

简 报

毛红椿的生态地理分布及其南京引种的初步观察*

宗世贤 陶金川 杨志斌

黄致远 程翔 杨开红

(江苏省植物研究所)

摘 要

通过对毛红椿生态地理分布的调查,在南京引种栽培的幼树生长规律观察及其气候适应性、土壤适应性、光能利用率、营养元素生物循环的分析,初步总结了它的生物学、生态学特性,为有效保护和开发利用这一珍贵树种提供科学依据。

关键词 珍贵树种;毛红椿;生态特性

毛红椿(*Toona ciliata* var. *pubescens*)是楝科落叶乔木,高达35m,胸径80cm,是一种优良速生的材用树种,星散分布我国中、南亚热带到热带北部地区。近年来,由于其自然生境的破坏,数量越来越少。为保护和合理开发利用这一珍贵树种资源,我们调查了它的生态地理分布,初步研究了引种南京后的生物学、生态学特性。

一、生态地理分布^[1-4]

毛红椿的垂直分布由东南向西南逐步升高,在安徽南部多散生在海拔600m以下的低山缓坡及沟谷两旁的疏林中或林缘,在江西上饶武夷山分布于海拔700—1000m的沟谷、溪旁;在云南可分布到1400—3500m的中高山地。

在皖南泾县汀溪,毛红椿多以伴生种的形式出现在青冈栎(*Cyclobalanopsis glauca*)、紫楠(*Phoebe sheareri*)、华东楠(*Machilus leptophylla*)、江南桤木(*Alnus trabeculosa*)等构成的常绿、落叶阔叶混交林中。当地气候温和湿润,土壤为花岗岩和砂岩风化发育的多砾质中壤土。有机质含量丰富,土壤湿润肥沃,排水透气性能良好,pH值5.6—6.0。

在江西最南端龙南县与广东北部连平县交界的九连山自然保护区700—800m处,有毛红椿为次优势种的森林。样地乔木种类组成见表1。

下木层主要有毛山矾(*Symplocos groffii*)、红翅槭(*Acer fabri*)、鹿角栲、四川冬青(*Ilex szechwanensis*)、尾叶冬青(*I. wilsonii*)、山香园(*Turpinia arguta*)、桉木(*Eurya japonica*)、连蕊茶(*Camellia fraterna*)、山苍子(*Litsea cubeba*)、柳叶山茶(*Camellia salicifolia*)、草珊瑚(*Sarcandra glabra*)、鹿角杜鹃(*Rhododendron latoucheae*)及多花

本文于1987年2月收到,1987年6月收到修改稿。

*本文蒙刘昉助教审阅指正,谨此致谢。

山竹子等。

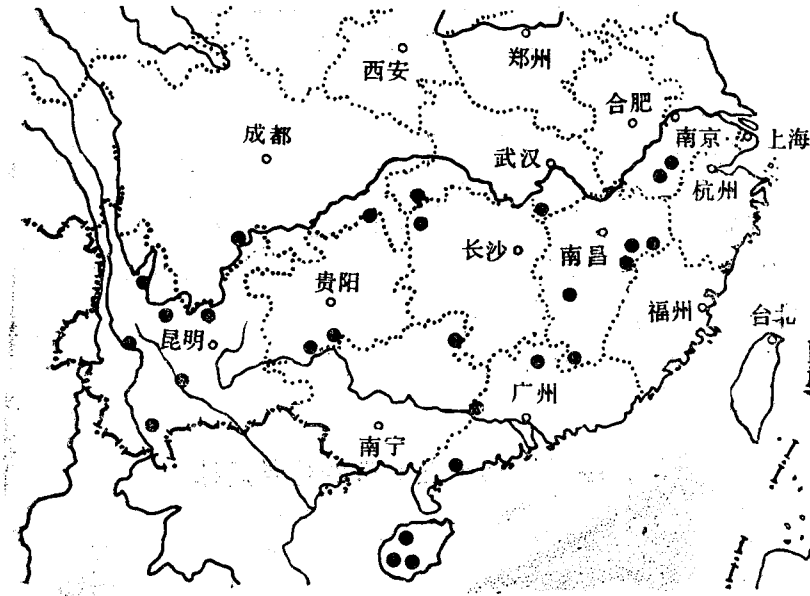


图1 毛红椿的水平分布示意图

Fig.1 The level distribution of *Toona ciliata* var. *pubescens*

表1 乔木层组成表

Table 1 The composition of the arbor layer ($4 \times 100\text{m}^2$)

植物名称	频度 (%)	盖度 (%)	多度	树高(m)		胸径(cm)		重要值
				平均	最高	平均	最粗	
鹿角栲 <i>Castanopsis lamontii</i>	100	20	5	25.2	30.0	50.0	95.0	75.3
毛红椿 <i>Toona ciliata</i> var. <i>pubescens</i>	100	24	12	22.1	30.0	20.7	65.0	65.7
钩栲 <i>Castanopsis tibetana</i>	100	8	5	19.6	24.0	18.4	30.0	34.5
拟赤杨 <i>Alniphyllum fortunei</i>	75	7	4	19.5	25.0	20.0	30.0	29.7
猴欢喜 <i>Stoanea sinensis</i>	50	9	4	24.0	30.0	22.8	42.0	24.0
刨花楠 <i>Machilus pauhoi</i>	75	9	3	18.3	20.0	20.7	24.0	24.0
野桐 <i>Mallotus tenuifolius</i>	50	3	2	18.0	18.0	25.0	29.0	17.4
大叶新楼 <i>Neolitsea levinei</i>	25	1	1	18.0		20.0		7.8
黄樟 <i>Cinnamomum parthenexylum</i>	25	2	1	18.0		16.0		7.5
多花山竹子 <i>Garcinia multiflora</i>	25	2	1	14.0		15.0		7.2
少叶黄杞 <i>Engelhardtia fenzelii</i>	25	1	1	10.0		5.0		6.6

九连山的气候属我国亚热带东部、中亚热带华中区的南岭山地副区。受海洋性气流的影响,气候温暖湿润。年均温 17.4°C ,一月均温 3.5°C ,极端最低气温 $-2-3^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温约 6800°C ,全年降水量 1980mm 以上,年均相对湿度 85% ^[5]。土壤为砂岩和砂页岩的残积与坡积物上发育形成的山地黄壤。其主要理化性状见表2。

表2 土壤的主要理化性状
Table 2 The main physicochemical properties of soil

采样地点	采样深度 (cm)	pH	有机质 (%)	全氮 (%)	代换量 (me/100g soil)
九连山	0—12	4.73	6.66	0.22	16.0
	12—42	4.85	3.86	0.10	11.0

采样地点	采样深度 (cm)	代换性盐基 (me/100g soil) Ca Mg K Na				盐基饱和度 (%)	物理粘粒 <0.61mm	土壤质地
		Ca	Mg	K	Na			
九连山	0—12	1.44	0.59	痕量		12.7	27.10	轻壤土
	12—42	1.66	0.57	痕量		20.2	30.50	中壤土

二、毛红椿幼树在南京的生长规律

为进一步了解毛红椿的生长规律，在野外调查的基础上，于1980年在南京中山植物园进行了引种栽培和定株观测。南京地处北亚热带，年平均气温 15.4°C ，近年(1984年)的极端最低气温 -11°C ，年降水量1000mm左右，土壤为黄棕壤，质地中壤到重壤，pH 6.5—7.5。有机质含量1.5—2.5%，含氮量0.1%左右，土壤容重 $1.35-1.47\text{g}/\text{cm}^3$ ，总孔隙度45—49.5%。在这种气候和土壤条件下引种栽培的毛红椿，生长良好。根据我们定株、逐旬、连年(1981—1985年)的观测，得出如下结果：

1. 高和径的生长节律

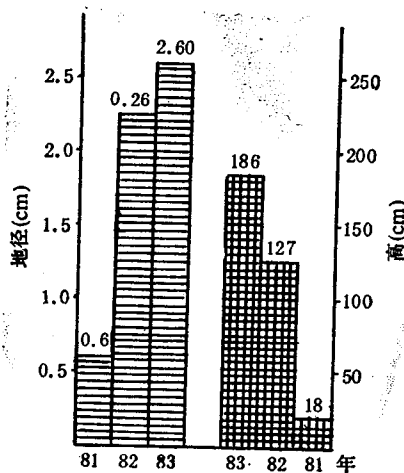


图2 年生长节律
Fig.2 The annual growth rhythm

从图2可以看出，毛红椿播种第二年，高、地径生长量即可达1.0m和2.0cm以上，第三年生长加快。第4—5年的高、地径生长量均超过1.0m和1.5cm。可见毛红椿早期速生的特点比较明显。其在南京地区的年生长规律有待继续观测。

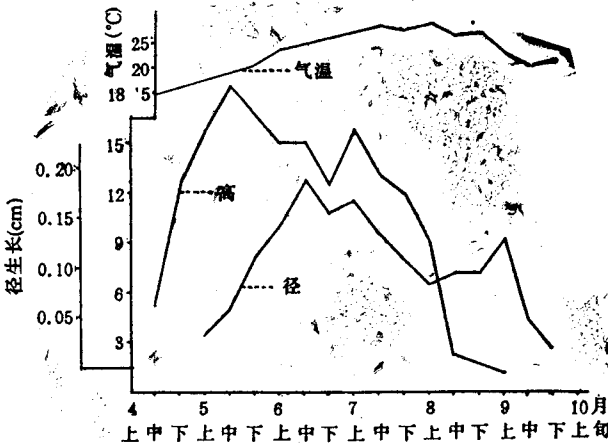


图8 季节生长节律

Fig.3 The seasonal growth rhythm

图3表明毛红椿的高生长和径生长是不同步的。高生长始于4月上中旬, 9月上旬停止生长, 4月下旬至8月上旬为速生期, 全年生长140—150天。径生长始于5月上旬, 9月下旬生长停止, 5月下旬至9月上旬为速生期, 全年生长也在140—150天左右。

昼夜生长节律的观测结果表明, 毛红椿的株高是昼夜连续生长的。

2. 生物量的增长节律

1986年9月, 对二、三、四年生毛红椿的株高、地径、中心径进行了逐株测量。取各树龄植株的平均木, 分别测定了它们根、茎、叶的生物产量, 进一步计算出毛红椿生物量的增长速度及产量结构的年变化。

表8 生物量的增长和分布

Table 8 The increment and distribution of biomass (dry weight km/ha)

树龄 (年)	叶		茎		根		总生物量	生产力 (kg/ha·a)
	重量	%	重量	%	重量	%		
2	770.7	37.4	528.0	25.6	764.1	37.0	2062.8	2062.8
3	1811.3	33.4	2128.5	39.3	1478.7	27.3	5418.5	3355.7
4	5073.0	23.8	11613.0	54.9	4487.7	21.2	21137.7	15719.2

从表3可以看出, 毛红椿生物量的增长速度是比较快的。四年生毛红椿的生物量已达2.1万kg/ha。其光合产量, 苗期叶子占的比例最大, 茎最小。随着树龄的增长和总生物量的增加, 茎, 即材用部分的增长速度迅速加快。二年生毛红椿茎的干物质占总生物量的25%, 而四年生毛红椿则达50%以上。

三、毛红椿幼树与气候因素的关系

为有效地保护这一珍贵树种, 并探讨其在北亚热带南京地区的推广应用价值, 在其生长规律进行定株、逐旬、连年观测的基础上, 对它的高、径生长同主要气候因子(包括

土壤水)的相互关系进行了分析。

表4 毛红椿生长、气候因子(包括土壤水)间的相关阵
Table 4 The correlation matrix between growth of *Toona ciliata* var. *pubescens* and climate factors (including soil moisture)

	高生长 1	径生长 2	气温 3	土壤水 4	空气相对湿度 5	光照时间 6	蒸发量 7
1	1						
2	0.310	1					
3	-0.158	0.512	1				
4	0.573*	0.450	-0.372	1			
5	-0.398	0.388	0.281	0.100	1		
6	-0.248	-0.324	0.346	-0.560*	-0.575*	1	
7	-0.134	-0.067	0.664**	-0.425	-0.472*	0.782***	1

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$ (下同)

1. 温度

从表4可知,毛红椿的高生长与气温的相关系数 r 为 -0.158 ,这表明毛红椿的高生长与气温之间没有明显的相关性。由图3可以看出,毛红椿的高生长始于春季气温 14°C 左右, 16°C 以上进入速生期,适生温度为 $16-28^{\circ}\text{C}$ 。南京的高温未影响其生长。

毛红椿的径生长同气温是正相关的,径生长始于春季气温 17°C 左右,从 17°C 到 25°C ,随气温的升高而逐渐加快。 25°C 左右是径生长的最适温度。速生期的气温在 $17-28^{\circ}\text{C}$ 之间。

上述分析表明,毛红椿是一种喜温暖气候的树种。这同其产地的气候特点是一致的。因此,毛红椿在北亚热带生长发育的主要矛盾,不是夏季的高温而是冬季的严寒,关键是苗期的越冬。幼苗的抗寒性较差, $-7-8^{\circ}\text{C}$,出现严重冻害,50%以上的幼苗冻死。加强苗期的防寒越冬管理,三年生以上的幼树,抗寒能力大为加强。1984年1月,南京的最低气温降至零下 11°C ,三年生毛红椿只10%左右的植株受冻。

2. 水分

一般说来,热量条件决定地球上植物种的分界线,而在热量满足的前提下,水分往往是影响植物生长的重要因素。从表2可以看出,毛红椿幼树的高生长同土壤含水量是正相关的。4月上中旬,毛红椿生长所需要的水热条件逐步得到满足,高生长开始。4月下旬至7月下旬,温度适宜,水分充分,因而形成毛红椿高生长的速生期。

毛红椿的径生长同土壤含水量、空气相对湿度的相关系数 r 为 0.450 和 0.390 ,接近正相关的显著水准,说明其径生长对水湿条件的要求也是较高的。

毛红椿的这一特性,也是同其产地的自然生境相一致的。如在毛红椿自然分布区之一的江西南部九连山,土壤水分充足,空气湿润,毛红椿发展成为群落的次优势种。

四、毛红椿幼树与土壤因素的关系

为了了解毛红椿与土壤酸度、有机质、全氮及土壤质地等主要土壤因子的关系,从湖

南天平山、福建武夷山、安徽大别山、琅琊山、江苏无锡、阜宁及南京等地采集了十四个土壤样品, 进行了毛红椿幼苗的盆栽试验, 分析了盆栽土壤的主要理化性状, 对试验结果进行了相关分析; 另外, 从江苏沿海如东县采集了四个含盐量不同的土样, 做了毛红椿幼苗的耐盐性盆栽试验。

表 5 毛红椿与土壤理化性状的相关阵

Table 5 The correlation matrix between *Toona ciliata* var. *pubescens* and the physicochemical properties of soils

	高 1	pH 2	有机质 3	全氮 4	物理粘粒 5
1	1				
2	0.062	1			
3	0.503	-0.509	1		
4	0.452	-0.675	0.969	1	
5	0.112	-0.053	0.218	0.355	1

表 6 毛红椿与土壤pH、含盐量间的关系

Table 6 The correlation between *Toona ciliata* var. *pubescens* and pH value, salinity in soils

pH	含盐量 %	径 (cm)	高 (cm)	叶重 (g)	茎重 (g)	根重 (g)	生物量 (g)
8.22	0.05	0.72	21.8	16.0	12.0	49.0	77.0
8.61	0.12	0.69	25.1	11.3	11.0	30.7	53.0
8.30	0.17	0.57	20.1	14.3	7.2	21.5	43.0
8.45	0.24	0.37	15.8	5.7	4.2	12.1	22.0

从表5、6可以看出, 毛红椿高生长与土壤pH值间的相关系数 r 仅为0.062, 这表明土壤pH不是影响其生长和分布的主要生态因子。毛红椿产地的土壤多为酸性土, 但在南京中山植物园的中性土, 在安徽琅琊山的石灰性土以及江苏沿海pH8以上的碱性土上, 也能正常生长。毛红椿生长与土壤物理粘粒间的相关系数 r 也很小, 表明土壤质地也不是影响其生长的重要生态因子。有机质、全氮含量与毛红椿高生长间的相关系数 r 为0.503和0.452, 在概率0.1的显著水准上可以接受其间的相关估计, 这说明土壤有机质、全氮含量是影响毛红椿生长的较重要生态因子。从表6可看出, 毛红椿有一定的耐盐性, 在含盐量0.1%左右的轻盐渍土上能正常生长, 含盐量0.15%以上, 生长受到明显的影响。

五、光能利用及营养元素的生物循环

1. 光能利用率的年变化

从表7可知, 在毛红椿的幼龄阶段, 树龄、叶面积指数、光能利用率和初级生产力之间是正相关的。随着树龄的增长, 叶面积指数、光能利用率及初级生产力均逐渐增大, 且增加的速度较快。至于初级生产力何时达最大值, 其变化规律如何, 最合理的叶面积指

数以及如何提高毛红椿的光能利用率等问题, 均待研究。

2. 毛红椿的生物量及元素的分布

表 7 不同树龄毛红椿的光能利用率

Table 7 The utilization ratio of sunlight energy of *Toona ciliata* var. *pubescens* in different age stages

树 龄	林分密度(株/亩)	生产力(吨/公顷·年)	叶面积指数	光能利用率(%)
2	2667	2.10	1.25	0.08
3	1616	3.40	2.44	0.13
4	278	15.72	4.86	0.60

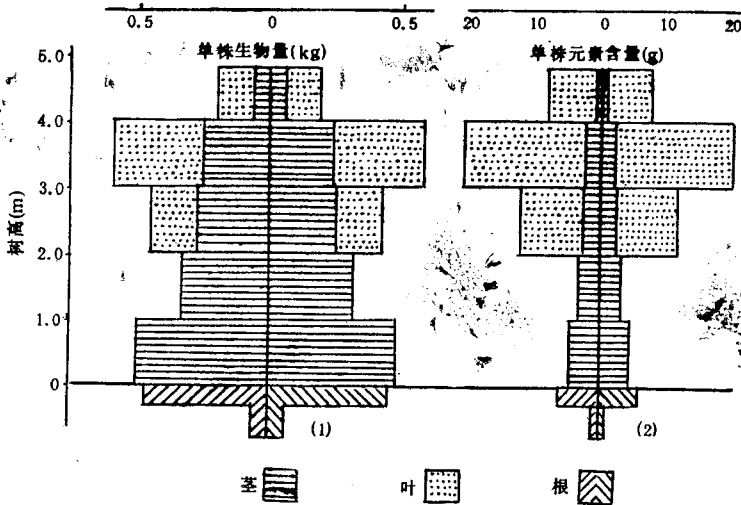


图 4 四年生毛红椿生物量和元素含量的分布

Fig.4 The distributions of biomass and nutrient elements of 4 years *Toona ciliata* var. *pubescens*

(1) 生物量的分布 The distribution of biomass;

(2) 元素含量的分布 The distribution of nutrient elements

从图4(1)可以看出, 四年生毛红椿茎的生物量远远超过叶子, 但营养元素的分布则相反, 由图4(2)可知, 茎的营养元素积累量明显低于叶。叶子中积累的养分将以枯落物的形式归还给土壤, 茎中积累的营养元素大部分将随木材的采伐而转移掉。这种叶子营养元素的高积累和木材营养元素低积累的巧妙结合, 对保持生态平衡是非常有利的。前者能促进和保证森林和土壤间养分的良性生物循环, 后者可减少由于木材的采伐而造成的养分损失, 维持生态系统的稳定性。

3. 毛红椿幼林中营养元素的空间分布

毛红椿幼林中, 营养元素主要积累在毛红椿幼树、地被物和土壤三个空间层次中。

由表 8 可知在整个毛红椿幼林中, 营养元素总贮量大约为43.93t/ha(其中土壤库中, 氮为土壤全氮, 磷、钾为速效磷、钾量; 钙、镁为代换性钙、镁量)。而绝大部分贮存在土壤库这个空间层次中。毛红椿幼林积累的营养元素只占此生态系统总贮量的很小一

表 8 四年生毛红椿幼林营养元素的空间分布
Table 8 The space distribution of nutrients in the
4 years young stand of *Toona ciliata* var. *pubescens*

层次	结构	生物量和土壤 (t/ha)	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)
乔木层	叶	5.04	100.8	8.9	37.3	113.9	23.2
	茎木质部分	9.69	17.4	4.9	7.8	3.9	7.8
	茎皮	1.92	23.0	2.7	9.8	33.8	6.1
	根木质部分	3.78	9.5	2.0	3.0	6.8	4.9
	根皮	0.71	6.8	0.8	7.6	17.0	2.3
	合计	21.14	157.5	19.3	65.5	175.4	44.3
地被物	总量	1.09	9.5	1.9	9.8	12.1	2.6
土壤	0—20	2440	2513.0	305.0	3758.0	6880.0	297.0
	20—40	2980	2235.0	224.0	3695.0	8402.0	363.0
	40—60	3160	1580.0	158.0	3729.0	8909.0	385.0
	计	8580	6238.0	687.0	11182.0	24191.0	1045.0
合 计			6495.0	708.2	11257.3	24378.5	1091.9
总 计			43930.9				

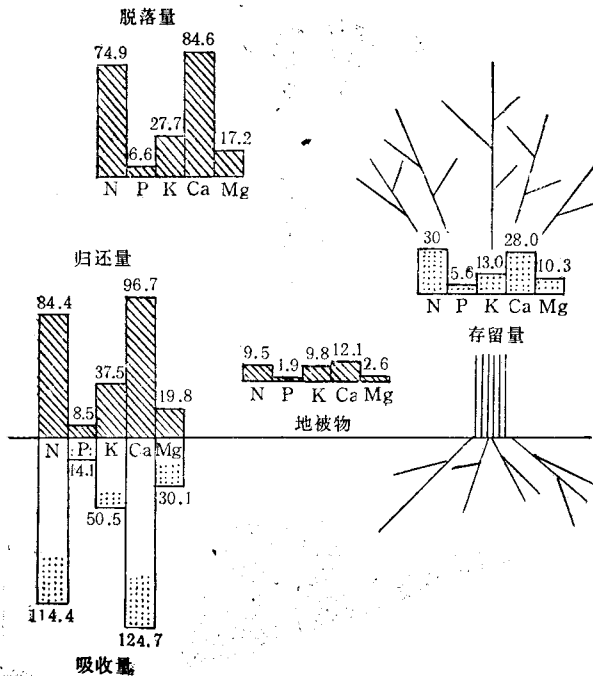


图 5 营养元素的循环
Fig.5 A cycle of nutrient elements

部分。氮、磷、钾、钙、镁的积累量分别占其总贮量的2.4%、2.7%、0.6%、0.7%、4.0%。可见,北亚热带的南京地区引种栽培毛红椿,在其生态系统生物地球化学循环这个长期地质过程中,对养分的利用和消耗是非常有限的。

4. 营养元素的生物循环

元素循环包括营养元素的生物循环和地球化学循环。本文主要分析毛红椿幼林的营养生物循环,研究土壤和植物之间的营养元素转移,讨论在此幼林中营养元素的吸收、存留和归还过程^[6,7]。

通过测定三年生及四年生毛红椿各器官的生物产量及总生物量,求出毛红椿第四年的生产力,根据毛红椿第四年各器官的干物质重、地被物干重及其元素含量,即可求得此幼林中营养元素的归还、存留及吸收量 $\text{kg}/\text{ha}\cdot\text{a}$ 。

由图5可知,毛红椿吸收氮素的73.8%、磷素的59.0%、钾的77.2%、钙的74.1%、镁的60.2%,当年又归还到土壤中去。此幼林中营养元素的损失量,主要是贮存于幼林干、枝生物量中的营养元素。此损失量将主要由土壤矿物质的风化和经雨水的加入来补充。在59—77%的营养元素返回土壤而被再循环利用的同时,大约还有 $14\text{t}/\text{ha}\cdot\text{a}$ 的有机物质加入到土壤中去。营养元素的循环利用和有机物质的大量加入,对于土壤生物和土壤肥力,对于保持毛红椿林的生产力以及对维持此生态系统的稳定性都具有十分重要的意义。

六、小 结

1. 毛红椿星散分布于我国中、南亚热带到热带北部地区;垂直分布由北向南逐步升高。皖南见于海拔600m以下的低山,在云南可分布到3500m。主要生长在各种阔叶林中。

2. 引种到南京地区的毛红椿,具有早期速生的特点。生物量,特别是材用部分的生物产量增长速度较快。

3. 喜温暖湿润气候,在北亚热带南京地区引种栽培毛红椿的主要矛盾是冬季的低温,必须加强越冬防冻管理。

4. 毛红椿对土壤的适应幅度较宽。在红壤、黄壤、黄棕壤、石灰性土壤及滨海的轻盐渍土等 $\text{pH}4.5-8.5$ 的各类土壤上都能正常生长。可见土壤酸度并不是影响其地理分布的限制因子。

5. 四年生毛红椿的光能利用率可达0.6%,这表明毛红椿是一种利用光能制造有机物质能力较强的初级生产者。

6. 毛红椿的叶子中积累了大量的营养元素,木材中元素的含量较低,这一特点对营养元素的生物循环,对于维持土壤肥力和森林的生产力都是非常有益的。

参 考 文 献

- [1] 萧运峰, 1983: 植物生态学与地植物学丛刊, 7(2)。
[2] 陈锡林等, 1986: 武汉植物学研究, 《武汉植物学研究》编委会, 4(2)。
[3] 湖北植物所, 1972: 湖北植物志, 湖北人民出版社, 第二册。
[4] 江西上饶地区林科所, 1983: 优良速生珍贵树种(续集), 江西人民出版社。
[5] 林英等, 1981: 植物生态学与地植物学丛刊, 科学出版社, 5(2)。
[6] 宗世贤等, 1985: 植物生态学与地植物学丛刊, 科学出版社, 9(2)。
[7] 陈振铎译, 1981: 基本土壤学, 徐氏基金会。

ECO GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF *TOONA CILIATA*
VAR. *PUBESCENS* AND PRELIMINARY OBSERVATION ON ITS
INTRODUCTION IN NANJING

Zong Shi-xian Tao Jin-chuan Yang Zhi-bin
Huang Zhi-yuan Cheng Xiang Yang Kai-hong
(Jiangsu Institute of Botany)

Abstract

The authors investigate the ecogeographical distribution of *Toona Ciliata* var. *pubescens* and analyse its growing regularities, climatic and soil adaptabilities, utilization ratio of sunlight energy and nutrient absorption, accumulation, and cycling characteristics of the young trees introduced in Nanjing.

Key words Precious tree; *Toona ciliata* var. *pubescens*; Ecological character