

北亚热带高山区日本落叶松幼龄林施肥技术的研究

孙晓梅¹, 张守攻^{*}, 祁万宜², 张鲜艳³, 王军辉¹

(1 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091;

2 湖北宜昌市林业科学研究所, 湖北 宜昌 443111;

3. 湖北宜昌市大老岭林场, 湖北 宜昌 443111)

摘要: 对“八五”期间设置在湖北大老岭林场的日本落叶松幼龄林进行了施肥试验, 研究了不同施肥量、不同 N、P 配比、不同施肥次数及其交互作用对日本落叶松幼林及其后续生长的影响。结果表明: 在本试验条件下, 不同施肥量对日本落叶松幼龄林的生长影响不显著; N、P 比不同对施肥后 3 年内的日本落叶松生长量有显著影响, 各生长量随 N 肥施用比例的减少、P 肥比例的增加而呈下降趋势, 至 1998 年(12 年生), N、P 比为 1:0 的高、径、材积分别比 N、P 比为 1:1 的提高 5.79%、6.58% 和 19.38%; 施肥次数对日本落叶松生长的影响很小, 与 1 次施肥相比, 2 次施肥既起不到增产效果, 又增加了营林成本。施肥量为 25g·株⁻¹、仅施 N 肥并 1 次施入的各年生长量均显著高于其它多数组合, 其胸径、树高和材积生长量分别比其它处理提高 16.7%、9.7% 和 26.2%, 增产效果显著。

关键词: 日本落叶松; 幼龄林; 施肥效应; 生长量

中图分类号: S791.223

文献标识码: A

Fertilization of Juvenile *Larix kaempferi* for Northern Sub-tropical Alpine Area

SUN Xiaomei¹, ZHANG Shou-gong^{*}, QI Wan-yi², ZHANG Xian-yan³, WANG Jun-hui¹

(1 Research Institute of Forestry, CAF; Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China

2 Yichang Research Institute of Forestry, Yichang 443111, Hubei, China

3 Dalaoling Forestry Farm, Yichang City, Yichang 443111, Hubei, China)

Abstract The influence of amounts, ratios of N, P fertilizer and times of fertilization and their interactions on juvenile *Larix kaempferi* growth was studied based on the experimental fertilization forest of 4 × 3 × 2 set up during Eighth Five-year-plan period in Dalaoling Forestry Farm, Hubei Province. The results showed that different amounts of fertilization insignificantly affected the growth of *Larix kaempferi*. Differences in tree growth among 3 ratios of N, P fertilizer were significant with in 3 years after fertilization. Growth decreased with the proportion of N fertilizer increasing and P fertilizer decreasing. By year 1998, the DBH, tree height and volume of B₁ (the ratio of N, P fertilizer, 1:0) was 5.79%、6.58% and 19.38% respectively higher than that of B₃ (the ratio of N, P fertilizer, 1:1). Times of fertilization affected the growth insignificantly, and the growth of 2 times fertilization was lower than that of one-time fertilization. A₁B₁C₁ fertilization combined method, namely 25 g

收稿日期: 2006-08-10

基金项目: 国家“十五”攻关子课题“落叶松优良品种选育及培育技术”(2002BA515B0401)和国家“十一五”科技支撑课题(2006BAD24B06)

作者简介: 孙晓梅(1968—), 女, 博士, 副研究员, 主要从事落叶松良种选育技术的研究。

* 通讯作者, 博士生导师, 研究员, 主要研究方向: 森林培育和林木生物技术。

fertilization amount all N fertilizer and one-time fertilization, was recommended for short rotation industrial plantation of *L. kaempferi* in northern sub-tropical alpine area of which diameter, height and volume at 12-year-old was 16.7%、9.7% and 26.2% respectively higher than that of other average.

Key words *Larix kaempferi* juvenile, fertilization, growth

随着世界范围内木材短缺及短轮伐期工业用材林的规模发展, 以及全树利用经营理念的出现, 林木施肥正成为工业用材林培育的一项必不可少的基础技术措施, 也是防止地力衰退、维持长期稳定的地力和养分平衡的有效途径。我国从 20 世纪 70 年代中期开始进行林木施肥试验, 涉及树种包括马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.)、杨树、桉树、杉木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)、湿地松 (*P. elliotii* Engelm.) 等^[1-7]。落叶松作为我国重要的针叶用材树种, 也相继开展了相关方面的研究^[8-15], 但因立地、树种、林龄、施肥量、种类、方法和时间等因素的不同, 施肥效应各异。日本落叶松 (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr) 适生范围广, 早期速生, 产量高, 材质好。20 世纪 50 年代末日本落叶松在三峡地区首次引种成功, 20 世纪 80 年代在世界银行林业贴息贷款项目和国家长防林项目的支持下, 开始大面积营建速生丰产林, 引种区域不断向周围各省区扩大, 以 1 500~ 2 100 m 的高海拔山区为主栽区, 北亚热带高山区正成为我国新的日本落叶松用材林基地^[16]。因此, 课题组针对该区大面积引种日本落叶松急需解决的栽培技术问题, 在“八五”期间设置了幼、中龄林施肥试验, 研究不同施肥量、不同氮磷配比、不同施肥次数、及其交互作用对日本落叶松生长的影响, 以期为该科学经营落叶松用材林提供依据。

1 试验地概况

试验林设在西陵峡北岸的宜昌市国有大老岭林场夹槽施业区。大老岭林场地处我国地貌第二级台阶的东缘, 属大巴山系荆山余脉, 与江南武陵山余脉相对应。气候属北亚热带季风气候区, 年均气温 8℃, 最低气温 -15℃, 最高气温 30℃。全年无霜期 180 d 左右, 年降水量 1 400~ 1 600 mm, 年均相对湿度 85%, 气候条件与日本落叶松原产地十分相似。

试验地位于 31°05'11"N, 110°58'55"E, 海拔

1 700 m; 坡度 20°, 南坡, 山上部。造林前为天然阔叶树混交林的采伐迹地, 天然阔叶树以锥栗 (*Castanea henryi* (Skan) Rehd. et Wils.)、茅栗 (*C. seguinii* Dode)、光皮桦 (*Betula lumifera* H. Winkl.)、大叶杨 (*Populus sibirica* Oliv.) 等为主, 林下植物以天然盐肤木 (*Rhus chinensis* Mill.)、宜昌木姜子 (*Litsea ichangensis* Gamble) 和箬竹 (*Indocalamus longiauritus* Hand-Mazz.)、卵果蔷薇 (*Rosa helenae* Rehd. et Wils.)、大丁草 (*Leibnitzia anandria* (L.) Nakai) 和蕨类等植物为主。林地土壤为花岗岩风化形成的山地黄棕壤。土层厚达 90 cm, 腐殖质层厚 20.0 cm, 无侵蚀现象, 覆盖度较高。试验林地土壤养分状况见表 1。

表 1 日本落叶松幼龄林施肥前林地土壤养分状况

土层	pH 值	g · kg ⁻¹			阳离子交换量 cmol(+) · kg ⁻¹	
		有机质	全 N	全 P		
A	5.8~6.4	7.616 4	0.330 6	0.044 6	0.717 5	19 180 8
B	6.4	5.024 9	0.199 2	0.034 7	0.844 9	12 600 6
C	6.4	1.533 0	0.066 2	0.030 8	0.907 7	13 281 5

2 研究方法

2.1 试验设计

1990 年春用 3 年生日本落叶松苗营造试验林, 穴状整地, 面积 1 hm²。施肥试验采用 4 × 3 × 2 析因设计, 共 24 个处理, 3 次重复。单株施肥量分为 0(A₀)、25(A₁)、50(A₂)、75 g(A₃) 4 种; N、P 配比为 1:0(B₁)、2:1(B₂)、1:1(B₃) 3 种; 施肥次数分为 1 次(C₁)和 2 次(C₂) (表 1), 第 1 次施肥时间为 1992 年 5 月 20 日, 第 2 次为 1993 年 5 月 27 日。各处理的单株施肥量、N、P 比、商品 N、P 肥施用量等详见表 2。在每株树穴 4 个方向距树木 0.5 m 处挖长 0.6~1.0 m、宽 8 cm、深 10~15 cm 的沟, 将肥料均匀散在 4 条沟内, 用土盖严。每处理隔行施肥, 每行施 9 株, 处理间留 1 株树作为隔离行。区组沿等高线设置, 同一区组内各处理随机排列。

表 2 日本落叶松幼龄林施肥的 24 个处理

序号	处理	施肥量 ^① /(g·株 ⁻¹)	N:P比	次数/次	N用量 ^② /(g·株 ⁻¹)	P用量 ^② /(g·株 ⁻¹)	N、P总量/(g·株 ⁻¹)
1	A ₀ B ₁ C ₁	0	1:0	1	0.0	0.0	0.0
2	A ₀ B ₁ C ₂	0	1:0	2	0.0	0.0	0.0
3	A ₀ B ₂ C ₁	0	2:1	1	0.0	0.0	0.0
4	A ₀ B ₂ C ₂	0	2:1	2	0.0	0.0	0.0
5	A ₀ B ₃ C ₁	0	1:1	1	0.0	0.0	0.0
6	A ₀ B ₃ C ₂	0	1:1	2	0.0	0.0	0.0
7	A ₁ B ₁ C ₂	25	1:0	2	13.6	41.7	55.3
8	A ₁ B ₁ C ₁	25	1:0	1	27.2	83.3	110.5
9	A ₁ B ₂ C ₂	25	2:1	2	18.1	27.8	45.9
10	A ₁ B ₂ C ₁	25	2:1	1	36.2	55.6	91.8
11	A ₁ B ₃ C ₂	25	1:1	2	27.2	0.0	27.2
12	A ₁ B ₃ C ₁	25	1:1	1	54.3	0.0	54.3
13	A ₂ B ₁ C ₁	50	1:0	1	108.7	0.0	108.7
14	A ₂ B ₁ C ₂	50	1:0	2	54.3	0.0	54.3
15	A ₂ B ₂ C ₁	50	2:1	1	72.5	111.1	183.6
16	A ₂ B ₂ C ₂	50	2:1	2	36.2	55.6	91.8
17	A ₂ B ₃ C ₁	50	1:1	1	54.3	166.7	221.0
18	A ₂ B ₃ C ₂	50	1:1	2	27.2	83.3	110.5
19	A ₃ B ₁ C ₂	75	1:0	2	40.8	125.0	165.8
20	A ₃ B ₁ C ₁	75	1:0	1	81.5	250.0	331.5
21	A ₃ B ₂ C ₂	75	2:1	2	54.3	83.3	137.6
22	A ₃ B ₂ C ₁	75	2:1	1	108.7	166.7	275.4
23	A ₃ B ₃ C ₂	75	1:1	2	81.5	0.0	81.5
24	A ₃ B ₃ C ₁	75	1:1	1	163.0	0.0	163.0

注: ①施肥量为 N 和 P 肥的净含量; ②N 和 P 为商品肥的用量, 商品 N 肥为含 N 量 460 g·kg⁻¹ 的尿素、P 肥为含 P 量 150 g·kg⁻¹ 的过磷酸钙。

2.2 林分调查及统计分析方法

1991 年秋季进行施肥前生长量调查, 1992—1994 年和 1998 年 10 月树木停止生长后进行每木检尺, 测定树高、当年高、地径和胸径生长量, 并统计各小区保存率和生长量。方差分析采用 SAS/STAT 6.12 软件中 PROC ANOVA 过程计算^[17], 并利用 LSD 多重比较方法研究施肥量、N、P 配比及施肥次数对日本落叶松幼林生长的影响。

3 结果与分析

3.1 施肥前小区生长量分析

从表 3 可以看出, 施肥前各小区生长量差异不显著, 说明在实施施肥处理前各小区生长基本一致。

表 3 施肥前 (1991 年调查数据) 各施肥小区生长量的方差分析结果

生长量	变异来源	自由度	平方和	方差	F 值	Pr>F
H	施肥量	3	0.058 8	0.019 6	0.88	0.458 5
	N:P 比	2	0.084 4	0.042 2	1.88	0.160 1
	施肥次数	1	0.061 8	0.061 8	2.76	0.101 4
D _地	施肥量	3	0.175 0	0.058 3	0.62	0.603 8
	N:P 比	2	0.008 6	0.004 3	0.05	0.955 2
	施肥次数	1	0.125 0	0.125 0	1.33	0.252 8

3.2 各种施肥处理对日本落叶松生长的影响

为了研究不同施肥量, 不同 N、P 比, 施肥次数及其互作效应对日本落叶松幼龄林生长的影响, 对各年生长量数据进行方差分析, 结果见表 4。施肥量除了对施肥当年 (1992 年) 新梢生长影响显著外, 对后续各年生长量的影响均不显著; 施肥 N、P 比对施肥当年树高生长、新梢生长影响极显著, 对 1993

年径生长, 1994 年高、径生长影响显著, 对 1998 年生长量影响不显著; 施肥次数除了对 1994 年高生长有显著影响外, 对其余各年生长量影响均不显著; 除 1992 年施肥量与 N、P 比的交互作用对当年新梢生长影响显著外, 其余各处理交互作用的影响均不显

著。此外, 施肥效应首先反映在高生长 (尤其在当年高生长), 其次是径生长, 随着年龄的增加, 施肥效应逐渐消失, 至 1998 年时各种施肥处理对各生长量的影响均不显著。

表 4 日本落叶松不同施肥处理各年生长量的方差分析结果

生长量	变异来源	自由度	6 年生 (1992 年) ^③		7 年生 (1993 年)		8 年生 (1994 年)		12 年生 (1998 年)	
			F 值	Pr>F	F 值	Pr>F	F 值	Pr>F	F 值	Pr>F
H	施肥量 (A)	3	0.93	0.4313	1.35	0.2679	0.66	0.5792	0.35	0.7912
	NP 比 (B)	2	5.29	0.0077	2.11	0.1320	1.01	0.3724	0.81	0.4528
	施肥次数 (C)	1			0.07	0.7922	3.10	0.0844	0.25	0.6208
	A × B	6	1.33	0.2581	0.85	0.5356	1.01	0.4311	0.21	0.9732
	A × C	3			0.52	0.6712	0.12	0.9477	0.16	0.9195
	B × C	2			1.76	0.1831	0.92	0.4064	0.27	0.7681
	A × B × C	6			0.64	0.6956	1.51	0.1937	0.23	0.9647
	H _{新梢} / V ^①									
D _地 ^② / D _{1.3}	施肥量 (A)	3	3.27	0.0273	1.93	0.1376	0.66	0.5792	0.28	0.8407
	NP 比 (B)	2	6.45	0.0029	0.94	0.3971	1.01	0.3724	1.62	0.2091
	施肥次数 (C)	1			2.59	0.1140	3.10	0.0844	0.76	0.3883
	A × B	6	2.55	0.0290	0.99	0.4429	1.01	0.4311	0.67	0.6777
	A × C	3			1.11	0.3538	0.12	0.9477	0.56	0.6410
	B × C	2			1.69	0.1954	0.92	0.4064	1.72	0.1906
	A × B × C	6			1.07	0.3956	1.51	0.1937	1.01	0.4317
	D _地 ^② / D _{1.3}	施肥量 (A)	3	1.46	0.2349	0.46	0.7110	0.30	0.8222	0.74
NP 比 (B)		2	0.69	0.5038	3.47	0.0391	3.20	0.0495	0.78	0.4631
施肥次数 (C)		1			0.17	0.6777	0.09	0.7636	0.25	0.6167
A × B		6	0.89	0.5114	1.47	0.2099	0.78	0.5864	0.69	0.6614
A × C		3			0.43	0.7341	0.20	0.8961	0.64	0.5925
B × C		2			2.67	0.0793	2.17	0.1252	2.71	0.0768
A × B × C		6			1.03	0.4192	0.82	0.5566	1.07	0.3938

注: ① 1998 年数据为材积, 其余各年为当年高生长; ② 1992 年数据为地径, 其余各年为胸径; ③ 因 1992 年生长量为第 1 次施肥当年的调查数据, 所以变异来源中不含施肥次数。

3.3 施肥量对日本落叶松生长的影响

施肥当年 A₀ (不施肥对照) 的当年高生长显著高于其它 3 种施肥量处理 (表 5), 这可能是由于日本落叶松根系浅, 挖沟施肥时造成根系机械损伤, 影响了当年高生长, 而施肥量对其它各年生长量的影

响不显著, 可能与试验林所在立地的条件较好有关, 本试验林设在以阔叶林为主的天然次生林采伐迹地上, 腐殖层厚约 60 cm, 土壤疏松肥沃, 有利于日本落叶松幼林的生长。

表 5 不同施肥量对日本落叶松生长量的影响及 LSD 多重比较结果^①

施肥量 / (g 株 ⁻¹)	6 年生 (1992 年)			7 年生 (1993 年)			8 年生 (1994 年)			12 年生 (1998 年)		
	H / m	H _{当年} / m	D _地 / cm	H / m	H _{当年} / m	D _{1.3} / cm	H / m	H _{当年} / m	D _{1.3} / cm	H / m	D _{1.3} / cm	V / m ³
0 (A ₀)	2.09	96.07 a	2.68	2.98	90.17	2.67	3.92	99.06	4.31	8.30	8.85	0.0258
25 (A ₁)	2.05	91.98 ab	2.85	2.92	87.56	2.66	3.93	103.28	4.19	7.98	8.81	0.0251
50 (A ₂)	2.00	88.31 b	2.87	2.84	83.43	2.52	3.82	102.33	4.15	8.25	8.49	0.0244
75 (A ₃)	2.06	88.04 b	2.92	2.89	5.24	2.60	3.88	100.94	4.18	8.12	8.57	0.0241

注: ① 只对差异显著的生长量进行多重比较结果标注, 字母相同表示差异不显著, 下同。

3.4 不同 N、P 比对日本落叶松生长的影响

日本落叶松幼龄林不同 N、P 比 4 种处理 (含未施肥 A₀ 对照) 各年生长量和 LSD 多重比较结果见表 6。由前面的分析已知, N、P 比对施肥当年树高生

长、新梢生长影响极显著, 对 1993 年胸径、1994 年树高和胸径生长影响显著, 又据 LSD 多重比较结果, B₁ (N、P 比为 1:0) 对生长量的影响显著高于 B₃ (N、P 比为 1:1), 1998 年 B₁ 的高、径、材积生长量分别比

B₃提高 5.79%、6.58% 和 19.38%。说明适量施入 N 肥对促进该区日本落叶松生长有一定的作用,只施用 P 肥不仅不能促进生长,反而会产生负效应。

表 6 不同 N、P 比对日本落叶松各年生长量的影响及 LSD 多重比较结果

N/P	6年生(1992年)			7年生(1993年)			8年生(1994年)			12年生(1998年)		
	H/m	H _{新梢} /m	D _地 /cm	H/m	H _{新梢} /m	D _{1.3} /cm	H/m	H _{新梢} /m	D _{1.3} /cm	H/m	D _{1.3} /cm	V/m ³
E 0(B ₁)	2.12 a	0.94 a	2.94 a	2.97 a	0.88	2.79 a	3.98 a	1.03	4.42 a	8.40	8.91	0.027 1 a
Z 1(B ₂)	2.05 ab	0.90 ab	2.92 a	2.91 ab	0.87	2.60 ab	3.93 a	1.02	4.12 ab	8.01	8.59	0.023 9 ab
E 1(B ₃)	1.94 b	0.84 b	2.77 ab	2.77 b	0.85	2.38 b	3.73 b	1.03	3.98 b	7.94	8.36	0.022 7 b
A ₀	2.09 a	0.96 a	2.68 b	3.00 a	0.90	2.67 a	3.92 a	0.99	4.31 ab	8.30	8.85	0.025 8 ab

注: A₀表示单株施肥量为 0

3.5 施肥次数对日本落叶松生长的影响

LSD 多重比较结果(表 7)表明,施肥次数对各年生长量影响不显著,而且 1 次施肥的生长量均高

于 2 次施肥的生长量,这可能是因为多施 1 次肥增加了根系的损伤,或者是多施 1 次肥破坏了土壤原有的养分平衡,致使营养过剩,产生负效应。

表 7 不同施肥次数的各年生长量及 LSD 多重比较结果

施肥次数/次	7年生(1993年)			8年生(1994年)			12年生(1998年)		
	H/m	H _{新梢} /m	D _{1.3} /cm	H/m	H _{新梢} /m	D _{1.3} /cm	H/m	D _{1.3} /cm	V/m ³
1	2.91	88.02	2.62	3.95	104.26	4.20	8.20	8.66	0.025 2
2	2.86	82.81	2.57	3.81	100.11	4.14	8.03	8.59	0.023 9

注:因 1992 年为第 1 次施肥,表内未列入该年数据。

3.6 最佳施肥组合的选择

从表 8 可以看出,施肥组合 8(A₁B₁C₁, 即施肥量为 25 g·株⁻¹,全部为 N 肥,施肥 1 次)的各年生长量均显著高于其它多数组合的生长量,其胸径、树高和材积分别比其它平均生长量提高 16.7%、

9.7% 和 26.2%; 其次为组合 13(A₂B₁C₁, 即施肥量为 50 g 全部为 N 肥,施肥 1 次),其胸径、树高和材积分别比其它平均生长量提高 14.1%、14.0% 和 26.0%,增产效果显著。

表 8 日本落叶松幼龄林不同施肥处理的各年生长量

处理序号	6年生(1992年)			7年生(1993年)			8年生(1994年)			12年生(1998年)		
	H/m	H _{新梢} /m	D _地 /cm	H/m	H _{新梢} /m	D _{1.3} /cm	H/m	H _{新梢} /m	D _{1.3} /cm	H/m	D _{1.3} /cm	V/m ³
1~6	2.09	96.07	2.68	3.00	90.17	2.67	3.92	99.06	4.31	8.30	8.85	0.025 8
7	2.20	105.07	2.70	3.03	84.33	2.77	4.00	98.33	4.30	7.70	8.30	0.020 9
8	2.26	102.27	3.33	3.13	101.03	3.50	4.29	105.67	5.17	8.57	9.87	0.032 8
9	2.05	92.97	2.67	2.93	85.33	2.43	3.87	97.67	3.93	7.97	8.70	0.024 3
10	2.05	93.87	2.77	2.90	79.33	2.43	3.89	106.00	4.00	7.97	8.80	0.025 1
11	1.84	79.23	2.83	2.72	88.33	2.43	3.81	107.00	4.03	7.80	8.90	0.025 1
12	1.89	78.47	2.80	2.79	87.00	2.37	3.74	105.00	3.73	7.87	8.27	0.022 4
13	2.11	94.17	3.03	3.07	86.33	2.87	4.03	107.00	4.50	9.00	9.57	0.032 7
14	1.96	80.23	2.73	2.70	81.00	2.27	3.67	96.33	3.97	8.20	7.97	0.023 2
15	2.01	87.17	2.87	2.83	86.33	2.47	3.87	100.00	4.13	8.10	8.20	0.022 7
16	2.07	89.00	3.20	3.00	87.93	2.93	4.00	101.67	4.37	8.20	9.03	0.025 8
17	1.84	88.60	2.73	2.60	83.33	2.10	3.72	108.67	3.80	8.07	8.10	0.021 5
18	2.02	90.67	2.67	2.83	75.67	2.50	3.62	100.33	4.13	7.93	8.10	0.020 7
19	1.96	83.20	2.67	2.80	81.33	2.53	3.71	102.33	4.03	8.33	9.00	0.026 7
20	2.23	98.37	3.20	3.07	93.00	2.83	4.19	103.67	4.57	8.60	8.77	0.026 2
21	2.10	96.33	3.03	2.83	80.33	2.77	3.83	93.33	4.23	8.03	8.83	0.025 0
22	2.02	82.30	3.00	2.93	93.67	2.57	4.11	111.67	4.03	7.77	8.00	0.020 3
23	2.05	89.40	2.70	2.87	81.00	2.47	3.72	104.00	4.30	8.07	8.43	0.023 1
24	2.00	78.67	2.90	2.83	82.13	2.43	3.74	90.67	3.90	7.90	8.37	0.023 5

4 结论与讨论

施肥当年容易造成日本落叶松幼苗根系的机械损伤, 显著影响当年高生长。除此之外, 不同施肥量在本试验条件下对日本落叶松幼龄林生长的影响不显著。这是因为该试验林位于我国北亚热带大巴山系荆山余脉, 该区自然条件十分优越, 年降水量大、年温差小、热量低, 气候条件与日本落叶松原产地十分相似; 该区植物种类丰富, 覆盖度较高, 腐殖质层厚达 20 0 cm, 表土疏松, 富含有机质, 土壤中的养分能够满足日本落叶松幼林生长的需要。因此, 建议在该区营造一代日本落叶松人工林不需要进行幼林施肥。

不同 N、P 比对日本落叶松幼林施肥后 3 年内的生长量有显著影响, B₁ (N、P 比为 1: 0) 生长量显著高于 B₃ (N、P 比为 1: 1), 此后肥效消失。各生长量随着 N 肥施用比例的减少、P 肥比例的增加而呈下降趋势, 到 1998 年时 B₁ 的高、径、材积分别比 B₃ 提高 5. 79%、6. 58% 和 19. 38%, 说明该立地条件下对日本落叶松生长起决定作用的是 N 肥, 而 P 肥对生长起抑制作用。这与董健等^[8-9]在辽宁地区日本落叶松中、近熟林的研究结果一致, 而周利勋等^[10]对落叶松幼林施肥的研究结果认为, 3 年生落叶松生长与 P 元素关系密切, 同时应配合一定量的 N、K、Ca。因此, 落叶松幼林施肥应因地制宜, 其肥效不仅取决于林木生长对养分的需求, 还决定于林地养分的实际水平。

施肥次数对日本落叶松生长的影响很小, 2 次施肥既增加营林成本, 又起不到增产效果, 生长量反而比 1 次施肥的低。这可能与多施 1 次肥增加了根系的损伤, 同时还破坏了土壤原有的养分平衡, 影响幼林生长。这与李贻铨等^[4]、董健等^[8-9]所得的结论一致。

施肥组合 8 (A₁B₁C₁, 即施肥量为 25 g·株⁻¹, 全部为 N 肥, 施肥 1 次) 的日本落叶松各年生长量

均显著比其它多数组合的生长量高, 其胸径、树高和材积分别比其它生长量提高 16. 7%、9. 7% 和 26. 2%, 增产效果显著。

参考文献:

- [1] 胡炳堂, 洪顺山, 蔡宏明, 等. 马尾松幼林施肥持续 8 年的生长效应 [J]. 林业科学研究, 2000, 13 (3): 286~ 289
- [2] 洪顺山, 胡炳堂, 黄小勤, 等. 湿地松幼林施肥五年生长反应 [J]. 林业科学研究, 1997, 10 (6): 624~ 628
- [3] 吴立潮, 胡日利, 吴晓英, 等. 杉木中龄林施肥效应与效益研究 [J]. 中南林学院学报, 1997, 17 (3): 1~ 7
- [4] 李贻铨, 张建国. 杉木幼林施肥肥效与增益持续性研究 [J]. 林业科学研究, 1996 9 (专刊): 18~ 26
- [5] 谌红辉, 温恒辉. 马尾松人工幼林施肥肥效与增益持续性研究 [J]. 林业科学研究, 2000 13 (6): 652~ 658
- [6] 陈少雄. 不同施肥措施对桉树优势高生长的影响 [J]. 桉树科技, 1994 (2): 15~ 19
- [7] 李贻铨, 陈道东, 徐清彦, 等. 整地施肥对 I-69 杨人工林生长效应研究 [J]. 林业科学研究, 1990, 3 (5): 434~ 440
- [8] 董健, 尤文忠, 范俊岗, 等. 日本落叶松近熟林施肥效应 [J]. 东北林业大学学报, 2002 30 (3): 8~ 12
- [9] 董健. 日本落叶松中龄林施肥效应研究 [J]. 辽宁林业科技, 2000 (1): 6~ 11
- [10] 周利勋, 刘广平, 王金波. 落叶松人工林的施肥效应 [J]. 东北林业大学学报, 2004 32 (2): 16~ 18
- [11] 吴耀先, 宋德利, 王永祥, 等. 落叶松人工中幼林施肥试验及效益分析 [J]. 辽宁林业科技, 1996 (5): 13~ 16
- [12] 宋平, 王殿文, 刘志. 落叶松人工幼林施肥技术研究 [J]. 防护林科技, 2002 53 (4): 22~ 24
- [13] 易咏梅, 谢忠华, 章定清, 等. 日本落叶松幼龄林复合肥施肥效应 [J]. 华中农业大学学报, 2000, 19 (5): 446~ 449
- [14] 易咏梅, 杨兰芳, 彭锦云, 等. 日本落叶松纤维材幼林施肥效应研究 [J]. 华中农业大学学报, 2001, 20 (4): 391~ 394
- [15] 易咏梅, 谢忠华, 章定清, 等. 日本落叶松矿柱材幼龄施肥长期效应 [J]. 华中农业大学学报, 2002, 21 (3): 231~ 234
- [16] 田志和, 董健, 王喜武, 等. 日本落叶松育林学 [M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1995
- [17] 高惠璇. SAS 系统 SAS/STAT 软件使用手册 [M]. 北京: 中国统计出版社, 1997