

## 不同群体马尾松核型分化式样\*

方永鑫 陆震

(上海师范大学, 生物系, 上海)

马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.) 是我国分布最广, 数量最多的一个树种。近年来对马尾松核型做了不少研究<sup>[1-4]</sup>, 但结果不尽一致。究其原因: 一是取材产地和方法不同, 有从单株上取材<sup>[2]</sup>, 有从多株混合种子作试材<sup>[3, 4]</sup>; 二是取材产地局限。马尾松分布南自广西南部, 东至福建东北部, 西到四川东部大相岭东坡, 北达安徽大别山以南及陕西汉水流域以南, 沿海长江中下游分布在海拔700米以下, 在西部地区可达海拔1500米以上<sup>[5]</sup>。在这样广阔的分布区, 仅用1个或几个产地材料, 无法对马尾松核型作出一个比较全面的分析和比较。本文从全国7个省16个不同产地马尾松群体中取材, 进行核型分析, 并以染色体相对长度、臂比、形态指数等指标, 应用数值分类方法对马尾松核型在群体间和群体内的分化式样作了分析和讨论。

### 材料和方法

材料分别取自马尾松主要分布区的7省16个产地自由授粉的马尾松天然林种子(称群体), 不同群体的产地概况见表1。

种子萌发的根尖, 用0.15%秋水仙碱预处理5小时。甲醇—冰乙酸(3:1)固定20小时, 1N盐酸解离, 铁矾—苏木精染色, 压片镜检, 染色体分类按Levan等<sup>[10]</sup>。

每个群体选出5个细胞作核型分析。计算染色体相对长度(TL), 长臂相对长度(LL), 短臂相对长度(SL), 臂比(L/S), 形态指数(SL/LL×TL)<sup>8</sup>作为统计指标(表4), 16个不同群体作为样本(OTU's)进行聚类。采用模糊聚类法(Fuzzy methods of classification)<sup>[6]</sup>。

### 结果和讨论

马尾松根尖细胞的染色体数目为 $2n=24$ (图1)。日诘雅博在研究了76种松树核型后总结松属核型时指出, 松属的核型由10对或11对具中着丝点的长染色体和1对或2对具中着丝点或近中着丝点的短染色体组成<sup>[11]</sup>。这76种松树核型中未报道我国马尾松核型。马尾松的核型除了日诘雅博指出的具有11对长染色体和1对短染色体及10对长染色体和2对短染色体松属核型外, 还发现9对长染色体和3对短染色体(图2)。三种类型我们分别称它们为A型、B型和C型。这三种类型在不同群体中出现的频率是不同的(表2)。同时还发现C型中的第1和第2对染色体比A型和B型中的要长, 但在同一个群体中A型、B型和C型, 三个类型染色体绝对总长度几乎没有差异。显然, C型中的第1、第2对染色体增长部分是从变短的二条染色体中移位过去的。Pederick在研究*Pinus radiata*核型时也发现染色体的移位现象, 并指出这种不等移位是研究种内染色体进化的有价值的资料<sup>[2]</sup>。

\* 本文承复旦大学徐炳声教授审阅, 并提出宝贵意见, 试验种子由马尾松种源协作组及南京林大提供。作者深表谢意。

马尾松臂比研究存在着分歧,一些学者认为第12对染色体的臂比由中着丝点组成<sup>[22,41]</sup>;而另一些学者则认为由近中着丝点组成<sup>[19,8]</sup>。表3是不同群体马尾松第12对染色体的臂比值。从表3看到,马尾松第12对染色体的臂比值约75%为近中或接近近中着丝点,不同群体臂比值具有一定的变异,具中南方群体,如江西安远,广西岑溪群体第12对染色体中的近中着丝点的比例较高。Kaya等认为,不同染色体臂比的变化,是群体着丝点处于进化的不同阶段<sup>[8]</sup>。Stebbins和Saylor等认为,造成部分染色体臂比的变化是由于臂间倒位或不等移位所引起<sup>[14,15]</sup>。

马尾松种内不同群体核型差异,主要表现在A、B、C三种核型类型出现的不同比例及第12对染色体臂比的大小。在16个群体中,有8个群体的核型中发现有C型,其中以南方群体的C型比例较高,约占40%,第12对染色体多数为近中着丝点或接近近中着丝点。在马尾松西部、北部边缘产区C型出现率一般低于20%。C型核型的产生很可能是由于个别染色体不等移位的结果。染色体结构的这种变化反映了有机体在蛋白质代谢物质上的变化,是由于适应不同环境条件的结果<sup>[16]</sup>。在美国 *Pinus caribaea* var. *hondurensis* 也曾发现个别染色体变短现象, Salazar 解释染色体变短是适应南方干旱条件的一种适应特征<sup>[19]</sup>。染色体这种微小变异也可能和基因突变一样,由居群的多型性逐渐发展为居群间的地理宗之间的分化,在物种起源过程中发挥作用<sup>[7]</sup>。马尾松不同群体核型已由多型性逐渐发展成为群体间的地理宗之间的分化,在广大马尾松分布区,大致在纬度25°—30°之间,如湖南、浙江、江西、福建等中心产区的群体,其核型比较稳定,以A型为主,约占60%,C型很少出现,随着地理纬度及生态条件的不断变化,马尾松核型产生不同程度的分化,其中在纬度25°以南群体中核型出现较大分化。

核型聚类图(图8)清楚反映出,马尾松核型大致可分成三组:第一组以湖南、浙江、四川及安徽南部(长江以南)和广西北部为马尾松中心分布区,

表1 马尾松不同群体的产地概况

省(区)	地方群体	群体编号	纬度	经度	海拔高(米)
福建	武夷山	1	27°05'	118°17'	740
江西	庐山	2	29°35'	115°55'	790
江西	井冈山	3	27°10'	115°	510
江西	安远	4	25°	115°35'	430
广西	岑溪	5	22°55'	112°01'	320
湖南	绥宁	6	26°35'	109°54'	550
广西	柳州	7	24°20'	109°25'	480
四川	涪陵	8	29°32'	107°25'	750
四川	宜宾	9	28°45'	104°32'	630
广西	龙胜	10	25°48'	110°81'	520
四川	苍溪	11	31°40'	105°55'	680
安徽	屯溪	12	29°40'	118°17'	147
湖南	慈利	13	29°31'	110°41'	500
安徽	安庆	14	30°40'	117°02'	250
安徽	舒城	15	31°40'	105°55'	320
浙江	开化	16	29°10'	118°24'	160

表2 不同群体马尾松三种核型的出现数

地方群体	群体编号	统计核数	A型	B型	C型
武夷山	1	5	4	1	0
庐山	2	5	3	1	1
井冈山	3	5	3	2	0
安远	4	5	2	2	1
岑溪	5	5	2	1	2
绥宁	6	5	2	3	0
柳州	7	5	2	1	2
涪陵	8	5	2	3	0
宜宾	9	5	3	2	0
龙胜	10	5	3	1	1
苍溪	11	5	1	2	2
屯溪	12	5	3	2	0
慈利	13	5	3	2	0
安庆	14	5	2	2	1
舒城	15	5	3	1	1
开化	16	5	3	2	0
总计		80	41	28	11
占百分比		100	51.3	34.9	13.8

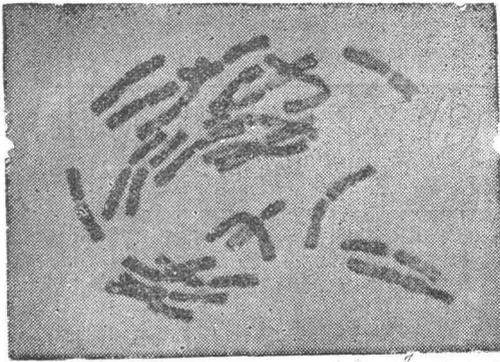


图1 马尾松根尖细胞染色体数：2n=24

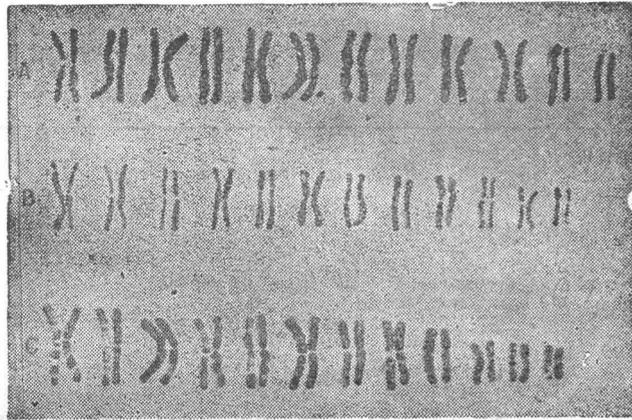


图2 马尾松三种类型的核型

大致在纬度25°—30°之间，第二组是位于长江以北四川东北部，安徽西北部纬度在30°以上，以及二个高海拔的庐山和武夷山群体；第三组以江西安远和广西岑溪二个南方群体，这组核型差异较大。Kura-bayasshi研究了日本白花延令草时也发现，染色体是多型的但变异是规则的，是和地理及生态相联系的，可分为南、北、东3组<sup>[9]</sup>。马尾松核型式样分化大致也可分为中、北、南三个区域群。马尾松核型出现这种分化，正象 Stebbins 所指出的是核型的一种进化<sup>15</sup>。

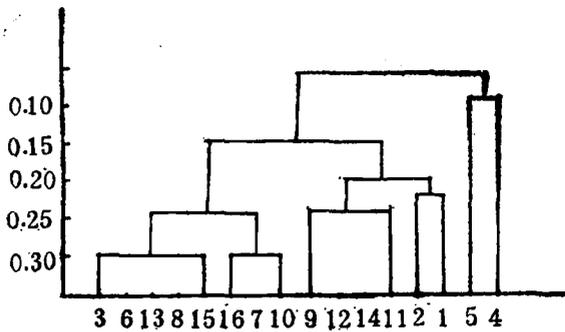


图3 16个群体马尾松核型聚类图

- 1. 福建武夷山      2. 江西庐山      3. 江西井岗山
- 4. 江西安远      5. 广西岑溪      6. 湖南绥宁
- 7. 广西柳州      8. 四川涪陵      9. 四川宜宾
- 10. 广西龙胜      11. 四川苍溪      12. 安徽屯溪
- 13. 湖南慈利      14. 安徽安庆      15. 安徽舒城
- 16. 浙江开化

表3 不同群体马尾松第12对染色体的臂比 (按Levan)

地方群体	群体编号	核型数	m		sm	其中sm百分比
			1.5以下	1.51—1.70	1.71以上	
武夷山	1	5		4	1	20
庐山	2	5		4	1	20
井岗山	3	5	2	3		0
安远	4	5	1	1	3	60
岑溪	5	5		3	2	40
绥宁	6	5	2	2	1	20
柳州	7	5	1	3	1	20
涪陵	8	5	1	2	2	40
宜宾	9	5	1	4		0
龙胜	10	5		4	1	20
苍溪	11	5	1	3	1	20
屯溪	12	5	1	3	1	20
慈利	13	5	4	1		0
安庆	14	5	2	3		0
舒城	15	5	2	2	1	20
开化	16	5	2	3		0
总计		80	20		15	
占百分比			25	56.2	18.8	

表4 不同群体马尾松相对长度、臂比、形态指数平均值

群体编号		1. 武夷山	2. 庐山	3. 井冈山	4. 安远	5. 岑溪	6. 绥宁	7. 柳州	8. 涪陵	9. 宜宾	10. 龙胜	11. 苍溪	12. 屯溪	13. 慈利	14. 安庆	15. 舒城	16. 开化
1	LL	5.14	5.39	5.04	5.19	5.42	5.23	5.56	5.02	4.97	5.34	5.55	5.52	5.20	5.3	5.22	5.10
	TL	4.85	4.86	4.62	4.85	4.80	4.85	4.97	4.74	4.74	4.81	4.95	4.93	4.72	5.09	4.67	4.77
	SL	1.06	1.11	1.09	1.07	1.13	1.08	1.12	1.06	1.05	1.11	1.12	1.1	1.10	1.04	1.12	1.07
	L/S	9.42	9.24	8.85	9.38	9.05	9.35	9.41	9.22	9.26	9.14	9.36	9.33	9.00	9.98	8.85	9.23
2	LL	4.93	4.87	4.97	4.96	4.91	4.78	5.05	4.98	4.90	5.11	5.20	5.11	4.87	4.95	5.07	4.94
	TL	4.56	4.59	4.52	4.63	4.59	4.56	4.68	4.37	4.57	4.64	4.78	4.69	4.56	4.63	4.48	4.61
	SL	1.08	1.06	1.10	1.01	1.07	1.05	1.08	1.14	1.07	1.10	1.09	1.10	1.07	1.07	1.13	1.07
	L/S	8.78	8.92	8.63	8.95	8.88	8.91	9.02	8.20	8.83	8.85	9.17	8.99	8.83	8.96	8.44	8.91
3	LL	4.71	4.72	4.68	4.92	4.67	4.65	4.90	4.69	4.79	4.85	4.96	4.75	4.84	4.83	4.85	4.84
	TL	4.45	4.50	4.38	4.44	4.54	4.39	4.63	4.43	4.47	4.54	4.67	4.48	4.27	4.43	4.44	4.40
	SL	1.06	1.05	1.07	1.11	1.03	1.06	1.06	1.06	1.07	1.07	1.06	1.07	1.12	1.09	1.09	1.10
	L/S	8.65	8.79	8.50	8.45	8.95	8.53	9.00	8.61	8.64	8.79	9.07	8.71	8.04	8.49	8.50	8.40
4	LL	4.63	4.78	4.62	4.75	4.62	4.60	4.98	4.60	4.72	4.74	4.83	4.73	4.68	4.76	4.71	4.65
	TL	4.28	4.31	4.28	4.40	4.45	4.26	4.29	4.29	4.45	4.47	4.35	4.26	4.34	4.29	4.36	4.38
	SL	1.08	1.11	1.08	1.08	1.04	1.08	1.16	1.07	1.06	1.06	1.11	1.08	1.08	1.11	1.08	1.06
	L/S	8.24	8.20	8.25	8.48	8.74	8.21	7.99	8.29	8.65	8.69	8.27	8.10	8.36	8.16	8.40	8.50
5	LL	4.52	4.80	4.54	4.38	4.59	4.48	4.82	4.52	4.65	4.65	4.74	4.65	4.56	4.61	4.64	4.58
	TL	4.18	4.14	4.24	4.34	4.21	4.23	4.30	4.30	4.11	4.30	4.24	4.15	4.23	4.22	4.26	4.33
	SL	1.08	1.16	1.06	1.01	1.09	1.06	1.12	1.05	1.13	1.08	1.12	1.15	1.08	1.09	1.09	1.06
	L/S	8.05	7.71	8.20	8.64	8.07	8.31	8.14	8.39	7.74	8.28	8.03	7.85	8.15	8.08	8.17	8.42
6	LL	4.45	4.48	4.48	4.50	4.49	4.52	4.67	4.43	4.46	4.64	4.51	4.43	4.39	4.53	4.45	4.66
	TL	4.20	4.22	4.11	4.20	4.13	4.14	4.20	4.26	4.09	4.21	4.22	4.14	4.23	4.11	4.20	4.16
	SL	1.06	1.06	1.09	1.07	1.09	1.09	1.11	1.04	1.09	1.10	1.07	1.09	1.04	1.10	1.06	1.12
	L/S	8.16	8.20	7.88	8.12	7.93	7.93	7.98	8.36	7.84	8.03	8.17	8.01	8.31	7.84	8.16	7.87

续表 4

群体编号		1. 武夷山	2. 庐山	3. 井冈山	4. 安远	5. 岑溪	6. 绥宁	7. 柳州	8. 涪陵	9. 宜宾	10. 龙胜	11. 苍溪	12. 屯溪	13. 慈利	14. 安庆	15. 舒城	16. 开化
7	LL	4.36	4.42	4.42	4.42	4.42	4.37	4.61	4.41	4.35	4.44	4.35	4.29	4.42	4.40	4.38	4.55
	SL	4.11	4.05	4.06	4.05	4.06	4.16	3.94	4.13	4.03	4.12	4.10	4.12	3.98	4.11	4.07	3.92
	L/S	1.06	1.09	1.09	1.09	1.10	1.05	1.17	1.07	1.08	1.08	1.06	1.04	1.11	1.07	1.07	1.16
	SL/LL×TL	7.98	7.76	7.79	7.76	7.79	8.12	7.31	8.00	7.76	7.94	7.96	8.07	7.56	7.95	7.85	7.30
8	LL	4.50	4.31	4.35	4.39	4.33	4.38	4.47	4.25	4.18	4.25	4.27	4.46	4.33	4.30	4.33	4.45
	SL	3.88	4.03	4.03	3.89	3.98	4.02	3.67	3.97	4.01	4.01	3.92	3.69	3.98	3.99	3.98	3.84
	L/S	1.16	1.07	1.08	1.13	1.09	1.09	1.22	1.07	1.04	1.06	1.09	1.21	1.09	1.08	1.09	1.16
	SL/LL×TL	7.19	7.80	7.76	7.34	7.64	7.71	6.68	7.68	7.86	7.79	7.52	6.74	7.64	7.69	7.64	7.15
9	LL	4.78	4.08	4.30	4.38	4.27	4.38	4.36	4.22	4.26	4.21	4.24	4.14	4.22	4.36	4.20	4.21
	SL	3.74	3.89	3.70	3.59	3.68	3.92	3.30	3.87	3.83	3.66	3.48	3.54	3.77	3.63	3.82	3.80
	L/S	1.12	1.05	1.16	1.22	1.16	1.12	1.32	1.15	1.11	1.15	1.22	1.17	1.12	1.20	1.10	1.11
	SL/LL×TL	7.09	7.60	6.88	6.53	6.85	7.43	5.80	7.42	7.27	6.71	6.34	6.57	7.14	6.65	7.29	7.23
10	LL	4.14	4.40	4.19	4.04	4.00	4.04	3.87	4.00	4.18	4.12	3.99	3.93	4.10	4.27	3.98	4.19
	SL	3.29	3.22	3.41	3.36	3.27	3.55	2.83	3.68	3.51	3.12	3.15	3.42	3.59	3.00	3.40	3.32
	L/S	1.26	1.24	1.23	1.20	1.22	1.14	1.37	1.09	1.19	1.32	1.27	1.15	1.14	1.42	1.17	1.26
	SL/LL×TL	5.90	5.81	6.19	6.15	5.94	6.67	4.90	7.06	6.46	5.48	5.64	6.40	6.73	5.11	6.30	5.95
11	LL	4.01	3.94	4.19	4.07	4.06	4.21	3.81	3.74	4.06	3.89	3.83	3.83	3.89	3.78	3.91	3.65
	SL	2.88	2.63	2.95	2.60	2.66	3.08	2.44	3.15	2.95	2.51	2.35	2.84	2.98	2.72	2.90	3.00
	L/S	1.39	1.50	1.42	1.57	1.53	1.37	1.56	1.19	1.38	1.55	1.63	1.35	1.31	1.39	1.35	1.22
	SL/LL×TL	4.95	4.39	5.03	4.26	4.40	5.33	4.00	5.80	5.09	4.13	3.79	4.94	5.26	4.68	5.05	5.47
12	LL	3.79	3.58	3.56	3.27	3.64	3.59	3.41	3.68	3.47	3.32	3.27	3.66	3.39	3.49	3.55	3.36
	SL	2.27	2.19	2.35	1.87	2.03	2.20	2.23	2.25	2.21	2.03	2.04	2.22	2.43	2.32	2.30	2.30
	L/S	1.68	1.64	1.51	1.74	1.79	1.63	1.54	1.67	1.63	1.60	1.65	1.65	1.39	1.50	1.54	1.46
	SL/LL×TL	3.50	3.53	3.90	3.45	3.60	3.55	3.69	3.63	3.62	3.27	3.31	3.57	4.18	3.86	3.79	3.87

## 参 考 文 献

- [1] 方永鑫等, 1983: 马尾松的核型研究. 林业科学, 2: 212—216.
- [2] 陈天华等, 1985: 马尾松不同海拔群体的核型分析. 南京林学院学报, 3: 132—137.
- [3] 何纪星, 1985: 两个产地马尾松的核型比较. 武汉植物研究, 4: 461—464.
- [4] 四川林科所种源组, 1983: 马尾松种源染色体组型研究. 林业科技通讯, 9: 3—6.
- [5] 中科院植物所, 1978: 松树形态结构与发育. 科学出版社.
- [6] 贺仲雄, 1985: 模糊数学及其应用. 天津科技出版社.
- [7] 洪德元, 1987: 植物染色体结构变异与物种起源的方式. 植物学集刊, 3: 23—24.
- [8] Kaya, Z, Ching, K. and Stafford, S., 1985: A Statistical Analysis of karyotype of European Black pine (*Pinus nigra* Arnold) from Different Sources. *Silvae Genet.* 34: 148—156.
- [9] Kurabayashi, M., 1958: Evolution and variation in Japanese species of *Trillium* Evolution. 12: 286—310.
- [10] Levan, A., et al., 1964: Nomenclature for centromeric position on chromosome. *Hereditas.* 52: 201—218.
- [11] Mqasahirs Hizume., 1988: Karyomorphological Studies in the Family Pinaceae. *Memoirs of the Faculty of Education Ehime University series 3 Natural sciences* 8: 1—108.
- [12] Pederick, L., 1967: The Structure and Identification of the chromosomes of *Pinus radiata* D. Don. *Silvae Genet.* 16: 69—77.
- [13] Salazar, R., 1983: Karyotype Analysis in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. and Golf. *Silvae Genet.* 32: 184—188.
- [14] Saylor, L., 1969: Chromosomal differentiation as a barrier to interspecific hybridization among pines. 2nd FAO/IUFRO world coms. for tree Breeding wash, DLC, NO FO-FTB 69—8/10: 1—6.
- [15] Stebbins, G., 1971: Chromosomal evolution in higher plants. Edward arnold, Ltd. London: 216.
- [16] Мурая, Л, Буторина, А, Дудякая, Е., 1976: Кароти́пическая характеристика трёх различных подвидов псевдотсу́ги. *Лесоведение.* 6: 66—72.
- [17] 日诘雅博, 田中隆莊, 1979: 裸子植物の染色体遗传. 33: 6.

## PATTERNS OF KARYOTYPE DIFFERENTIATION OF DIFFERENT POPULATION OF PINUS MASSONIANA

Fang Yongxin and Lu Zhen

( Department of Biology, Shanghai Normal University )

**Abstract** A comparative intraspecific analysis of karyotypes was performed on *Pinus massoniana* by examining the meristematic cell of root-tips. Seedling were categorized from sixteen different geographic locality of China. Karyotypes of *Pinus massoniana* appear three different types: type A; type B; type C. On the base of investigation of three types of *P. massoniana* karyotype, it is supposed that such structural alterations of karyotype reflects certain displacements in the protein metabolism appeared in the adaptation of organisms to different environmental conditions. Differentiation of *P. massoniana* karyotype was developed from polytypic karyotypes to geographic races between population.