

中国辽西地区油松针阔混交 林生态效益的研究*

赵荣慧 胡承海 孔祥君 郭荫槐

(沈阳农学院)

辽西地区位于北纬 $40^{\circ}20'$ — $42^{\circ}20'$ ，东经 119° — 122° 之间，处于大小凌河流域地区，包括建平、建昌、凌源、朝阳、北票、喀左、义县、锦西、阜新等市县，主要由努鲁儿虎和医巫间等几条山脉构成西部山地，地势起伏，多为低山丘陵，海拔高度一般在400—1,200米之间。气候属大陆性，冬季漫长，夏季炎热，春秋温和而短促，年平均气温 7.0° — 9.1°C ，绝对最高温 42°C ，绝对最低温 -31.1°C ，绝对年温度变化振幅剧烈，可达 70°C 以上，年平均降水一般在400—600毫米之间，多集中于7—8月份，其降水量为全年降水量的65—70%，且常形成暴雨，春、冬雨雪稀少而干旱，年蒸发量为1,700—1,900毫米以上，为降水量的3.7倍，年平均相对湿度为55%，春季平均为44%，最少月份可在20%以下。土壤主要是在各种岩石风化物残积母质上，以及黄土，红土母质上发育的淋溶褐色土，多分布在丘陵和低山丘陵区，棕色森林土多分布在义县，阜新以西丘陵地段，此外，西北部还有少部分碳酸盐栗钙土。此区一般土层较薄，多在10—30厘米之间。

本区由于雨量集中，暴雨较大，土壤质地粘重，结构不良，加上植被稀疏，地形起伏的特点，常形成严重的水土流失，是辽宁省水土流失的主要危害地区，由于流失的结果，表土丧失，底土裸露，土壤理化性质显著恶化，土地生产力不断下降，从而更加助长了干旱贫瘠的恶性循环。

为了迅速改变西部山地的生态失调和贫瘠落后面貌，大力营造森林是保持水土，提高地力，稳定生产的一个重要措施，因此30多年来在这一地区开展了大面积的造林工作，仅是油松林面积就达276多万亩，这些林木在绿化山地，发挥山区生产，改造小气候，保持地力方面起了一定的作用，但是由于自然条件的限制，在大量土质瘠薄的地方，油松虽然在幼林阶段生长正常，但在十几年之后长势衰退。

在建平县辽宁省干旱地区造林研究所（简称省干旱所）土壤瘠薄，土层厚度仅12厘米的贾家沟工区，油松在20年间连年高生长与平均高生长曲线数次相交，反映了这一地区高温干燥气候条件的剧烈变化，也表明了油松本身抗性较强，在高燥贫瘠恶劣条件下，还能维持一定的生长，但是20年生高总生长量仅为3.37米，胸径3厘米，长势衰退（图1）。因此可以认

* 参加调查工作者还有马驰、马兴、李国香、徐国林、卫茂荣、范伯侠、谭希斌、尹凤芹同志。

为在这些地区,营造用材林潜力不大,即使是油松(*Pinus tabulaeformis*)这样耐干旱瘠薄的树种,也过早产生衰老现象,而且干材弯曲,轮枝节大,影响材质,木材利用价值低。

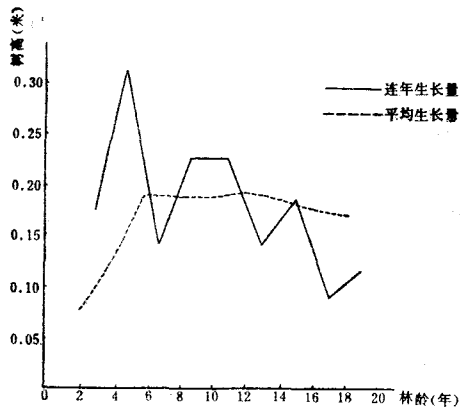


图1 油松树高速年生长量及平均生产量曲线图

枝落叶有良好的保水和透水性能,一般的土壤随着其容水量的提高(和增加粘粒含量时),其透水性能逐渐下降,但是枯枝落叶层则例外,它在能固持比自己重2—5倍水量的同时,不仅不降低透水性能,还能很好的将多余的水分渗入地下,林木的树种组成不同,其枯枝落叶数量不同,其持水性能也有差异(见表1)。针叶树,尤其是由油松组成的纯林,不仅其形成的枯枝落叶量少,而且纤维组织发达,一般持水量小,容水性差。而由针阔叶树种组成的林分能形成海绵状松软的枯枝落叶层,有较大的持水性能。一般油松纯林的枯枝落叶层持水量为其本身重量的2—2.5倍,针阔叶混交林枯枝落叶持水量为2—5.5倍,这样就等于在土壤表面形成一个比较稳定的保水层,防止土壤水分流失,对保持土壤水分,增加土壤湿度有良好效能。在针阔混交林下,其土壤表层湿度一般比针叶林下要高1—2%左右。在没有枯枝落叶层保存的地区,裸露的地表,无力拦蓄降水,其土壤湿度与林下相比有明显的降低。在薄层土壤条件下,一般土壤板结紧实,呈干燥状态,土壤表层湿度一般在2—4%左右。

2. 树种组成对土壤形成与腐殖质含量的影响

一般灌木或阔叶树的枯枝落叶,灰分含量比较丰富,养分含量较高,并易分解,因此对干旱贫瘠地区的土壤有非常良好的作用。表2说明针阔混交林在改善地力,提高腐殖质含量方面较针叶纯林有更大的优越性,在表土层范围内,混交林较纯林一般可提高腐殖质含量0.5—76.4%,其中以松栎混交林效果最明显,提高76.4%,色树、花曲柳、黄栌等次之,以侧柏混交林为最差。

油松纯林的枯枝落叶,由于单宁含量丰富,纤维成分比重大,分解困难。一般栎、色树类在两年间可分解70—80%的枯枝落叶,而油松只能分解针叶的30—50%,使土壤的A₀层积累量较大,其A₀₀/A₀比值偏小,对土壤形成不利。在针阔混交林下,有一个明显色泽暗黑疏松的完全分解层,pH值稍低,在油松纯林下一般此层不明显,或者色泽发淡,说明阔叶树种落叶灰分元素含量丰富容易分解,对土壤产生有利影响。

3. 混交林与纯林对土壤物理性质的影响

由于林木枯枝落叶增加土壤含水量,提高腐殖质含量,从而对土壤物理性质也有明显改变。油松纯林和针阔混交林对土壤物理性质的作用也不相同,见表3。二者差异首先表现在土

因而在这类地区,应以恢复地力,保持水土着手,营造水土保持林,为了探讨不同树木组成(混交林与纯林)的林木防蚀和恢复地力效益,进一步选择树种,进行合理的树种混交,两年来我们在建平、建昌、阜新等地选设了50多块标准地进行调查分析,现将试验结果归纳叙述如下;

1. 混交林与纯林对土壤水分的影响

林木的水土保持作用一方面在于它具有庞大的根系,直接盘结固持土壤,使地表水沿着根系的通道渗入地下,变为地下水,而另一方面则在于树木本身大量的枯枝落叶的作用,枯

壤表层容重的减轻, 在这方面效用显著的是松、柞混交林和窄带状(3:3)油松、色树混交林, 其干容重分别减少15%和10%左右。其次是油松黄栌混交林和油松色树行状混交林, 大约减少6%, 而以油松侧柏混交林最差, 只减轻2%左右, 由于容重减轻, 土壤孔隙度加大, 土壤透水性能明显提高。混交林中土壤的初渗速度一般在2—4毫米/分, 纯林为1—2毫米/分左右, 而一般年较大降水强度为2—3毫米/分, 因此在混交林中, 不仅能吸收林内所有天然降水, 不致引起地表逕流, 而且还能吸收林外相当一部分逕流, 这对于西部干旱流失地区, 有效蓄积利用天然降水, 改善小气候, 提高土地生产力, 恢复生态平衡是一个非常有利的因素。

表1 混交林与纯林枯枝落叶的保水效益

调查地点	立地条件	树种组成	枯枝落叶重		枯枝落叶持水饱和重		林龄	土壤表层 (0—20厘米) 湿度%
			斤/亩	%	斤/亩	%		
阜新周家店林场 松树山	西坡, 下腹5°, 棕色森林土, 轻壤	3油松+3色树	1,215.54	—	5,527.8	—	17	11.6
		油松	楼光	—	—	—	17	8.75
建平省干旱所 南大山	北坡中腹10° 褐色土	油松+黄栌	1,032.3	106.9	3,762.9	148.7	19	7.8
		油松	965.7	100	2,530.8	100	19	6.2
建平省干旱所 南大山	北坡下腹5°—10° 褐色土	油松+柞树	1,618.4	173.6	4,748.6	243.3	19	5.5
		油松	932.4	100	1,951.4	100	19	4.4
阜新大板石灰大队, 五家前山	阳坡中腹15° 棕色森林土	油松+落叶松+色树	999	—	1,884.8	—	17	7.6
		油松	楼光	—	—	—	17	7.4
建昌大黑山林场 前山	东北坡, 下腹30° 棕色森林土	油松+柞树	606.1	267.7	1,798.2	415.4	18	7.5
		油松	226.4	100	432.9	100	18	6.6

表2 树种组成不同对土壤形成与肥力状况

标准地位置	树种组成	林龄	A ₀₀ 厚 (厘米)	A ₀ 厚 (厘米)	A ₀₀ /A ₀ 比值	表土层 pH值	表土层有机质含量	
							%	与纯林比提高%
阜新大板林场 樱桃沟	油松+色树	24	3	2	1.5	—	2.4	7.1
	油松纯林	24	1	2	0.5	—	2.24	
阜新大板林场 三塔沟	油松+落叶松+色树	24	1	1	1	7.27	2.85	15.4
	油松纯林	24	0.5	1	0.5	7.32	2.47	
阜新周家店林场 康士营子	油松+侧柏	27	0.62	0.48	1.29	7.40	1.72	0.5
	油松纯林	27	已搂	0.42	—	7.05	1.63	
建平省干旱所南大山	油松+黄栌	19	2	1.5	1.3	7.49	6.66	60.4
	油松纯林	19	1.8	1.5	1.2	7.8	4.16	
建平省干旱所南大山	油松+柞树	19	2	1	2	7.38	4.5	76.4
	油松纯林	19	1	1	1	7.52	2.55	
周家店林场松树山	油松+色树	17	2	1.2	1.66	6.8	1.7	25
	油松纯林	17	已搂	—	—	6.9	1.36	
周家店林场 水库沟	油松+花曲柳	25	已搂	—	—	7.14	1.75	25
	油松纯林	25	已搂	—	—	7.25	1.4	

表 3 混交林与纯林对土壤表层物理性质的影响

标准地位置	树种组成	林 龄	土壤层次 (厘米)	干 容 重 (克/厘米 ³)	土壤孔隙度 (%)	初 渗 速 度 厘米/分
建平县干旱所南大山	松、柞行混	19	0—20	0.96	59	0.25
	油松纯林	19	0—20	1.13	49	0.16
周家店林场松树山	3 油松、3 色树	17	0—20	1.25	50	0.40
	油松纯林	17	0—20	1.40	42	0.28
阜新大板林场樱桃沟	油松、色树行混	24	0—20	1.16	51	0.23
	油松纯林	24	0—20	1.20	41	0.16
周家店林场坤德	油松、色树行混	22	0—20	1.27	48	0.30
	油松纯林	22	0—20	1.40	43	0.19
建平县干旱所南大山	油松、黄栌行混	19	0—20	1.05	57	0.24
	油松纯林	19	0—20	1.12	50	0.22
周家店林场康士营子	油松、侧柏	26	0—20	1.29	49	0.19
	油松纯林	26	0—20	1.32	46	0.18

枯枝落叶在保水保土中起着非常重要的作用,因此要千方百计地保住枯枝落叶层,严禁林内任意搂取枯枝落叶和草根,蓄水保土,以增加林地有机质含量,提高和不断改善地力。

4. 树种组成对小气候条件的影响

辽西地区由于植被稀少,地表裸露,日光直射地表,从而增加了干旱、高温、温差剧烈的

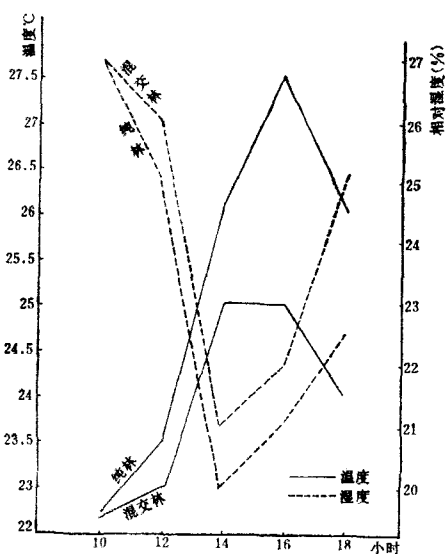


图 2 松、柞混交林及油松纯林温、湿度日变化 (1983 年 6 月 12 日测, 地点建平干旱所南大山)

生态条件,因此除土壤瘠薄以外,恶劣的气候条件也是植物生长不利的一个主要因素,林木生长以后,由于其本身遮荫、蒸腾等生理活动,无疑对改善小气候,促进生态平衡起重要作用。而针阔混交林和针叶纯林在这方面的影响,也有明显的差异,见表 4。阔叶树种由于其叶量大,蒸腾作用强烈,能扩散大量的水分,所以林内一般相对湿度较高。在严热的夏季,林内气温偏低。根据我们实测,混交林相对湿度较纯林可提高 3—11%。空气温度降低 1—4℃。与空旷无林区相比温度降低 4℃ 以上,由于气候条件不同,混交林的作用也不同,一般在早晨由于光照弱、气温低、混交林林内温度和湿度与纯林相近,白天随着光照增大,气温升高,混交林与纯林差异逐渐明显,一直到下午 2 点到 4 点,出现差异的最高峰,16 点以

后,随着整天光照、气温的降低,混交林与纯林的差异又趋于缓和(见图 2)。由图中可初步看出此规律,而我们只测到 18 点的气温和湿度,此时温度在纯林为 26℃,相对湿度为 24%;混交林为 24℃ 相对湿度为 25%,还有一定差异,若在 20 点测,则二者将会趋于一致。另外我

们是在 6 月 12 日测的, 不是最炎热的夏季, 所以反映不出来混交林与纯林温、湿度相差的最大值, 但是可以认为在高温、干旱的炎热夏季混交林的作用将最为明显。

表 4 混交林与纯林对小气候条件的影响

标准地位置	树种组成	林内温度 (℃)	相对湿度 (%)	照度 (万勒克司)	测定时间
建平县干旱所南大山	油松、柞树混交	24.8	38	7	1981.6.26
	油松纯林	26.4	34	9.1	上午10时
	油松、柞树混交	-0.64	46	—	1983.2.5
	油松纯林	-1.1	37	—	上午10—下午1.30
建平县干旱所南大山	油松、黄栌混交	-0.64	40	—	1983.2.5
	油松纯林	-1	37	—	上午10—下午1.30
	油松、黄栌混交	26.8	22	0.6	1981.6.26
	油松纯林	28.7	28	2	上午11时
建平县干旱贾家沟	油松、色树混交	30.8	24	4.4	1981.6.25
	油松纯林	34.8	24	10	上午10时
建昌古陵营子林场	油松、色树混交	26	59	—	1981.7.5
	油松纯林	28	48	—	上午10时
周家店林场孟家沟	油松、柞树混交	30	45	4	1981.6.11
	油松纯林	30	42	6.4	上午11时

冬季白天由于林木遮光, 油松纯林温度较林外为低。而在早、晚和夜间, 由于林冠的覆盖和树木的密集生长, 使林内外的气体交流大大减弱, 又使林内气温较无林地高。见表 5。

表 5 冬季油松林内外温度光照状况

观测时间: 1983 年 2 月 11 日

观测项目	油 松 林 内			油 松 林 外 空 地		
	晨 7 时	中 午	傍晚 5 时	晨 7 时	中 午	傍晚 5 时
光照 (勒克司)	2,000	24,500	600	4,000	80,000	3,400
温度 (℃)	-17.6	-10.7	-12.6	-18	-9.9	-13

松柞混交林由于柞树冬季叶枯干, 遮光较差, 白天较纯林温度为高。因此无疑的是油松混交林在改善小气候, 缩小温差, 增加湿润度, 促进生态平衡方面, 与油松纯林相比, 有更大的优越性。

5. 混交林与病虫害

混交林林分一般林木生长旺盛, 林内易于形成森林环境, 比较湿润, 气温也较低, 适于害虫天敌的生存和繁殖, 栖息的鸟类也多于纯林。栖息的鸟类有杜鹃 (*Cuculus canorus*)、大山雀 (*Parus major*)、喜鹊 (*Pica pica*)、三道眉草鹀 (*Emberiza cioides*)、戴胜 (*Vpupa epops*)、山鹧 (*Rhopophilus pekiensis*)、树鹩 (*Anthus hodgsoni*)、灰掠鸟 (*Sturnus cineraceus*)、凤头百灵 (*Galerida cristata*)。详见表 6。

表 6 食虫鸟的种类和数量统计

观 测 时 间	地 点	树 种 组 成	坡 向	林 龄	种 类 和 数 量*								
					杜 鹃	大 山 雀	喜 鹊	三 道 眉 草 鹀	戴 胜	山 鹊	树 鹊	灰 掠 鸟	凤 头 百 灵
1978年 5 月 18—19日	阜新周家店林场官家洼	油松、落叶松、柞树混交林	北	24	3	7	5	10	2	3	18	2	4
1978年 5 月 20—21日	阜新周家店林场大片地	油松纯林	北	24	1	3	2	4	—	—	—	—	—

* 摘自范忠民等(1979): 取食松毛虫的食虫鸟类及招引试验

而林木本身生长也比较稳定, 抗性强, 一般不易遭受病虫害为害。即使发生也不会大量蔓延成灾。如表7, 前两块标准地所示。在混交林中, 具病虫害危害程度, 林木生长状况与林内生态条件密切相关, 一般在林地面积过小, 树木生长衰弱, 或在没有形成林内生态环境条件下, 病虫害并不能显著减少。

表 7 混交林状况与病虫害

标准地位置	立地条件	树种组成	林龄(年)	树高(米)	胸径(厘米)	备 注
阜新大板林场 三塔沟	坡向南南东8° 棕色森林土	油松+落叶松 +色树	24	落13.5 油8.26 色4.63	17.2 10.7 4.7	林内湿润凉爽, 林木生长旺盛无病虫害危害。
阜新周家店林场 官家洼	北北东8°中下腹, 棕色森林土	油松+侧柏	27	5.42 4.03	12.8 4.81	林内湿润, 林木生长旺盛无病虫害危害。
凌源肖好大黑山	南南西15°中下腹 褐色土	油松+侧柏	11	3.0 1.7	4.4 2.0	侧柏生长正常已结实, 因土层浅, 下部为石灰岩风化层, 油松生长衰弱, 侧枝横展, 梢下垂, 连续三年遭病虫害(1976、1977、1978年)。
建平马厂林场	东北5°上腹淡栗钙土	油松(沙棘) 油松(锦鸡儿)	9 9	2.0 2.7	2.5 2.8	长势较差, 未郁闭, 1980年油松纯林虫口密度3.6头, 油松沙棘林虫口密度4.9头, 油松锦鸡儿林6.4头。
建平县干旱所 南大山	北坡下腹5°—10° 褐色土	油松+柞树 油松纯林	19 19	3.8 3.5	5.1 4.8	松柞混交林较油松纯林湿润松毛虫为4头/株。 油松纯林为51头/株。
建平县干旱所 南大山	北坡中腹10° 褐色土	油松+黄桦 油松纯林	19 19	4.5 3.8	4.5 2.5	松梢螟为害4%, 松毛虫0.4头/株。 松梢螟4%, 松毛虫4头/株。
周家店林场孟 家沟	北坡中腹4°薄层 棕色森林土	油松+柞树 油松纯林	16 16	2.3 2.3	2.5 2.4	松梢螟75%, 松毛虫0头/株。 松梢螟70%, 松毛虫2头/株。
建平县干旱所 贾家沟	阳坡中腹3°薄层 褐色土	油松+色树 油松纯林	20 20	3.3 3.4	3.9 3.0	生长衰弱未郁闭, 松毛虫2.5头/株。 松毛虫4.4头/株。

6. 混交林与林木生长量

混交林由于改善了土壤状况, 改变了小气候条件, 无疑对林木生长有良好影响。无论在土层深厚或瘠薄地区, 混交林树高和胸径生长和单株材积与纯林相比, 一般都有明显的提高, 而林分总蓄积量则比较复杂, 主要视伴生树种的成材状况和造林密度而定, 一般伴生树种出材量大或密度较大时, 总蓄积量有增高趋势, 反之则有所降低, 但在混交林中, 由于林木稳定生长, 单株材积增大, 一般林木可长成较大的用材。如表 8 所示。混交林的胸径和树高生长一般都比纯林快, 这种效益在林地达到郁闭以后, 更加显著 (见图 3)。

表 8 混交林与纯林对林木生长的影响

标准地位置	树种组成	林 龄 (年)	初密度	郁闭度	平均树高 (米)	平均胸径 (厘米)	平 均 材 积 (米) ³ 单株/总	备 注
大板林场石灰大队 五家前山	落叶松+油松 +色树	17	1×1.5	0.8	5.97	7.5	0.0151/6.04	
		17			4.72	6.1	0.0092/20.70	
		17			6.17	6.67	0.010/15.75	
	油松纯林	17	1×1.5	0.6	4.72	5.46	0.0079/38.44	
大板林场樱桃沟	油松+色树	24	1×1.5	0.7	8.23	12.97	0.059/64.82	74.74
		24			3.55	3.57	0.0019/9.92	
	油松纯林	24	1×1.5	0.7	7.2	10.4	0.036/98.28	
周家店林场坤德	油松+色树	22	1×1.5	0.7	5.4	9.9	0.0260/36.4	48.1
		22			4.64	6.15	0.0078/11.7	
	油松纯林	22	1×1.5	0.7	5.47	8.25	0.0199/50.7	
建平省干旱所南大 山	油松+黄桦	19	1×1.5	0.9	4.5	6.1	0.0090/40.37	
	油松纯林	19	1×1.5	0.85	3.1	1.84	0.0063/42.87	
建平省干旱所南大 山	油松+柞树	19	1×1.5	0.65	3.8	5.1	0.0052	林木部分 受人为破 坏
					3.9	3.7	0.0031	
	油松纯林	19	1×1.5	0.8	3.5	4.8	0.0048	

从图中可见混交林的油松生长速度, 在造林 6—10 年后, 迅速加快, 这充分说明混交林所形成的生态条件, 对林木生长的积极影响, 这是由于不同树种种群间的相互作用所形成的良好结果。

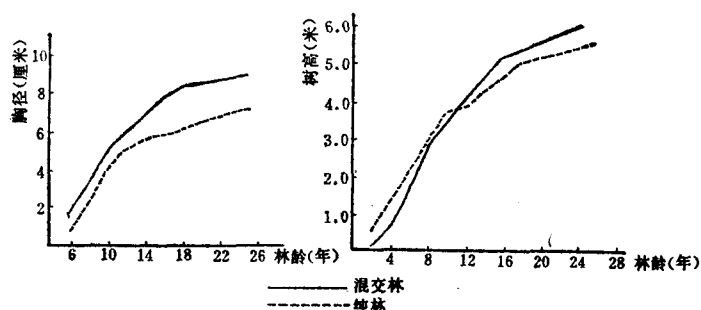


图 3 油松混交林与纯林生长曲线比较

总之, 通过以上调查材料分析说明, 在辽宁西部水土流失地区, 油松混交林无论在对土壤水分, 土壤理化性质以及对小气候的改善, 提高树木生长量和减少病虫害方面都比油松纯林要好。因此今后在辽西地区要大力发展针阔混交林。在土层较厚的地区可营造油松、柞树; 油松、色树; 油松、落叶松、色树; 油松、花曲柳混交林。在土层较薄地区可营造油松、侧柏; 油松、灌木(沙棘、紫穗槐、黄栌、锦鸡儿、胡枝子等)混交林, 对现有大面积油松纯林应有计划地进行带状或块状采伐, 栽植上述阔叶树种和灌木, 以便逐步改造为针阔混交林。

参 考 文 献

- 罗伟祥、韩恩贤、黄增兴 1981 油松光合作用测定。林业科技通讯(12):1—4。
Бодров. В. А. 1952 Выращивание дуба с Быстрорастущими породами. Лесное хозяйство (4): 4—7.
Чжао Жун-уй 1959 Про лісомеліоративні способи боротьби з ерозією В районі Канівських Дислокацій ВІСНИК НАУКИ 70—72.
四手井綱英 1963 アカマツ林の造成——基础上实际。地球出版 130—137。

STUDIES ON THE ECOLOGICAL BENEFIT OF THE MIXED FOREST OF CHINESE PINE WITH BROADLEAF TREES IN THE WEST PART OF LIAONING PROVINCE

ZHAO RONGHUI HU CHENGHAI KONG XIANGJUN GUO YINHUI

(Shenyang College of Agriculture)

This paper deals with the ecological studies on the comparison between the mixed forest of Chinese pine *Pinus tabulaeformis* Carr. with broadleaf trees and the pure Chinese pine forest. The result of our studies shows that in the soil erosion area of Western Liaoning Province of China the mixed forest of Chinese pine with broadleaf trees is superior to the pure Chinese pine forest not only in increasing its soil humidity, humus content and growth rate, but also in improving its microclimate to reduce the damage of diseases and pests.

Generally speaking, the soil humidity increases by 1—2% and the humus content by 0.5—76.4% in the mixed forest of Chinese pine with broadleaf trees. In the hot summer, the relative humidity of the mixed forest can reach 3—11%, contrarily the temperature decreases by 1—4°C. In addition, the damage of diseases and pests rarely occurs, and the growth rate of trees is increased due to the improvement of the microclimates in the mixed forest. It has been proved that the mixed forest of Chinese pine with oak gets the best benefit; the mixed patterns of Chinese pine-maple, Chinese pine-seabuckthorn, and Chinese pine-Chinese fustic chittam are not as well as the former; and the mixed pattern of Chinese pine-Chinese arborvitae is the worst.