长

与包装用纸不同的是,我国的印刷用纸在过去的相当长的一段时期内增长平稳,随着国内市场的不断成熟和出版发行市场化进程的不断深入,我国对印刷书写用纸的需求开始加速。三年前当金东纸业开始试机时,两台铜版原纸的纸机都生产胶版纸,结果使得当时印刷书写纸市场供大于求,许多小厂对当时的艰难市场应当是记忆犹新。但是自从 2001 年与之相配套的两台涂布机投产后,由于高档胶版纸供应量的减少,使得生产高档胶版纸的厂家在市场上的回报大增。这一过量一减量给多少厂家带来了挑战和机遇?随着我国经济的发展和 Cultural 市场改革的深入,我国已经迎来的印刷出版快速发展的新时期,同时我国的造纸行业的同仁们也应看到了这个市场的巨大潜力,许多大型的项目正在处于筹备阶段,希望在不远的将来我国的印刷书写纸也能在技术装备水平上和产品的质量上有明显的提高,尽快达到国际水平并参与国际竞争。我们在目前发展林纸一体化、科学的利用草浆、加大废纸回收力度的纤维原料政策指导下,发挥自身优势,科学合理的用好草浆,在印刷书写纸方面,我国的一年生纤维资源的技术优势和对环境友好的产品的推广将会给我国的造纸工业一个新的形象,重新定位我国的非木材纤维资源的重要性,为减少温室气体排放、保护森林资源做出新的贡献。

三、我国造纸工业的发展前景展望

我国纸和纸板的消费量将保持快速增长,中国纸和纸板的消费量的增长速度在过去的几年里都高于 GDP 的增长速度。据现有的统计数据回归分析表明,在过去相当长的一段时期内,我国的人均用纸量与人均的 GDP 成正比。人均 GDP 每增加 1000 元人民币,人均用纸将会增加 3kg 以上。这种趋势在今后一段时期内将会基本上保持下去,但是任何增长曲线都应当是一条趋于饱和的曲线。从而可以预测,当中国的人均 GDP 高到一个相当的水平后,人均用纸的增长速度将会放缓。

目前,我国正处在国民经济快速增长的发展时期,2004 年的国民生产总值已经达到 1.6 万亿美元,人均 1300 美元的水平。根据党的十六届五中全会提出的发展目标,到 2010 年国内 GDP 要比 2000 年翻一番,到 2020 年 GDP 总量要达到 4 万亿美元,人均达到 3000 美元以上。目前有关部门正在制定造纸工业的“十一五”发展规划,可以预计我国纸和纸板的市场前景广阔,纸和纸板的消费量将和国民经济同步增长,预计 2005 年的消费量将达到 5800 万 t,2010 年将会达到 7600 万 t,到 2020 年消费量将会超过 1 亿 t,届时我国将和美国、欧洲一起成为世界上三大纸和纸板的主要消费市场。中国经济的快速崛起带动了我国纸和纸板消费量的增长,同时也不断地改变世界纸和纸板消费的格局。5 年前,世界上只有两个主要的纸和纸板消费市场,即美国 and 欧洲,他们分别消费了世界纸和纸板的 1/3,而包括日本和中国在内的世界所有其他国家和地区的消费之和也只占 1/3。而由于近几年来,中国的经济崛起使得世界上纸和纸板的消费格局发生了变化,据 Paperloop 报道,2004 年全球的纸和纸板消费大约为 3.6 亿 t,其中美国消费量大约为 9000 万 t,欧洲消费量在 9000 万 t 以上,中国和日本的消费之和也接近 9000 万 t。所以目前的基本消费格局是

美国占 1/4、欧洲占 1/4、中国和日本之和占 1/4、世界所有其他国家和地区占 1/4；预计到 2020 年，纸和纸板的消费格局将会是美国、欧洲和中国各占 1/4、世界所有其他国家和地区占 1/4。当然这里所指的纸和纸板的消费是指将纸和纸板加工成包装品或印刷品的初次消费，而并非是商品的最终消费！

四、中国造纸工业的优势分析

首先，中国造纸工业最大的优势就是巨大的国内消费市场，而且这个市场有着良好的成长性能。中国纸和纸板的消费市场主要是由于中国经济的持续快速的增长。中国经济快速增长的三驾马车是出口、投资和消费。消费水平的提高无疑会促进纸和纸板的消费需求，同时更重要是大量的日用消费品的出口增长进一步的推动了纸和纸板市场的快速成长。

近来有许多外国同仁对我国的投资增长速度高于消费增长速度表现出十分关注的态度，担心中国这些新的产能会对区域内甚至国际纸和纸板的市场带来冲击。这些担心是可以理解的。但是，分析目前中国国内的具体形势，这种担心是不必要的。因为中国新产能的增加除了要满足新的需求以外，在很大程度上还要弥补由于落后产能退出市场所产生的市场缺口。随着新型、高效、环境友好技术装备在中国新型企业的大量采用，必然会在节能降耗、改善环境和提高经济效益等方面，通过市场的手段迫使落后的产能退出市场。这种退出机制远远要比政府指令更加有效。当然，外国朋友的担心是怕有一天退出的不是中国的企业而是海外的企业，这种可能在近期内还不会发生，因为目前中国仍然有接近 2/3 的产能是由相当落后的技术设备提供的。

除了具有市场的优势之外，中国在人力资源方面仍然具有相当大的优势。我们的行业不同于一般的传统制造业，对人力资源的要求相对较高，虽然目前一些简单的制造业有转移到其它欠发达国家的问题，但是对于制浆造纸工业来说，这种可能性极小。因为制浆造纸所取求的是一支高素质的职工队伍，中国目前拥有世界上最多的设有制浆造纸类学科的高等院校，每年都向行业输送成千上万的优秀人才。近几年来能源价格的上涨也促使企业在节能降耗方面增加投资，不断地提高自身的竞争能力。在造纸用其它辅助原料方面中国也具有相当的竞争优势。

五、中国造纸工业当前面临的主要问题

首先，中国造纸工业面临的是纤维原料供应不足的问题。近几年进口的纤维原料所占的比例不断提高，纤维原料的进口依赖度不断提高，已经接近 50%！2004 年进口废纸 1230 万 t，进口商品纸浆 732 万 t。尽管去年金海年产近百万 t 浆厂的投产会改善金光集团内部的纸浆供应状况，但是造纸新项目的陆续投产，使得纸浆进口的增长势头不会在近期内减弱。

对于进口商品纸浆来说，在近期内国际市场上还是可以比较乐观的，但是从长远来看，压力很大，行业的原料安全性受到很大的挑战。从国际上的总体情况来看，2004 年全球纸和纸板的总产量为 3.6 亿 t，原生纸浆的生产量为 1.8 亿 t。也就是说，在全球平均每生产一亿 t 纸和纸板将会消耗 500kg 原生纸浆，其他都为废纸纤维和辅料。如果到 2010 年中国的纸和纸板的产量达到 7500 万 t 的话，将需要原生纸浆 3750 万 t。目前中国的实际纸浆产量仅为 1400 多万 t，假设中国到那时还能够建设几个大型的纸浆厂，使生产量提高的 2000 万 t 的话，仍然将需要进口 1750 万 t！更何况在五年之内使我国的纸浆产量提高 600 万 t 是一项十分艰巨的任务。2004 年全球的商品纸浆净出口量仍然维持在 2500 万 t 左右，中国进口了 732 万 t，略低于 1/3，虽然近几年内在南美有大约 500 万 t 的新增生产能力，仍然不能满足中国的新增 1000 万 t 的

需求增长。届时中国进口的商品纸浆总量将会达到或超过全球纸浆净出口总量的 50%！

因此，中国必须尽可能的发展林纸一体化，加强废纸回收和科学合理的利用好非木材资源。对于废纸方面，目前有许多批评的声音，因为我国进口废纸的数量较大就批评我国不注意废纸的回收。但是我一直认为这种批评是不够公平的。废纸的回收率是用国内回收废纸的数量和纸及纸板的消费量之比来计算的，这里指的纸和纸板的消费并不是最终的消费，特别是对于包装用纸和纸板而言，更是如此。中国目前是世界上最主要的日用消费品的出口国，有大量的消费商品都是采用纸包装的，这些包装用消费的纸品都随着商品运到了发达国家，这些纸品是不可能在中国回收的。因此虽然中国目前的回收率只有 30% 左右，但是实际的回收率要高得多。另一个方面，中国的废纸利用率已经接近 60%，在主要的纸和纸板生产国家中居首位，比发达国家要高得多，也比世界的平均水平高的多。这也说明了中国的造纸工业对保护环境节约纤维资源做出了巨大的贡献。

科学合理的利用好非木材纤维资源也是我国发展造纸工业的一项基本国策。在这方面，人们应当注意用基本的科学态度去对待目前一些新技术。无可厚非，我国的非木材纤维制浆造纸技术水平居世界领先水平，几十年来我国的科技工作者为科学合理的利用非木材纤维原料做出了卓越的贡献。由于一些小型的制浆造纸企业为了节省投资或由于规模较小等原因，没有进行废水的处理，造成了严重的环境污染，甚至严重的损害了造纸行业在公众的形象。目前，也有许多所谓的“新技术、新工艺”不断地被报道，但是只要业内的各位投资者以科学的态度对待就会很好的保护好自己。因为无论什么发明创造都不能违背物质不灭定律，同时也要明白什么是污染物。只要把这两个方面搞清楚了，就不会被任何伪科学的宣传所欺骗。同样，任何回避这两个问题的发明创造都是不可能的。

目前，造纸工业存在的第二个问题是某些产品结构性过剩的问题。这里的所谓结构性过剩指的是一些品种低端产品产能过剩，高端产品供应从不足向能够满足市场过渡。这是一个变革过程，这样的变革是先进的生产能力取代落后的生产能力的过程。当然在这个过程中，由于落后的生产能力不会甘心自愿的退出市场，必然在市场上制造价格上的混乱，但是市场的压力最终还是会无情把落后的生产能力淘汰掉。从而会使得某些产品的集中度提高，技术和装备水平实现变革，达到并赶上世界的先进水平，增强国际竞争能力。已经实现了这种变革的品种有铜版纸和涂布白卡纸，新闻纸和涂布白板纸正在经受这种变革，而我们也正期待着非涂布的印刷书写纸的变革早日到来。

造纸工业存在的第三个问题是小企业的环境污染问题。这个问题的解决是和前面第二个问题紧密地联系在一起的。小企业装备落后，技术水平低，不顾环境，依靠的是牺牲环境来获取利润。但是他们又是表面上能够为地方解决一些就业问题，一些好心人就会被他们利用，一方面使得所谓的新发明创造层出不穷，另一方面对环境污染放纵恣意。这都严重的损害了国家民族的利益，也损害了行业的利益。这些企业都会迟早的被先进的生产能力所代替，但是在退出市场之前他们会严重的扰乱市场。本人认为要从根本上解决小厂的环境污染问题，就要用先进的生产能力通过市场的手段去取代它。

总而言之，中国的造纸工业发展的潜力很大，存在着巨大的潜力和机遇，同时纤维原料问题是我们不可回避的挑战，而小厂的污染问题只能用发展的方式和变革的手段来解决。在这个变革的过程中，科学技术是一个关键的手段。企业要注重技术装备的现代化，同时也要加强技术工艺的研究和人才的投入，使得自己在变革的过程中能够保持不败的地位。

日本造纸工业概况

日本浆纸技术协会 豊福 邦隆

1. 前言

日本的经济情况，已摆脱了长期陷于不景气的状况，稍露光明的曙光，往后情况会变得更好。

2003 年和 2004 年 GDP 实际年增长率分别达到 2.0% 和 1.9%。但是，银行对不良债券的处理还十分不力，为了刺激经济，还得继续实行低利率政策。今后，经济情况是否好转下去还不太明确。不管怎样，希望经济情况保持继续好转。

2. 日本造纸工业在世界上的地位

如图 1 所示是 2004 年世界上人均纸张消费量最高的几个国家和地区。日本是 246.6kg，在世界上居第八位。图 2 所示是 1990 年和 2004 年的对比。美国和日本近 15 年来增长不多。在看到先进国家纸张的人均消费量达到 200-300kg 的同时，还应注意到中国的发展情况，15 年来增长了三倍。

图 1. 纸张消费量 kg/人(2004 年)kg

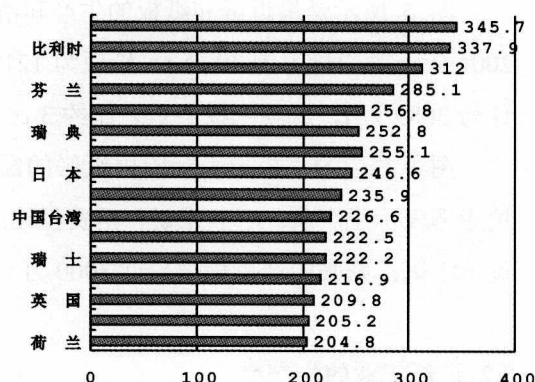


图2. 主要国家消费量kg/人
(1990年和2004年对比)

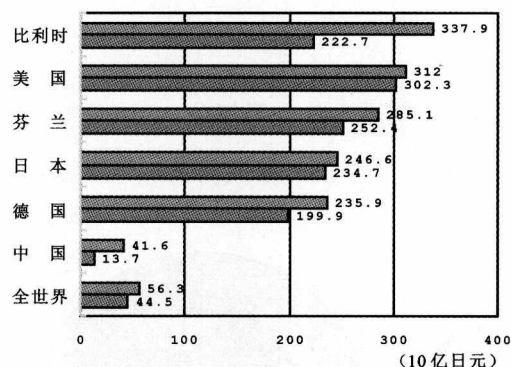
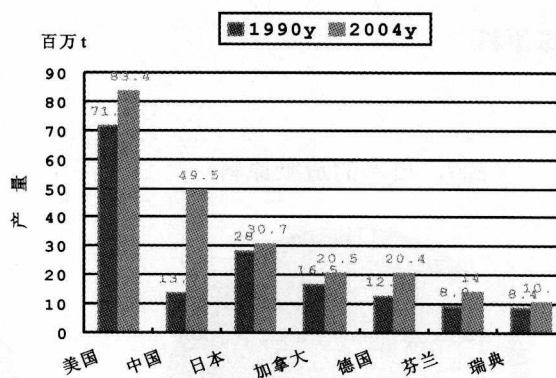


图3. 主要国家纸的产量
(1990年和2004年对比)



3. 日本造纸工业的现状

日本纸张的产量约占制造业的 2.7% (见图 4)。日本的汽车、电子和电器工业所占规模相当大，但遗憾得很，造纸工业所占规模却小得多。

图 4. 日本浆纸工业和其他工业对比

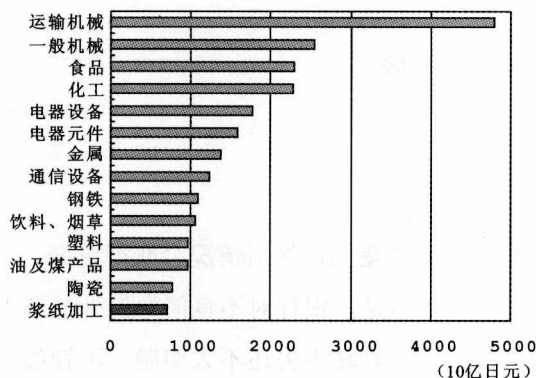
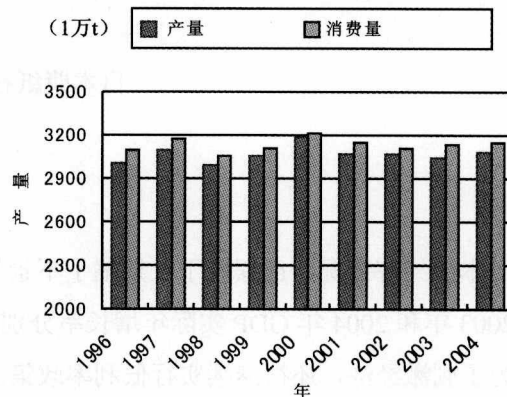


图5. 日本纸和板纸的产量和消费量

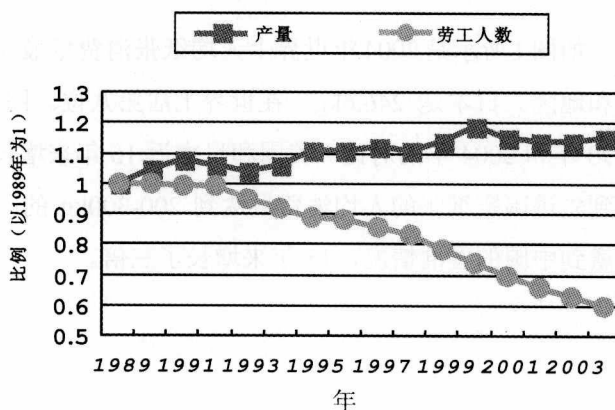


3.1 纸张的生产和消费

图 5 所示是最近纸和纸板的生产和消费情况。2004 年纸的产量为 1879 万 t、纸板为 1210 万 t，合计为 3089 万 t，纸与纸板产量之比约 3 比 2。

图中右边的长矩形表示国内纸张的需求量，左边矩形表示生产量。一般来说，消费量比产量稍大。近十年来，纸张的产量稍微超过 3000 万 t。

图 6. 日本浆纸工业的劳工和产量的关系



3.2 造纸工业的生产率

图 6 所示是 15 年来造纸行业职工与生产率的关系。在这 15 年中，产量提高 10-20%，而职工却减少了近 40%，就职工而言是生产率的 2 倍。

3.3 造纸原料

图7. 日本的造纸原料

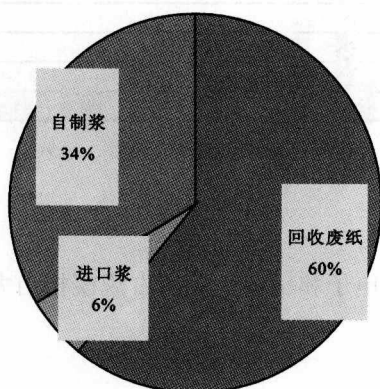
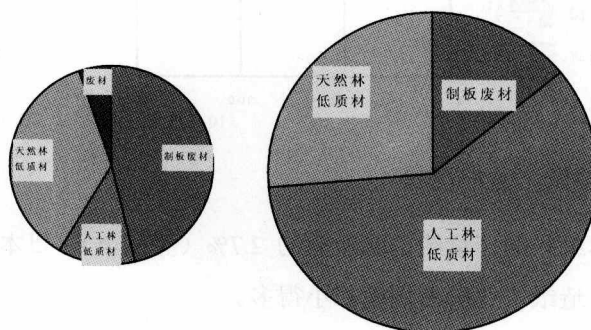


图8. 制浆用木片种类细分

国内材 1 : 輸入材 2.6



日本的造纸原料，正如图 7 所示，废纸占 60% 以上。所以“纸的原料就是纸”这句话，并非言过其实。

在造纸原料中，浆占 40%，其中进口浆不超过 5.6%，其余 33.9% 的浆是由国内供应，其生产原料是木片。那么，这些木片是从何而来呢？图 8 所示是主要从海外进口，其进口量是国内产量的 2.6 倍。制浆原料细分有：人工林、低质天然林、制材废料等。

从海外进口的木材又是从哪里来呢？图 9 所示是木片输入国和输入量的情况。近来，从北美输入量有所减少，而从澳大利亚、南非等人工林丰产的国家输入较多。几乎没有从热带雨淋的国家输入的。

3.4 日本废纸的利用

从图 10 所列出的日本废纸的利用情况可看到，随着环保意识的提高和国策的实施，2004 年回收率达到 68.4%，今年估计又有所提高。

国家和造纸行业对废纸利用的目标是，到 2005 年要达到 60%，而这个目标在两年前就已完成。

由于废纸的利用不断提高，所以使近来的纸浆消费量有所下降，如图 11 所示。

日本的制浆行业的主要特点是，从海外进口木片，在国内制浆造纸。因此，为了保证从海外进口木片，日本的企业在很早以前就纷纷到海外植树造林。

图 12 所示，是日本企业在国外植树造林的分布图。由此可见，将来企业本身自有林的比重会越来越大。

根据日本造纸企业的统计，王子造纸集团和日本造纸集团的产量各占总产量的 1/4，前 12 个公司的产量占总产量的 80% 以上。

4. 日本造纸工业进一步发展规划

日本国内纸张消费不会提高，要应付进口纸张带来的压力，首先要提高效力和所谓的非价格竞争力，以及高质量化和高附加化。其次要考虑中国对造纸行业的影响。估计今后中国的造纸工业在各方面都会影响到日本的造纸工业。中国已成为世界上第二纸张消费国，估计其需求的趋势将以不可阻挡之势发展下去。

图9. 日本的木片进口量

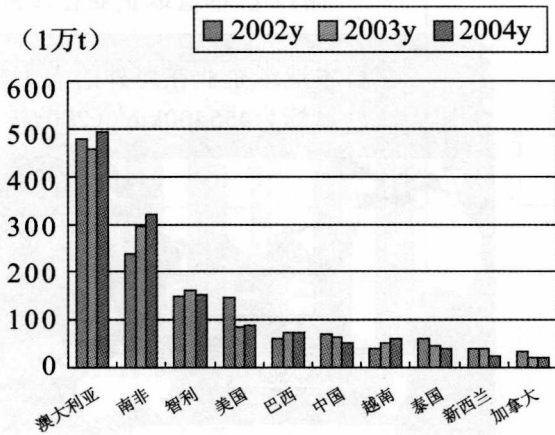


图10. 废纸的利用率和回收率

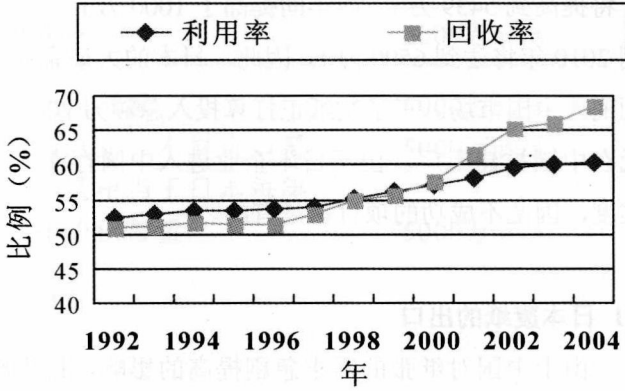


图11. 纸浆消费量逐年情况

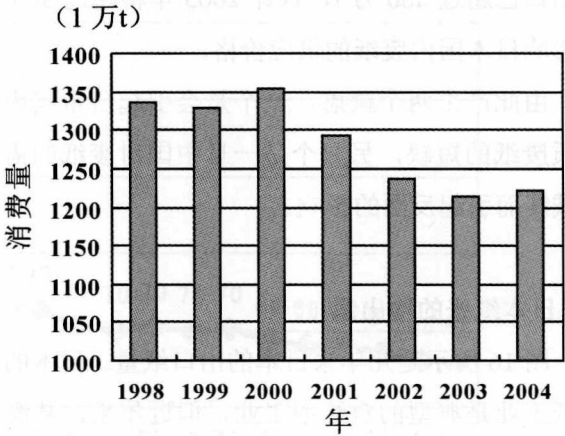


图13.木片专用船

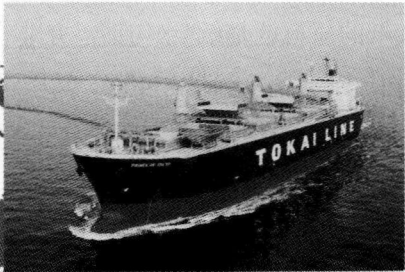
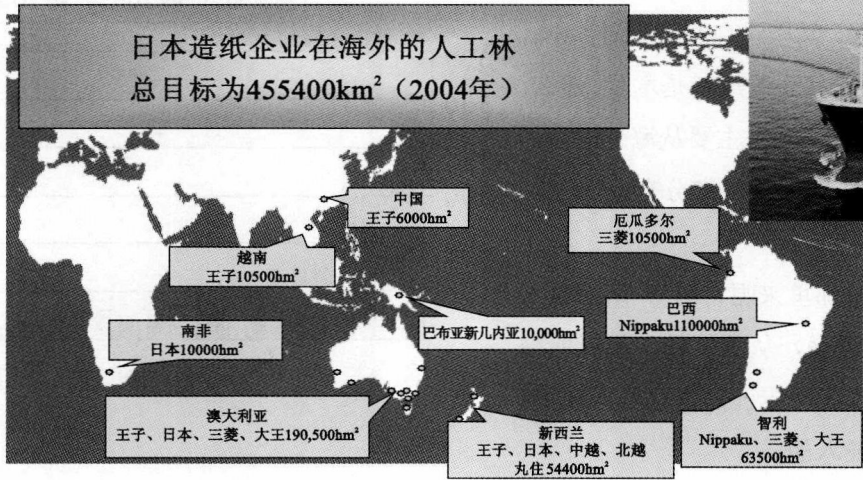


图12.日本造纸企业在海外的人工林



中国国内对纸张的需求,2002 年为 4332 万 t,到 2004 年将提高到 5439 万 t,两年间提高了 1000 万 t。据预测,到 2010 年将达到 6500 万 t。因此,日本的大型企业正计划涌入中国市场。王子制纸正打算投入总额为 2000 亿日元在中国扩建工厂。由于日本企业进入中国存在一定的难度,因此不成功的项目也是有的。

4.1 日本废纸的出口

由于中国对纸张的需求急剧提高的影响,日本废纸的出口也逐年上升。图 15 所示是日本废纸的出口量,2004 年出口已超过 280 万 t,预计 2005 年将超过 360 万 t。从图中可看到,对中国的出口是最大的,因此大大地影响日本国内废纸的供应价格。

由此产生两个顾虑,一个是会引起日本国内优质废纸的短缺,另一个是一旦中国对废纸的需求减缓而引起反面的影响。

4.2 日本纸张的输出量

图 16 所示是几年来日本的出口纸量。日本的浆纸工业是典型的自给型工业,但近年来,从海外进口有所提高。目前,中国生产的纸张出口到日本的不超过百分之几,但担心将来中国的纸张是否会蜂拥而至。

图14. 企业在市场占有份额

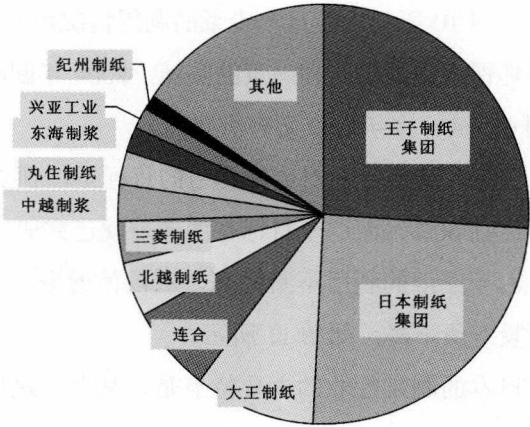
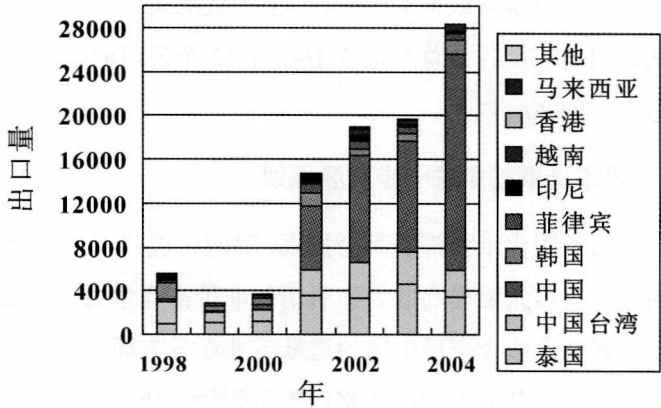


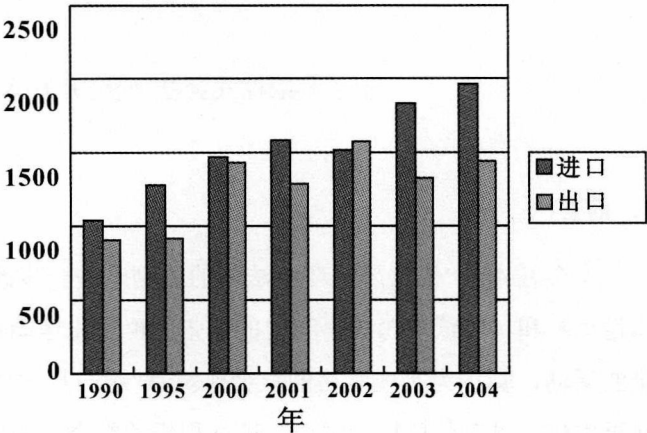
图15. 废纸出口量逐年情况



4.3 日本的森林问题

其次，谈到热门的话题，还有企业的社会责任问题。其中之一就是日本的森林问题。日本是世界上头号森林之国。但是，由于地势严峻，采伐费用非常昂贵。因此从海外大量船运木片会大大降低成本。如表 1 所示是国内森林的积蓄量每年为 7000 万 m³，每年采伐了 2000 万 m³，还剩 5000m³。那么，每年进口 5000 万 m³，相当于每年增加的积蓄量。

图16. 日本纸张进出口量



4.4 控制地球大气回暖

在日本，纸厂周围的排水、臭气、噪音等公害问题业已解决了。那么，相对来说，地球环境对企业提出了更高的要求。图 17 所示是日本造纸工业削减能耗的进一步情况。日本很早就研究节省能源的措施，已成功地节约矿物能源。

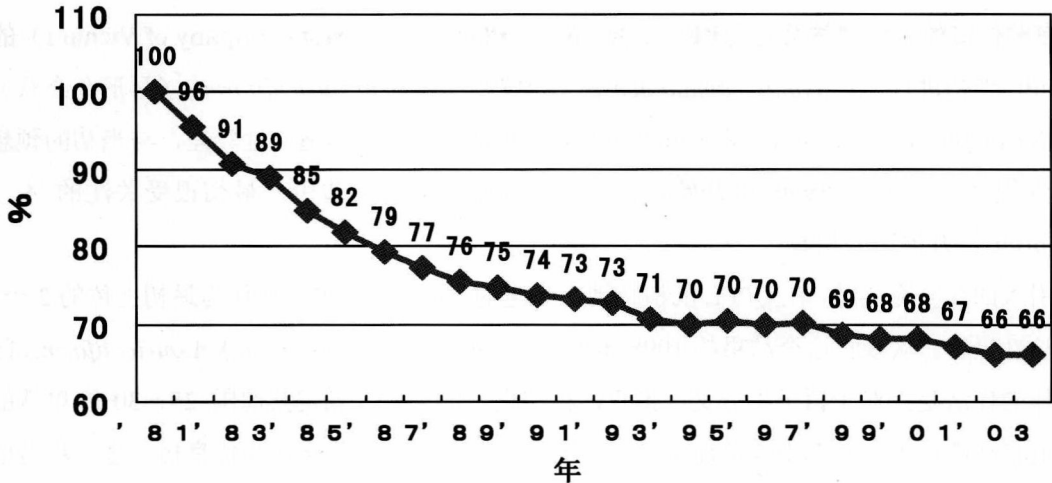
表1. 日本的森林问题

积蓄量	7000万m ³ /a
消耗量	2000万m ³ /a
剩余积蓄量	5000万m ³ /a
其他方面、木材进口量	5000万m ³ /a
进口量相当于日本每年森林的积蓄量	5000万m ³ /a

日本是气候变化框架条约执行的先进国，同时也是被定为降低大气中的二氧化碳含量的研究开发国家。为了达到这个目标，环境税就成为日本的话题，受到极大的关注。

最后，估计今后的日本造纸原料，人工林将占主要地位。

图 17. 每 t 产品耗能（%：以 1981 年为 100）



（马石辉 译、校）

速生树种的克隆植林的推广

王子制纸株式会社 研究开发本部森林资源研究所 伊藤一弥

1. 前言

本会社本着“依法严守环境法规的原则，进一步改进环境质量，以积极开展植林事业的《森林的再生化运动》和《废纸资源的再利用的纸张的再生化运动》为中心，站在广阔的地球的角度和维持发展协调的企业活动，真正为实现富裕的社会做贡献”这一基本理念，确定会社的环境宪章。作为这个行动指南的森林再生化，以海外植林为中心，进行积极的组合，确保原料的稳定性和进一步提高对环境的贡献，提出了到 2010 年度，完成目前 1.5 倍植林面积的目标，达到 30 万 hm^2 环境行动计划 21)。

至今为止，在 6 个国家实施了 10 个项目。2004 年末已经植林的面积有 14 万 hm^2 （达到这个植林目标比 20.1 万 hm^2 略少）。另一方面，关于植林对象的树种，除了在新西兰北岛，PANPAC 公司进行的松树（辐射塔松）植林之外，本会社的植林项目，还在进行桉树或者槐树所谓的速生树的植林。

在有限的适当植林地区，提高已经植林地的产量是十分重要的课题。实践表明，使用桉树和槐树等速生阔叶树，对这些出材率和树木的品质均很优良的树种进行克隆植林，可以在短时间内大幅度地提高产量，因此，克隆植林的面积急剧扩大。

森林资源研究所是本会社为了提高植林地的林木产量，而于 2004 年 7 月在四个集中在澳大利亚的商业林地设立的澳洲研究室。该研究室对产量和材质都很优秀的树种进行克隆植林的开发研究的同时，对于其他的植林项目，还实施着对克隆植林的扩大的支持。本论文介绍在越南和澳大利亚进行的克隆植林的有关情况。

2. 在越南的槐树克隆植林

2.1 在越南归仁市的归仁植林公司 QPFL (Quy Nhon Plantation Forest Company of Vietnam) 的克隆植林

在 QPFL 当初进行 *Eucalyptus camaldulensis*（赤桉）和 *Acacia auriculiformis*（耳形金合欢）植林。由于特别是 *Eucalyptus camaldulensis* 的病虫害和对 QPFL 植林地的土壤适应性较差，与当初的预想相反，植林的成长性很低。于是从 1996 年开始，在该地，在哈瑙伊的周边引入最初很受关注的 *A. Magium X A.auriculiformis*，开展试验植林。

当初引入的 3 个克隆苗，在 QPFL 的植林地内设定的克隆试验结果，从作为最初主体的 2 个树种开始，证明其成长性极好。从接收这个结果的 1998 年度起，开始进行对 *A. Magium X A.auriculiformis* 的商业克隆植林。具体的作法是：对于树干不分叉、挺直，树型良好的单株，测定其周围 25—30 棵单株的胸径，计算出平均值和标准偏差。具有平均值加上二倍标准偏差以上胸径的单株作为优良树，进一步考虑扦插时候的发根性等加以筛选。

1998 年以后，源于 *A. Magium X A.auriculiformis* 克隆植林的比例增加了，从 2002 年起，全部的新植林地都种上了 *A. Magium X A.auriculiformis*（如图 1 和图 2）。

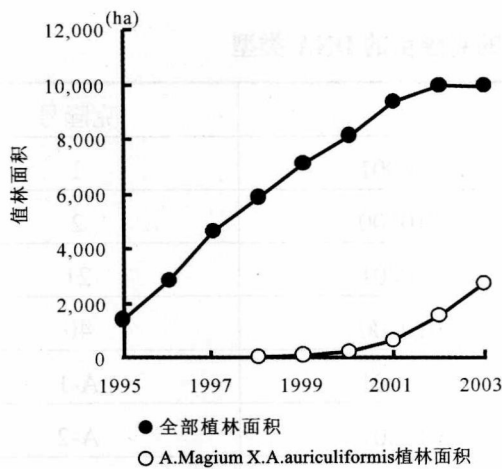


图1 在QPFL的植林面积和
A.Magium X A.auriculiformis
克隆植林的面积

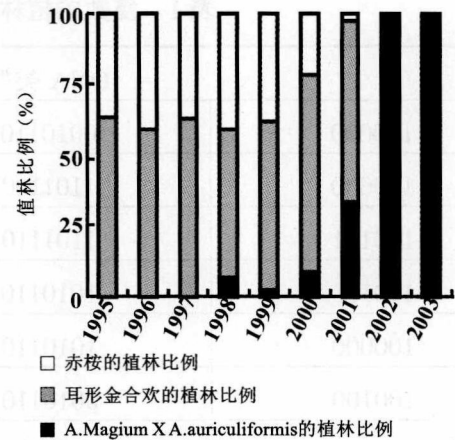


图2 在QPFL植林地内各种
树种的植林比例

2.2 采穗母树的识别

尽管在采穗园内栽种的优良木的采穗台木是相同的克隆苗，但也常常可以发现混入了不同形态的叶子。因此，需要将一部分采穗母树的叶子作为样品，利用 MuPS (Multiplex-PCR of SCAR Markers) 系统进行单株识别。MuPS 是使用 PCR 技术进行 DNA 鉴定的一种方法，使用很长的 Primer 和很高的 Aniling 温度进行特异目的的 DNA 领域 (SCAR 标记) 增幅，是一种再现性和可靠性高的复数的 SCAR 标记一次的 PCR 打印的方法。这个系统对 18 个部位的 DNA 领域根据 PCR 增幅的有无来进行单株的识别。有峰时为 1，没有峰时为 0，然后加以计数。用 18 行的数字决定 DNA。MuPS 分析的结果标明，尽管源于不同母树得到的克隆苗，出现了相同的 DNA。相反来源于相同母树克隆苗也显示了不同的 DNA 类型。复数的母树群中，也明显看到克隆苗的玷污情况发生了。

初期导入的 *A. Magium X A.auriculiformis* 优良的克隆苗是从其他的研究机关等购买的 1 个克隆苗相应的数百个“拉买特”。从这个角度来说，产生污染的可能性很高。并且，为了防止发根低下，采穗台木在五年左右进行轮换种植，这时也可能会发生污染，实生单株等与 *A. Magium X A.auriculiformis* 不同的克隆苗混入的可能性也会发生。

2.3 检定林的次代检定

由于采穗母树在大范围内产生污染，不可能决定原先导入或者选拔的优良克隆苗的 DNA 类型。但是由于来源于这些采穗母树的克隆苗是向商业植林提供的，因此需要在商业植林地内进行成长量调查或者优良树种的选拔，和进行根据 DNA 标记组合进行单株识别，优良克隆苗的 DNA 类型确定等。

QPFL 的植林地基本上设定在丘陵地带。斜面上部和下部的树木成长性均有所不同。在相同植林地的四个不同部位 (斜面上部两个，下部两个) 设定了调查点，进行调查点内进行 50 个单株成长量的调查。进一步采集各调查对象树木的叶子、树皮，根据 DNA 标记进行单株识别。调查对象是六个植林地 (An Hao, Canh Lo, Canh Phon, Canh Vinh, Hoai Chau)。从成长调查和单株识别的结果判明了复数植林地成长性好的 10 个克隆苗 (表 1)，判明了特定的植林地成长性良好的 5 个克隆苗的 DNA (表 2)。

表 1 复数的植林地生长性良好的克隆苗的 DNA 类型

DNA 类型			克隆号
100000	0010110	010001	1
100000	1101110	010100	2
100101	1101110	110001	21
110100	1010110	010100	40
100000	1010110	010001	A-1
100100	0010110	010001	A-2
100101	1011110	010101	A-3
110101	1000110	110001	A-4
110101	1101110	110001	A-5
110101	1111110	110101	A-6

表 2 特定的植林地成长性好的克隆苗的 DNA 类型

DNA 类型			克隆号	植林地
110001	1000110	010101	29	Canh Phon
110001	1011110	010101	32	Hoai Chau
110100	1010110	010101	41	Dak Mang
110100	1010110	010001	A-8	Son Rai
110101	1011110	010101	A-9	Canh Phon

另外，在 Dak Mang 植林地进行树干通直、生长性良好的单株筛选，并进行这些单株的识别。首先将调查林划分成三份（斜面上部、斜面中部和斜面下部），每一份对 50 个单株进行成长性调查。计算出各分区的平均胸径。进一步进行各区分成长性良好的单株调查，筛选出胸径具有平均胸径+标准偏差以上的 37 株单株。采集这些单株的树叶和树皮，根据 DNA 标记进行的单株识别的结果表明：成长性良好的 37 株单株是由十个克隆苗构成（表 3）。进一步明确了，其中 5 株克隆苗和前述的复数植林地成长性良好的克隆苗是相同的。

以上结果明确了成长性优秀的 18 株克隆苗的 DNA 类型。此外，成长量调查与根据 DNA 标记进行的单株识别相组合，可以将一般植林地作为下一代检定林进行利用。今后，预计可以针对采穗母树进行单株识别、仅仅选择优良的克隆苗构建采穗园。

表 3 在 Dak Mang 筛选的 37 株单株的 DNA 类型

No.	NDA 类型			克隆号
1	100000	0010110	010001	1
2	100000	0010110	010001	1
3	100000	0010110	010001	1
4	100000	0010110	010001	1
5	100000	0010110	010001	1
6	100000	0010110	010001	1
7	100000	0010110	010001	1
8	100000	0010110	010001	1
9	100000	0010110	010001	1
10	100000	1001110	010100	2
11	100001	1001110	110101	10
12	100001	1001110	110101	10
13	100001	1001110	110101	10
14	100001	1001110	110101	10
15	100001	1001110	110101	10
16	100001	1001110	110101	10
17	100001	1001110	110101	10
18	100101	1010110	010101	20
19	100101	1011110	010101	A-3
20	100101	1101110	110001	21
21	100101	1101110	110001	21
22	110001	1000110	010101	29
23	110001	1000110	010101	29
24	110001	1000110	010101	29
25	110001	1000110	110101	A-7
26	n.d			
27	110100	1010110	010100	40
28	110100	1010110	010100	40
29	110100	1010110	010100	40
30	110100	1010110	010100	40
31	110100	1010110	010100	40
32	110100	1010110	010100	40
33	110100	1010110	010100	40
34	110100	1010110	010100	40
35	110100	1010110	010100	40
36	110100	1010110	010100	40
37	110100	1010110	010101	41

3. 澳洲对蓝桉克隆植林的推广

3.1 APFL 植林事业

APFL 在 1993 年 8 月建立, 在澳大利亚的西澳洲, 以阿尔巴尼为中心开展植林业务。至今为止, 植林面积略少于 2.4 万 hm^2 。2001 年 9 月开始采伐, 栽培的树种是优良树种的蓝桉。蓝桉在桉树中具有高的容积重量和高的制浆适性。在商业植林的计划中: 利用遗传技术改良的实生树苗, 使用从采伐后切下的枝体上萌发的幼芽, 收获 2 次。森林资源研究所于 2002 年 7 月在澳洲开设了澳洲研究所, 着手研究开发以推进克隆植林。

3.2 优良树种的选拔

最终目的是增加单位面积的制浆收获量。因此, 关于优良树种的选拔, 考察成长性和挺直性等的树干形质的同时, 也必须着重于容积重量、制浆得率等树木的材质和材形指标。

关于树干的形态, 首先以 5 年生以上林区为对象, 对后补单株及其周围 25 株单株的树高、胸径进行调查。根据调查的结果, 以胸径为参数, 各种优良树周边的栽植树 25 株的平均值+标准偏差 2 倍以上的单株作为优良树选拔下来 (由于以两种形态为对象进行选拔和选拔率过高的原因, 从 2002 年度开始, 仅以对材积率贡献大的胸径为参数进行考察。此外, 树的高度对材质来说也是有要求的, 因此有必要继续进行研究)。另外, 对植林树来说, 环境要素—最大的环境要素是降雨量, 除此之外, 土壤的要素等是决定成长性的重要因素。基于限定对象的优良树种及其周围的 25 株的环境条件全部相同的考虑, 也选择了降雨量少等不利的植林地来进行比较。

到 2004 年底, 从大约 4300 hm^2 的植林地中选择了 410 株的优良树 (表 4)。最初是以胸径及树高等为基准选择优良树, 为了确保面向将来育种的遗传变异范围, 后来选择的基准仅仅着眼于胸径。这个基准值放宽到在周边树木平均+1.5-2 倍的标准偏差内。由于相邻的植林树枯死或者显著的劣势树也加以选择, 显示了选择率低下, 同时材积率也很低。

表 4 选择结果

选择年度	选择对象面积 (hm^2)	选择株数	材积比
00-01	535.9	22	2.53—4.03
02	1834.7	115	2.00-3.92
03	1685.9	163	1.90-3.37
04	201.3	110	1.77-3-17
合计	4257.8	410	

表 5 2001 年度的选择树的材质

克隆号	树高 (m)	胸径 (cm)	容积重 (kg/m ³)	细浆得率 (%)
1	25.5	32.0	566	55.5
2	27.0	34.0	532	55.1
3	27.2	36.0	433	51.7
4	24.4	29.5	529	53.3
5	21.2	24.2	530	52.9
6	21.1	24.5	473	52.9

根据成长性选择的优良树存在的林地作为采伐的对象,对伐木进行材质的分析。制成复数的样品圆盘(为了求出对象单株材质的平均值,采用高度不同的圆盘)。制样的圆盘干燥后,送给位于塔斯玛尼亚州的 Gunns 公司的研究所,将各个圆盘削片后混合,进行容积重等的材质质质的调研。

2001 年度把选择的优良树种的一部分,进行初步的材质调查。结果发现,容积重是 433-566kg/m³,细浆得率是 51.7-55.5%,单株间的差异很大(表 5)。在分析的优良树内, No.3 的成长性最好,排第一。容积重稍轻 130kg,细浆得率也稍低 4%。No.1 和 No.3 的材积分别是 0.670m³和 0.903m³, No.3 约高 35%,而得到的制浆得率分别是 210kg 和 202kg。制浆得率相反, No.1 约高 4%。由此可见,为了增加单位面积的制浆得率,从成长和材质两方面筛选均很重要。

3.3 选择树的排名

据报告,材质的生长环境(降雨量、土壤等要素)变化的时候,特别是在不利的成长环境下,有着高的容积重倾向。为此,利用取得的大约 100 个单株优良树的材质数据,进行了降雨量、成长性、容积重及细浆得率等关系的分析。结果表明,成长性随着降雨量的多少而出现大的变化。另一方面,图 3 中是在 9 个场所的植林地中选择出来的优良树,尽管地区不同降雨量有差别,但降雨量和容积重之间一般来说没有发现大的差别。另外,细浆得率与容积重出现同样的趋势。降雨量少的地区(小于 650mm)与高降雨的地区(大于 750mm)比较,有意让成长不利,容积重或者细浆得率均没有发现有显著的不同。容积重约在 450-620kg/m³,细浆得率约在 48-57%随机分布。

选择的多数优良树在商业植林中排名,排名高的用于商业克隆植林。除了具有不良环境耐受性(耐病虫害性、耐干旱或者耐盐性等)特殊的优良树,基本上,考虑推选单位植林面积制浆得率高的树种进入商业植林。制浆得率以下式计算:

$$\text{植林制浆得率 (PPP)} = \text{BD} \times \text{Y} \times \text{MAI} / 1000 \quad (\text{t/hm}^2/\text{年})$$

BD 是容积重 (kg/m³);

Y 是细浆得率 (%);

MAI 是年平均生长量 (m³/hm²/a)。

如前面论述的,成长性随降雨量会发生大的变化,在降雨量多的地区选择的成长性高的优良树占据着