

不同树种混交林及其纯林对土壤理化性质影响的研究*

邓仕坚 张家武 陈楚莹 高 虹 (中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

苏 勇 李锦芳 罗桂标 赖仲才 (广西国营六万林场, 玉林 537025)

【摘要】 对针阔混交林土壤理化性质的研究表明, 针阔混交林比针叶树纯林对土壤的改良作用要好, 它使土壤总孔隙度增加 2—19%, 水分含量增加 6—31%, 枯枝落叶年凋落量增加 2—200%, 土壤养分含量全 N、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、代换性 Ca、代换性 Mg 和腐殖质含量分别增加 45—75%、33—82%、55—85%、44—84% 和 37—46%。

关键词 土壤理化性质 针阔混交林 纯林

Effect of pure and mixed stands on soil physical and chemical properties. Deng Shijian, Zhang Jiawu, Chen Chuying, Gao Hong (*Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, Shenyang 110015*), Su Yong, Li Jinfang Luo Guibiao and Lai Zhongcai (*Liuwan State Forest Farm, Yulin 537025*). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 1994, 5(2): 126—132.

Studies on soil physical and chemical properties of mixed broadleaved and coniferous forests show that the improvement effect of mixed forest on soil is better than that of pure forest, under which, soil porosity is increased by 2—19%, soil moisture content by 6—31%, annual litter amount by 2—200%, total N by 45—75%, $\text{NH}_4\text{-N}$ by 33—82%, exchangeable Ca and Mg by 55—85% and 44—84% respectively, and humus content by 37—46%.

Key word Soil physical and chemical property, Mixed broadleaved and coniferous forest, Pure forest.

1 引 言

天然混交林大部分是经济价值低, 难以满足人类的需求, 以致于受到不合理的采伐利用, 代之以生产力和经济价值高的大面积人工纯林. 我国现有人工林面积达 $3333.3 \times 10^4 \text{ha}$ 左右. 北方多数栽植杨树类、松树类, 南方则是杉木、马尾松等适生树种. 由于大面积栽植纯林, 尤其是针叶树纯林, 其层次单一, 结构简单, 因而抗病、虫能力差, 同时导致地力衰退. 据中国科学院会同森林生态实验站 30 多年的研究表明, 连栽第 3 代杉木纯林林地土壤养分和杉木林生产力明显下降^[3]. 广西国营六万林场和国营博白林场, 每年用于防治马

尾松人工纯林病虫害的费用均不低于当年的造林成本, 浪费不少人力物力. 因此, 发展针叶树纯林的前景并不乐观, 这就需要人们从树木的生物学特性和生态学角度去改变林分的物种结构, 以建立起比人工纯林更复杂、更稳定的生态系统, 使林地土壤的理化性质向良性发展, 从而达到既维持林地的土壤养分良性循环, 又不降低林木生产力, 取得良好的生态效益和经济效益.

2 自然概况与研究方法

2.1 自然条件

本项试验在广西壮族自治区国营六万林场进行, 该地位于 $21^\circ 41' \text{N}$, $110^\circ 18' \text{E}$, 为低山丘陵地貌

* 广西林业厅科研基金资助项目.

1993 年 6 月 11 日收到, 8 月 25 日改回.

类型,海拔为 300—500m。土壤类型为红壤,土层厚达 1m 左右。天然植被为亚热带季雨林,以大戟科、无患子科、楝科、椴树科、橄榄科、桑科、豆科和藤黄科植物为主,林内优势树种不明显,板根和茎花现象显著,附生和藤本植物繁多,大叶草本和蕨类植物也很发达^[6]。气候为亚热带气候条件,雨量丰富。根据六万林场气象站 1982—1992 年 11 年的观察资料,5℃以上的积温为 7500℃·年⁻¹左右,日照时数 1373.6 h·年⁻¹,太阳辐射 317.7 KJ·cm⁻²·年⁻¹,平均气温 19.7℃,平均最高气温 25.0℃,平均最低气温 16.2℃,极端最高气温 35.7℃,极端最低气温-1.6℃,平均相对湿度 85%,降雨量 1596.4 mm·年⁻¹,蒸发量为 1169.6 mm·年⁻¹。平均降雨天数 159 天·年⁻¹,最长连续降雨天数为 26 天,最长连续无降雨天数为 34 天,日最大降雨量为 173.4 mm。无霜期为 348 天·年⁻¹。

2.2 样地

2.2.1 三合水 火力楠(*Michelia maclurei*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)纯林、混交林为 1978 年用 1 年实生苗人工栽植的同龄林,树木林龄为 15 年生。山坡林型,东南坡向,坡度为 25—30°,坡位为中下部。栽植后连续 3 年林地松土、除草,第 4、5 年改为刈草、砍灌、不松土。每个处理重复 3 次,每块处理的样地面积为 0.13 ha。

2.2.2 白坟岭 火力楠、马尾松(*Pinus massoniana*)纯林、混交林是 1936 年用 1 年实生苗人工栽植的同龄林,树木林龄为 56 年生。山坡林型,东南坡向,坡度为 30—35°,坡位为中上部。栽植后几十年来已人工择伐过 3 次,林下的灌木、草本植物大部分高达 1—1.5 m,灌木 2—3 m 高,均保持其自然状态。每个处理重复 2 次,每块处理的样地面积为 0.13 ha。

2.2.3 良宁 桐木(*Castanopsis eyrei*)、马尾松为异龄复层混交林和马尾松纯林。马尾松是 1956 年采用“一锄法”人工直播定植,林龄为 36 年生。桐木是 1967 年在马尾松林内株、行距之间用 1 年实生苗栽植,林龄为 26 年生。山坡林型,东北坡向,坡度为 25—30°,坡位为中部。每个处理重复 2 次,每块处理的样地面积为 0.13 ha。

3 种立地类型的 3 种混交林及其纯林都各自在相同的立地条件下,林木生长良好,混交比例为

5:5,混交林内的草本、灌木植物也生长旺盛,种类繁多,均保持其自然状态。

2.3 测定方法

2.3.1 土壤理化性质测定 土壤水分和土壤孔隙组成测定参见文献^[2,4,5]。

2.3.2 采样 连续 2 年 3 次重复在固定点用环刀取样,每层土壤每次重复取 3 个样,表 1、2 中的土壤水分和土壤孔隙度均为 9 次测定的平均值。

2.3.3 枯枝落叶的收集 在每块试验样地内安放 3 个枯枝落叶收集器,每月底收集枯枝落叶一次分类称重,本文所采用枯枝落叶数据为 6 年连续观测的平均值。

3 结果分析

3.1 土壤孔隙组成状况

经连续 2 年 3 次重复的测定结果表明(表 1),在各种林分中,土壤的容重从表层向下呈逐层增加的趋势,说明表层土壤较松,这与林地表面枯枝落叶累积量及其分解速度有关。针叶树纯林的土壤容重各林地土壤的平均值均比阔叶树纯林及其针阔混交林大,如三合水林地增加 0.13—0.11 mg·m⁻³;白坟岭林地增加 0.16—0.10 mg·m⁻³;良宁林地增加 0.05 mg·m⁻³。

从土壤总孔隙度和田间持水孔隙的组成来看,3 种立地类型中均是阔叶树纯林>针阔混交林>针叶树纯林的趋势。以上 2 种孔隙在同等的立地条件下各林地土壤平均值顺序分别为:三合水火力楠纯林和杉-火混交林比杉木纯林分别增加 8.99% 和 7.74%,12.33% 和 7.13%;白坟岭火力楠纯林和马-火混交林比马尾松纯林分别增加 10.72% 和 7.57%,1.90% 和 3.44%;良宁马-桐混交林比马尾松纯林分别增加 1.74% 和 4.41%。土壤的凋萎水孔隙与前面 2 种孔隙正好相反,3 种立地类型则是针叶树纯林>针阔混交林>阔叶树纯林的趋势,各林地土壤平均值顺序分别为:三合水杉木纯林比杉-火混交林和火力楠纯林

表 1 不同林分土壤孔隙组成

Table 1 Composition of soil pore space in different stands

地点 Site	林分类型 Stand	采样深度 Depth (cm)	土壤容重 Bulk density ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	总孔隙度 Total porosity (%)	凋萎水孔隙度 Wilting porosity (%)	田间持水孔隙度 Field moisture porosity (%)
三合水 Sanheshui	火力楠纯林 <i>Michelia maclurei</i> pure stand	0—10	0.97	62.69	8.34	45.28
		10—20	1.09	57.59	9.38	51.62
		30—40	1.14	57.14	10.86	42.86
		50—60	1.26	52.99	13.48	34.90
		平均 Mean	1.12	57.60	10.52	43.67
	杉-火混交林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> & <i>Michelia maclurei</i> mixed stand	0—10	0.98	62.71	8.58	43.21
		10—20	1.13	56.37	8.81	49.66
		30—40	1.16	56.72	11.68	39.48
		50—60	1.27	52.96	15.20	33.47
		平均 Mean	1.14	56.94	11.07	41.46
	杉木纯林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> pure stand	0—10	1.06	58.59	9.25	41.55
		10—20	1.28	51.15	11.52	45.21
		30—40	1.34	50.00	15.52	34.83
		50—60	1.33	51.64	16.55	33.21
		平均 Mean	1.25	52.85	13.21	38.70
白坟岭 Baifenling	火力楠纯林 <i>Michelia maclurei</i> pure stand	0—10	0.99	62.21	7.11	40.42
		10—20	1.22	54.48	11.82	41.79
		30—40	1.32	51.11	13.95	38.81
		50—60	1.35	50.37	14.63	37.92
		平均 Mean	1.22	54.54	11.88	39.74
	马-火混交林 <i>Pinus massoniana</i> & <i>Michelia maclurei</i> mixed stand	0—10	1.04	60.61	7.78	38.85
		10—20	1.24	53.90	11.05	43.18
		30—40	1.39	49.08	14.80	39.27
		50—60	1.43	48.38	15.64	35.30
		平均 Mean	1.28	52.99	12.32	39.15
	马尾松纯林 <i>Pinus massoniana</i> pure stand	0—10	1.16	56.55	9.35	40.65
		10—20	1.37	49.45	13.73	41.13
		30—40	1.49	45.02	18.10	39.34
		50—60	1.49	46.01	18.88	32.56
		平均 Mean	1.38	49.26	15.02	38.42
良宁 Liangning	马-桐混交林 <i>Pinus massoniana</i> & <i>Castanopsis eyrei</i> mixed stand	0—10	1.13	55.51	10.34	44.54
		10—20	1.33	49.24	12.52	39.37
		30—40	1.49	43.99	15.84	35.51
		平均 Mean	1.32	49.58	12.90	39.81
	马尾松纯林 <i>Pinus massoniana</i> pure stand	0—10	1.19	53.52	11.25	42.55
		10—20	1.37	48.88	13.70	39.02
		30—40	1.54	43.80	17.69	32.83
		平均 Mean	1.37	48.73	14.21	38.13

分别增加 19.33% 和 25.57%；白坟岭马尾松纯林比马-火混交林和火力楠纯林分别增加 26.43% 和 21.92%；良宁马尾松纯林

比马-桐混交林增加 10.16%；这种孔隙越少，表明土壤中可能吸持的无效水容量小，增加了土壤中有效水的贮存容量，而不能

被树木根系利用的水分占的比例小. 这是由于阔叶树纯林及其针阔混交林的土壤表面凋落物较多(表 4), 加之阔叶树凋落物的分解速度较快(火力楠的凋落物年分解率为 95%, 杉木的凋落物年分解率为 54%)^[3], 而当这些凋落物分解、腐烂后, 增加了土壤的腐殖质含量, 这样就有利于土壤团粒结构的形成, 增加了土壤的孔隙度, 进而增强了土壤的蓄水和通透能力.

3.2 土壤水分状况

土壤水分是土壤肥力的基本因素. 不同的土壤水分类型, 均受其相应土壤孔隙组成的影响. 不同树种的纯林及其混交林影响了土壤孔隙组成的变化, 导致不同类型水分含量的相应变化. 从表 2 可见, 每公顷土壤的有效贮水量, 3 种立地类型均以 0—10cm、10—20cm 这两层含水量较高. 土壤的毛管含水量、田间持水量、田间有效持水量和每公顷有效贮水量, 各立地类型都呈阔叶树纯林>针阔混交林>针叶树纯林的趋势. 就以上 4 种持水量或含水量来比较, 三合水火力楠纯林和杉-火混交林比杉木纯林分别增加 32.71%和 12.75%, 26.46%和 18.49%, 44.82%和 31.49%, 29.30%和 19.50%; 白坟岭火力楠纯林和马-火混交林比马尾松纯林分别增加 17.78%和 7.14%, 16.98%和 6.49%, 33.92%和 17.44%, 19.03%和 8.25%; 良宁的马-阔混交林除毛管含水量外, 其余 3 种均比马尾松纯林分别增加 8.52%、16.53%、12.44%. 土壤的凋萎含水量与其它几种水分比较, 结果正好相反, 其变化规律是针叶树纯林>针阔混交林>阔叶树纯林. 三合水分别增加 11.54%、6.53%; 白坟岭分别增加 12.12%、12.95%; 良宁增加 5.96%.

由于阔叶树林内凋落物的饱和吸水率平均比针叶树杉木、马尾松林内凋落物

的饱和吸水率增加 11—15%(表 3), 加之阔叶树纯林及其针阔混交林的年凋落量也比针叶树纯林(表 4); 如三合水林分分别增加 530.31%、200.26%; 白坟岭林分分别增加 11.84%、1.56%; 良宁林分增加 31.25%. 凋落物的饱和吸水量也是阔叶树纯林和针阔混交林比针叶树纯林高; 三合水林分分别增加 715.63%、261.95%; 白坟岭林分分别增加 26.55%、33.12%; 良宁林分增加 37.38%. 所以, 阔叶树纯林及其针阔混交林林内的凋落物多, 饱和吸水量大, 减少了地表迳流和地表蒸发的强度, 必然会增加土壤水分的含量.

总的来说, 阔叶树纯林和针阔混交林比针叶树纯林的土壤贮水、渗水和保水能力都强, 具有抵抗旱涝灾害和抗逆性强等优点.

3.3 土壤养分含量

土壤养分含量及其化学性质与土壤的水分含量和土壤的物理性质有着密切的关系, 主要表现在积累和分解上. 土壤的养分来源, 从广义上来说, 无疑有 4 种渠道: 一是土壤本身经微生物分解、矿化得到养分; 二是林地表面植物凋落物还原给土壤; 三是树木、草本植物等的根系及动物、昆虫的残体等留在土壤中; 四是人工施肥^[1]. 所以, 通过人为间接地对土壤进行改造, 即在同一土壤上进行轮栽轮作, 或栽植混交林等均可对土壤培肥. 试验表明, 混交林能增加林地表面凋落物的数量, 同时借助阔叶树的凋落物分解速度快的特点来增加土壤的养分, 改变林地生产力下降的不良生态特性, 促进林地养分的良性循环.

从表 5 可看出, 不管是阔叶树纯林还是针阔混交林, 除个别土壤剖面外, 它们的土壤养分含量都比马尾松纯林和杉木纯林高, 尤以土壤表层 0—20cm 较明显. $\text{NH}_4\text{-N}$ 、全 N、代换性 Ca、代换性 Mg 和腐殖质

表 2 不同林分土壤的水分状况

Table 2 Soil moisture condition in different stands

地点 Site	林分类型 Stand	采样深度 Depth (cm)	土壤含水量 Soil moisture content (D. W. g · kg ⁻¹)				有效贮 水量 Available reserved moisture (m ³ · ha ⁻¹)
			凋萎含 水量 Wilting moisture	毛管 含水量 Capillary moisture	田间持 水量 Field moisture	田间有效 持水量 Field available moisture	
三合水 Sanheshui	火力楠纯林	0—10	86.00	775.30	466.80	380.80	369.38
	<i>Michelia maclurei</i>	10—20	86.10	753.90	473.60	387.50	422.38
	Pure stand	30—40	95.30	462.20	369.20	273.90	312.38
		50—60	107.00	435.10	277.00	170.00	214.20
		平均 Mean	93.60	606.60	396.70	303.10	329.59
	杉-火混交林	0—10	87.50	644.20	440.90	353.40	346.33
	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	10—20	78.00	578.00	439.50	361.50	408.50
	& <i>Michelia maclurei</i>	30—40	100.70	434.40	340.30	239.60	277.94
	mixed stand	50—60	119.70	405.00	265.90	146.20	185.67
		平均 Mean	98.00	515.40	371.70	275.20	304.61
	杉木纯林	0—10	87.30	638.90	392.00	304.70	322.98
	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	10—20	90.00	459.90	353.20	263.20	336.90
	pure stand	30—40	115.80	376.50	259.90	144.10	193.09
		50—60	124.40	353.10	249.70	125.30	166.65
		平均 Mean	104.40	457.10	313.70	209.30	254.90
白坟岭 Baifenling	火力楠纯林	0—10	71.80	510.60	408.30	336.50	333.14
	<i>Michelia maclurei</i>	10—20	96.90	434.60	342.50	245.60	299.63
	pure stand	30—40	105.70	414.40	294.00	188.30	248.56
		50—60	108.40	394.30	280.90	172.50	232.88
		平均 Mean	95.70	438.50	331.40	235.70	278.55
	马-火混交林	0—10	74.80	482.50	373.60	298.80	310.75
	<i>Pinus massoniana</i>	10—20	89.10	435.80	332.10	243.00	301.32
	& <i>Michelia maclurei</i>	30—40	106.50	385.40	268.10	161.60	224.62
	mixed stand	50—60	109.40	291.70	232.90	123.50	176.61
		平均 Mean	95.00	398.90	301.70	206.70	253.33
	马尾松纯林	0—10	80.60	454.40	350.40	269.80	312.97
	<i>Pinus massoniana</i>	10—20	100.20	397.20	300.20	200.00	274.00
	pure stand	30—40	121.50	325.10	264.00	142.50	212.33
		50—60	126.70	312.60	218.50	91.80	136.78
		平均 Mean	107.30	372.30	283.30	176.00	234.02
良宁 Liangning	马-桐混交林	0—10	91.50	487.90	394.20	302.70	342.05
	<i>Pinus massoniana</i>	10—20	94.10	383.20	296.00	201.90	268.53
	& <i>Castanopsis eyrei</i>	30—40	106.30	280.50	238.30	132.00	196.38
	mixed stand	平均 Mean	97.30	383.90	309.50	212.20	268.99
	马尾松纯林	0—10	94.50	484.50	357.60	263.10	313.09
	<i>Pinus massoniana</i>	10—20	100.00	421.50	284.80	184.80	253.18
	pure stand	30—40	114.90	280.90	213.20	98.30	151.38
		平均 Mean	103.10	395.60	285.20	182.10	239.22

含量,3种立地类型的林分都是针叶树纯林含量低.就以上5种养分平均含量来说,三合水的杉-火混交林代换性Ca例外,其余

的火力楠纯林和杉-火混交林比杉木纯林分别增加5.58%和82.33%,85.71%和64.29%,34.19%,38.46%和50.77%,

52.60%和 39.33%;白坟岭火力楠纯林和马-火混交林比马尾松纯林分别增加 23.93%和 33.11%,75.00%和 75.00%,85.63%和 85.00%,109.23%和 84.62%,52.48%和 46.37%;良宁的马-桐混交林比马尾松纯林分别增加 41.87%,45.45%,54.75%,44.05%,37.04%。

4 结 论

4.1 杉-火混交林比杉木纯林总孔隙度和田间持水孔隙增加 7.74%和 12.33%,凋

萎水孔隙降低 19.33%,土壤水分含量增加 12—31%,枯枝落叶年凋落量增加 2 倍,饱

表 3 不同树种凋落物的吸水率

Table 3 Absorption water rate of litter of different species(%)

树 种 Tree species	凋落枝 Branch litter	凋落叶 Leaf litter	平 均 Average
杉 木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	107.18	136.23	121.71
火力楠 <i>Michelia maclurei</i>	106.77	173.53	140.15
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	81.93	161.59	121.76
桐木 <i>Castanopsis eyrei</i>	103.95	166.47	135.21

表 4 不同林分的年凋落物量和饱和吸水量

Table 4 Annual litterfall and their absorption water in different stands(kg·ha⁻¹·yr⁻¹)

地点 Site	林分类型 Stand	凋落枝 Branch litter		凋落叶 Leaf litter		合计 Total	
		年凋落量 Annual litter	饱和吸水量 Absorption water	年凋落量 Annual litter	饱和吸水量 Absorption water	年凋落量 Annual litter	饱和吸水量 Absorption water
三合水 San- heshui	火力楠纯林 <i>Michelia maclurei</i> pure stand	51.16	54.62	2404.08	4171.80	2455.24	4226.42
	杉-火混交林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> & <i>Michelia maclurei</i> mixed stand	84.57	90.31	1085.04	1785.22	1169.61	1875.53
	杉木纯林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> pure stand	42.93	46.01	346.60	472.17	389.53	518.18
白坟岭 Bai-fen- ling	火力楠纯林 <i>Michelia maclurei</i> pure stand	2136.90	2281.57	3139.20	5447.45	5276.10	7729.02
	马-火混交林 <i>Pinus massoniana</i> & <i>Michelia maclurei</i> mixed stand	415.05	418.19	3253.45	5645.71	4791.10	8130.40
	马尾松纯林 <i>Pinus massoniana</i> pure stand	1902.45	1558.68	2814.98	4548.73	4717.43	6107.41
良宁 Liangning	马-桐混交林 <i>Pinus massoniana</i> & <i>Michelia maclurei</i> mixed stand	2300.12	2213.71	2950.15	4860.73	5250.27	7074.44
	马尾松纯林 <i>Pinus massoniana</i> pure stand	1650.08	1351.91	2350.12	3797.56	4000.20	5149.47

和吸水量增加 2.6 倍,土壤的养分含量增加 39—82%,土壤容重降低 0.11mg·m⁻³。

4.2 马-火混交林比马尾松纯林总孔隙度和田间持水孔隙增加 7.57%和 3.44%,凋萎水孔隙低 21.92%,土壤含水量增加 6—

17%,枯枝落叶年凋落量增加 2%,饱和吸水量增加 33%,土壤的养分含量增加 33—85%,土壤容重降低 0.10mg·m⁻³。

4.3 马-桐混交林比马尾松纯林总孔隙度和田间持水孔隙增加 1.74%和 4.41%,凋

表 5 不同林分土壤的养分含量

Table 5 Soil nutrient content in different stands

地点 Site	林分类型 Stand	采样深度 Depth (cm)	氨态氮 NH ₄ -N (g · kg ⁻¹ soil)	全氮 Total N (g · kg ⁻¹ soil)	代换性钙 Exchan- geable Ca (cmol (1/2Ca) · (kg ⁻¹ soil)	代换性镁 Exchan- geable Mg (cmol (1/2Mg) · (kg ⁻¹ soil)	腐殖质 含量 Humus (g · kg ⁻¹)
三合水 Sanheshui	火力楠纯林 <i>Michelia maclurei</i> pure stand	0—20	23.50	2.60	4.13	1.20	89.80
		20—40	22.70	2.60	3.60	0.67	77.00
		40—60	21.80	2.50	3.21	0.84	67.10
		平均 Mean	22.70	2.60	3.65	0.90	78.00
	杉-火混交林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> & <i>Michelia maclurei</i> mixed stand	0—20	42.00	2.20	3.10	1.50	75.50
		20—40	33.60	2.30	2.74	0.75	70.40
		40—60	42.00	2.50	2.14	0.69	67.60
		平均 Mean	39.20	2.30	2.66	0.98	71.20
	杉木纯林 <i>Cunninghamia lanceolata</i> pure stand	0—20	20.20	1.80	3.23	0.99	70.70
		20—40	21.80	1.30	2.64	0.60	46.20
		40—60	21.80	1.00	3.28	0.36	36.30
		平均 Mean	21.50	1.40	2.72	0.65	51.10
白坟岭 Baifenling	火力楠纯林 <i>Michelia maclurei</i> pure stand	0—20	48.30	2.30	3.64	2.16	109.90
		20—40	33.60	1.10	2.88	1.44	78.70
		40—60	31.50	0.70	2.40	0.48	51.00
		平均 Mean	37.80	1.40	2.97	1.36	79.90
	马-火混交林 <i>Pinus massoniana</i> & <i>Michelia maclurei</i> mixed stand	0—20	48.30	2.30	3.36	1.44	119.80
		20—40	42.00	1.20	2.64	1.20	59.70
		40—60	32.50	0.70	2.88	0.96	50.70
		平均 Mean	40.60	1.40	2.96	1.20	76.70
	马尾松纯林 <i>Pinus massoniana</i> pure stand	0—20	39.90	1.50	1.71	0.99	73.50
		20—40	31.50	0.60	1.59	0.72	46.50
		40—60	20.00	0.30	1.51	0.24	37.20
		平均 Mean	30.50	0.80	1.60	0.65	52.40
良宁 Liangning	马-桐混交林 <i>Pinus massoniana</i> & <i>Castanopsis eyrei</i> mixed stand	0—20	42.00	2.20	3.03	1.44	121.90
		20—40	33.60	1.90	2.88	1.20	89.80
		40—60	29.00	0.80	2.40	0.98	58.10
		平均 Mean	34.90	1.60	2.77	1.21	89.90
	马尾松纯林 <i>Pinus massoniana</i> pure stand	0—20	30.20	1.90	2.00	1.20	85.00
		20—40	23.50	0.70	1.93	1.08	62.20
		40—60	20.20	0.60	1.44	0.24	49.50
		平均 Mean	24.60	1.10	1.79	0.84	65.60

萎水孔隙低 10.16%，土壤含水量增加 8—16%，枯枝落叶年凋落量增加 31%，饱和吸水量增加 37%，土壤的养分含量增加 37—55%，土壤容重降低 0.05mg · m⁻³。

4.4 在红壤地区栽植针阔混交林，可以改变林地土壤固相颗粒的垒结状况，增加土壤的孔隙度，提高土壤的贮水和渗水能力，从而影响其水、气、养的相应变化。从长远看，针阔混交林对改善我国南部地区粘性大的红壤类型土壤的理化性质和土壤肥力

是有发展前途的。

参考文献

- [1] 于德清等. 1993. 种植牧草在白浆土改良中的作用. 应用生态学报, 4(1): 37—41.
- [2] 中国科学院南京土壤研究所. 1981. 土壤理化分析. 上海科学技术出版社, 上海.
- [3] 陈楚莹等. 1990. 改善杉木人工林的林地质量和提高生产力的研究. 应用生态学报, 1(2): 97—106.
- [4] 严昶升主编. 1988. 土壤肥力研究法. 农业出版社, 北京.
- [5] 崔勇等. 1984. 不同耕法对草甸黑土土体构型及其水、气、热状况的调节作用. 土壤肥力研究文集. 辽宁科学技术出版社, 沈阳, 84—89.
- [6] 廖文新等. 1978. 广西自然地理知识. 广西人民出版社, 南宁, 31—86.