

342-348

996(8)

广西植物 Guihaia 13(4); 342-348, Nov. 1993

秦巴山区重楼属的核型研究

李思锋 祁桦

(中国科学院西北植物研究所, 陕西杨陵 712100)

Q949.718.2

A

摘要 本文报道了陕西秦巴山区几种重楼属植物的核型研究结果。在秦岭(太白山)地区, 北重楼 (*Paris verticillata*) 具有一种核型, 其核型公式为 $2n=4x=20=10m+2sm+4st+4t$; 狭叶重楼 (*P. polyphylla* var. *stenophylla*) 在一个居群内不同的个体间具有两种不同的核型, 核型公式分别为 $2n=2x=10=5m+1sm+4t$ 和 $2n=2x=10+2B=6m+4t+2B$ 。在秦岭和巴山两地, 宽叶重楼 (*P. polyphylla* var. *latifolia*) 和球药隔重楼 (*P. fargesii*) 分别具有两种不同的核型, 前者的核型公式为 $2n=2x=10+3B=6m+3t+3B$ 和 $2n=2x=10=5m+1sm+4t$, 后者的核型公式为 $2n=2x=10+2B=4m+2sm+4t+2B$ 和 $2n=2x=10+2B=6m+4t+2B$ 。这些材料均属 2A 核型, 在核型结构及 B 染色体的有无和数目上与前人报道的结果不完全相同。

关键词 核型; B 染色体; 重楼属; 秦巴山区; 染色体组型; 百合科

STUDIES ON KARYOTYPES OF SOME PLANTS OF PARIS FROM QINLING-BASHAN MOUNTAINS IN SHANXI

Li Sifeng and Qi Hua

(Northwestern Institute of Botany, Academia Sinica, Shanxi Yangling 712100)

Abstract The karyotypes of four taxa of *Paris* from the Qinling-Bashan Mountains in Shanxi Province were analysed. The results are shown as follows.

P. verticillata M.-Bieb. from Mt. Qinling is found to have only one karyotype, the karyotype formula of which is $2n=4x=20=10m+2sm+4st+4t$. *P. polyphylla* var. *latifolia* Wang et Chang and *P. fargesii* Franch. have different karyotypes in different localities respectively. In Mt. Qinling, the karyotype formula of the former is $2n=2x=10+3B=6m+4t+3B$, and that of the latter is $2n=2x=10+2B=4m+3sm+4t+2B$. However, in Mt. Bashan the former has the formula of $2n=2x=10=5m+1sm+4t$, and the latter has the formula of $2n=2x=10+2B=6m+4t+2B$. *P. polyphylla* var. *stenophylla* Franch. have two different karyotype formulae in a population from the Mt. Qinling, one is $2n=2x=10=5m+1sm+4t$, and the other is $2n=2x=10+2B=6m+4t+2B$.

The results described above different from the data previously reported, and shown some more variation in the karyotypes.

Key words Karyotype; B-chromosome; *Paris*; Qinling-Bashan Mountains

众所周知,秦巴山区是我国北亚热带与暖温带的分界线及南北植物的交汇地,带这里气候多变,植物变异复杂。但至目前,这一地区重楼属 (*Paris* L.) 植物的种类、分布等尚不完全清楚。细胞染色体研究,除洪德元等 (1987) 对太白山宽叶重楼 (*P. polyphylla* var. *latifolia*) 的核型作过报道外,其它种类均未见报道。重楼属的核型变异,尤其是 B 染色体的变异比较复杂,在种间、种内不同居群间及同一居群不同个体间均有不同程度的差异。研究重楼属的核型对于探讨染色体变异与外部形态变异的关系,以及物种形成、系统发育、B 染色体的起源等均有重要意义。

1 材料与方法

材料全部取自野外,其来源详见表 1。凭证标本存放西北植物研究所标本馆 (WUG) 中。

在野外取生长旺盛的根尖,除巴山(化龙山)的宽叶重楼材料(应俊生等91—0678)用0.002mol/L的8-羟基喹啉预处理5小时外,其它材料均未经预处理。卡诺 I 固定液固定,1 mol/l 盐酸在60℃解离4—6分钟,卡宝品红染色、压片。

核型分析按李懋学和陈瑞阳(1985)建议的标准。

2 观察结果与讨论

2.1 北重楼 *P. verticillata* M.-Bieb.

观察结果: $2n=20$, 是一个四倍体(图2:A),核型图及核型模式图分别见图3:A₁、图1:A,染色体参数见表2。核型公式: $K(2n) = 4x = 20 = 10m + 2sm + 4st + 4t$, 最长与最短

染色体之比值为1.81,臂比 $>2:1$ 的染色体占40%,属Stebbins(1971)的2A"核型。

洪德元等(1987)首次在河北赤城大海陀山发现四倍体材料, $K(2n) = 4x = 20 = 12m + 4st + 4t$, 最长与最短染色体之比为2.24, "2B"核型。本文观察的秦岭(太白山)地区的材料在倍性上与大海陀山的材料一致,主要区别是在染色体组中,本研究材料具

表1 材料来源

Table 1 The origin of the materials

分类群 Taxon	采集地区 Locality	海拔(米) Alt.(m)	凭证标本 Vouchers*
<i>Paris verticillata</i>	秦岭(太白山)	2200	李思锋 90~230
<i>P. polyphylla</i> var. <i>latifolia</i>	秦岭(宁陕县)	1700	吴振海 90~730
	巴山(化龙山)	2530	应俊生等91-0678
<i>P. polyphylla</i> var. <i>stenophylla</i>	秦岭(太白山)	2200	李思锋 90~231
	秦岭(太白山)	2200	李思锋 90~232
<i>P. fargesii</i>	秦岭(太白山)	1900	李思锋 90~243
	巴山(化龙山)	1700	徐光远 5663

*All the vouchers in the Herbarium of Northwestern Institute of Botany (WUG)

表2 北重楼的染色体参数

Table 2 The parameters of chromosomes in *Paris verticillata*

No.	Relative length	Arm ratio	Classification
1	7.73+7.03=14.76	1.10	m
2	7.28+7.03=14.31	1.04	m
3	6.83+3.82=10.65	1.74	sm
4	6.02+4.22=10.24	1.43	m
5	8.03+2.11=10.14	3.81	st
6	6.98+2.16=9.14	3.23	st
7	7.53+0.60=8.13	12.55	t
8	4.62+3.36=7.98	1.38	m
9	4.57+3.11=7.68	1.47	m
10	6.58+0.60=7.18	10.97	t

有一对 sm 型染色体，最长与最短染色体之比为 1.81，“2A”核型而不同。本种广泛分布于东亚温带地区，在形态上，染色体数目和核型上均有较大的变异， $2n=10$ ， $2n=15$ 和 $2n=20$ 不同倍性的材料在不同的地区均被发现报道（洪德元等,1987; Masubuchi,1957; Krogulevich, 1978; Sato, 1942; Hara, 1969），但在该种中尚未发现 B 染色体。

2.2 宽叶重楼 *P. polyphylla* var. *latifolia* Wang et Chang

该变种包括两号材料，一号取自秦岭（宁陕县）（吴振海90—730），为二倍体（图2：B）。核型公式： $K(2n) = 2x = 10 + 3B = 6m + 4t + 3B$ ，最长与最短染色体之比1.68，臂比 $>2:1$ 的染色体占40%，“2A”核型；另一号取自巴山（化龙山）（应俊生等91—0678），也是二倍体（图2：C）。 $K(2n) = 2x = 10 = 5m + 1sm + 4t$ ，未见 B 染色体。最长与最短染色体之比1.79，臂比 $>2:1$ 的染色体占50%，“2A”核型。两号材料的染色体参数列入表3，核型图、核型模式图分别见图3：B₁、C₁和图1：B、C。

这些材料核型的主要区别在于 B 染色体，1号材料具3条 B 染色体，而2号材料未见 B 染色体；其次是后者的第2对两条同源染色体的短臂及第5对两条同源染色体的长臂的相对长度差值较大（分别相差1.83和2.55），表现出杂合性。洪德元等（1987）报道秦岭太白山的材料 $K(2n) = 10 + 1B = 6m + 4t + 1B$ ，与本文报道的秦岭宁陕县的材料的核型基本一致，但 B 染色体的数目不同。

2.3 狭叶重楼 *P. polyphylla* var. *stenophylla* Franch.

这里报道的该变种的两号材料的染色体数目均为 $2n=10$ ，二倍体（图2：F、D），二者的染色体参数见表4，核型图及核型模式图见图3：F₁D₁、图1：F、D。

这两号材料虽取自同一个居群，但核型的差异比较明显。1号材料的核型公式为 $K(2n) = 2x = 10 = 5m + 1sm + 4t$ ，第4对两条同源染色体的相对长度和臂比均有较大的差

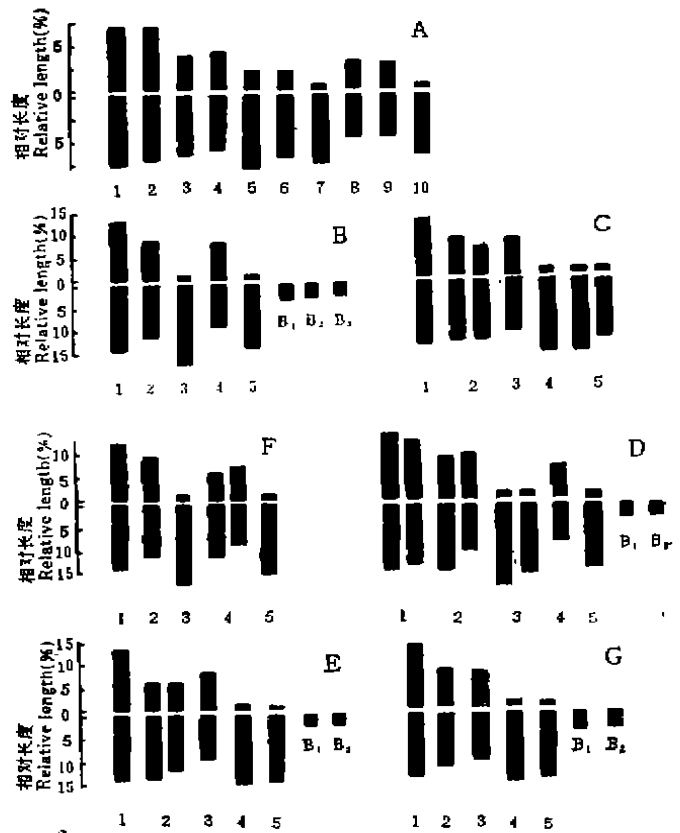


图1 重楼属4个分类群的核型模式图

Fig. 1 Idiograms of 4 taxa of *Paris*

A. *P. verticillata*; B & C, *P. polyphylla* var. *latifolia*; B, Wu Zhenhai 90—730, C, Ying Tstinshe et al. 91—0678; F & D, *P. polyphylla* var. *stenophylla*; D, Li Sifeng 90—232, F, Li Sifeng 90—231; E & G, *P. fargesii*; E, Li Sifeng 90—243, G, Xu Guangyuan 5663.

异(表4), 表现出杂合性, 最长与最短染色体之比值为1.65, “2A”核型, 未见B染色体。2号材料的核型公式为 $K(2n) = 2x = 10 + 2B = 6m + 4t + 2B$, 第1、2、3对染色体均表现出杂合性, 第1对m型的两条同源染色体的臂比(1.02和1.05)虽然相近, 但长度相差较大(相对长差值3.02), 第2对两条同源染色体的臂比(分别为1.58和1.03)和相对长度(分别为24.30和21.18)均相差较大, 第3对t型的两条同源染色体的长臂的相

表3 宽叶重楼两号材料的染色体参数

Table 3 The parameters of chromosomes of two materials in *P. polyphylla* var. *latifolia*

No. 1: Materials from Ningshaan County, the Qinling Range.				No. 2: Materials from Mt. Hualongshan, the Bashan Range.		
No.	Relative length	Arm ratio	C*	Relative length	Arm ratio	C*
1	14.38 + 13.38 = 27.76	1.07	m	13.99 + 12.71 = 26.70	1.10	m
	11.50 + 9.58 = 21.08	1.20	m	13.30 + 8.25 = 21.55	1.61	m
				13.30 + 6.42 = 19.72	2.07	sm
3	17.49 + 0.90 = 18.39	19.43	t	11.31 + 7.79 = 19.10	1.45	m
4	9.25 + 8.19 = 17.44	1.13		16.09 + 1.30 = 17.39	12.38	t
5	14.41 + 1.29 = 15.70	11.17	t	16.15 + 1.30 = 17.45	12.42	t
				13.60 + 1.30 = 14.90	14.90	t
	$B_1 = 3.94$					
	$B_2 = 3.56$					
	$B_3 = 3.42$					

* Classification

表4 狭叶重楼两号材料的染色体参数

Table 4 The parameters of chromosomes of two materials in *P. polyphylla* var. *stenophylla*

No. 1: Material from Mt. Taibaishan, the Qinling Range (李思锋90-231)。				No. 2: The origin of the material is same as No. 1 (李思锋90-232)。		
No.	Relative length	Arm ratio	C*	Relative length	Arm ratio	C*
1	14.00 + 12.78 = 26.78	1.10		14.79 + 14.45 = 29.24	1.02	m
				13.45 + 12.77 = 26.22	1.05	m
	11.41 + 9.69 = 21.10	1.18	m	14.89 + 9.41 = 24.30	1.58	m
3				10.76 + 10.42 = 21.18	1.03	m
	17.81 + 1.17 = 18.98	15.22	t	16.15 + 1.34 = 19.49	13.54	t
				15.46 + 1.34 = 16.80	11.54	t
4	11.61 + 6.07 = 17.68	1.91	sm	8.24 + 7.56 = 15.80	1.09	m
	8.91 + 7.16 = 16.07	1.25	m			
5	15.27 + 0.99 = 16.26	15.42	t	14.29 + 1.34 = 15.63	10.66	t
				$B_1 = 3.36$		
				$B_2 = 3.03$		

* Classification

对长度分别为18.15和15.46, 差值2.69。这说明该材料的染色体发生了复杂的结构变化; 染色体组中最长与最短染色体的比值为1.87, “2A”核型; 具有2条B染色体。在外形上, 据本文作者在野外观察, 除1号材料(李思锋90-231)的种子数量较少, 2号材料(李思锋90-232)的种子数量较多外, 没有发现其它较明显的差异。

顾志建等(1986)报道了云南奕良县的材料为 $2n = 2x = 10 = 6m + 1st + 3t$, 第5对染色体表现出杂合性, “2A”核型; 王淑芬(1989)报道了四川峨眉山的材料为 $2n = 10 = 6m(2SAT) + 2st + 2t$, “2A”核型, 第1对染色体具随体。这些报道及本文的研究结果表明, 在不同的居群间, 甚至在同一居群内不同的个体间, 在核型结构及B染色体的存在与否等方面均有不同程度的差异。

2.4 球药隔重楼 *P. fargesii* Franch.

该种也包括两号材料。取自秦岭太白山的1号材料 $2n = 10 +$

2B, 二倍体(图2:E)。核型公式: $2n = 4m + 2sm + 4t + 2B$, 第2对染色体表现出杂合性。染色体参数见表5, 模型图见图3; E_1 , 核型模式图见图1:E; 最长与最短染色体之比为1.80, 臂比 $>2:1$ 的染色体占50%, 属“2A”核型。

取自巴山化龙山的2号材料也是 $2n = 10 + 2B$, 二倍体(图2:G)。核型公式为 $2n = 6m + 4t + 2B$; 染色体参数列入表5, 核型图及核型模式图分别见图2:G₁, 图1:G; 最长与最短染色体之比值为1.83, 臂比 $>2:1$ 的染色体占40%, “2A”核型。

这两号材料的核型相当一致, 区别主要在于第2对染色体。1号材料的第2对sm型的两条同源染色体的长臂的相对长度相差2.52, 臂比分别为2.15和1.78, 呈现明显的杂合性, 而2号材料的第2对染色体臂比为1.37, 属m型。

我们观察的药材与汤彦承等(1984)报道的四川峨眉山的材料($n = 5$ 、 $n = 5 + 2B$)、顾志建等(1986)报道的湖南桑植县的材料($2n = 2x = 10 = 6m + 2t(SAT) + 2t + 3bs$, 第3对染色体杂合、第4对具随体)的倍性相同($2n = 10$), 但不同地区的材料

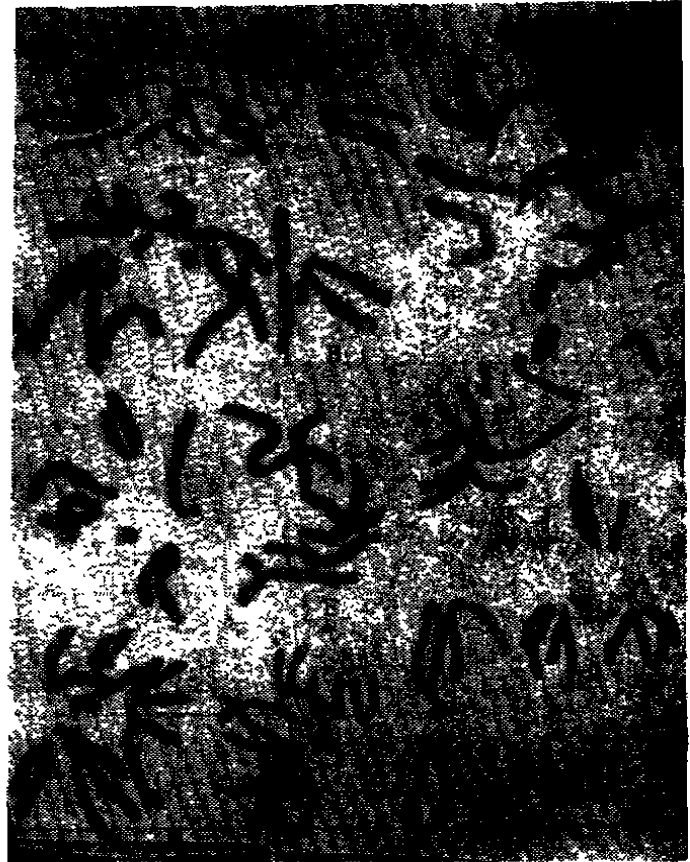


图2 根尖有丝分裂显微照片

Fig. 2 Micrographs of root-tip mitosis.

A, *Paris verticillata* B-C, *P. polyphylla* var. *latifolia*: B, Wu Zhenhai 90-730, C, Ying Tsunshen et al. 91-0678, D and F, *P. polyphylla* var. *stenophylla*: D, Li Sifeng 90-232, F, Li Sifeng 90-231, E and G, *p. fargesii*, E, Li Sifeng 90-243. G, Xu Guangyuan 5663. G₁, Karyogram of G.

在核型及 B 染色体的数目等方面具有不同程度的差异。

上述秦巴山区重楼属 4 个分类群的核型，除北重楼为四倍体 ($2n = 4x = 20$) 外，其余均为二倍体 ($2n = 2x = 10$)。不同的分类群，核型存在着不同程度的差异，同一个分类群在不同的地区亦是如此；即使在一个居群（同一个分类群）中的不同个体间（如狭叶重楼）在核型上也有差异。按照 Hara (1969) 和顾志建等 (1988)，北重楼属于染色体基本组份 $x = 3m + 1st + 1t$ 的“2st 型”；宽叶重楼、狭叶重楼、球药隔重楼属于 $x = 3m + 2t$ 的“4t 型”。前一类型的植物分布于温带，而后一类型的植物都分布于热带和亚热带，局部深入温带南部（洪德元等，1987）。我们的研究结果与此基本相符，但在北重楼的核型中具有 1 对 sm 型染色体，在宽叶重楼、狭叶重楼、球药隔重楼的核型中也出现 1 条或 1 对 sm 型染色体。而且，核型的变异不仅主要表现在两对 t 型染色体上（顾志建

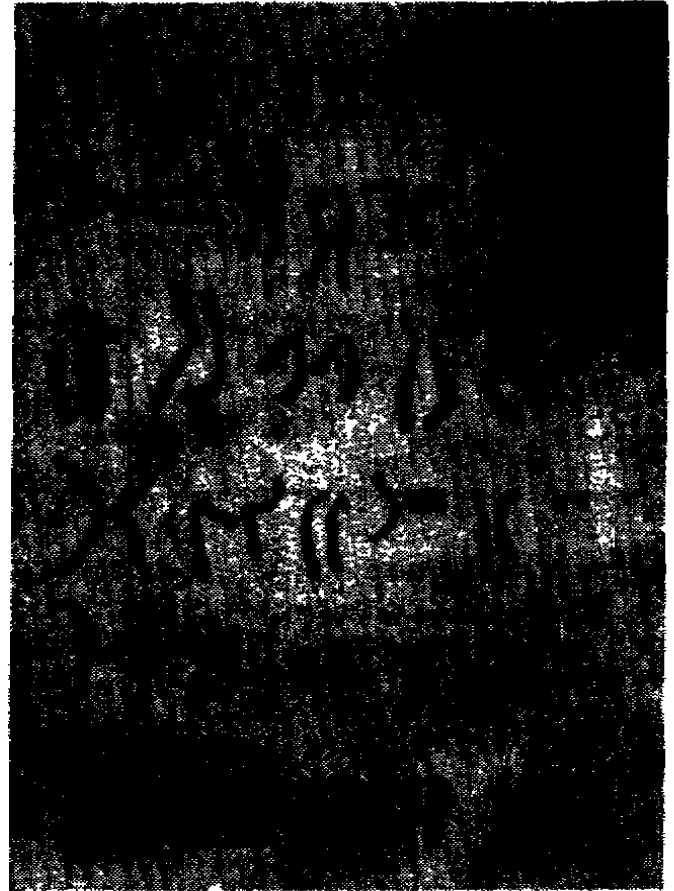


图 3 重楼属 4 个分类群核型
Fig. 3 Karyograms of 4 taxa in *Paris*
A₁, B₁-C₁, D₁ and F₁, E₁ are same as A, B-C, D and F, E of Fig. 1.

表 5 球药隔重楼两号材料的染色体参数

Table 5 The parameters of chromosomes of two materials in *P. fargesii*

No. 1: Material from Mt. Taibaishan, the Qinling Range.				No. 2: Material from Mt. Hualongshan, the Bashan Range.		
No.	Relative length	Arm ratio	C*	Relative length	Arm ratio	C*
1	14.84 + 13.58 = 28.42	1.09	m	14.36 + 14.00 = 28.36	1.03	m
2	14.56 + 6.76 = 21.32	2.15	sm	12.03 + 8.80 = 20.83	1.37	m
	12.04 + 6.76 = 18.80	1.78	sm			
3	10.64 + 8.12 = 18.76	1.31	m	10.41 + 8.26 = 18.67	1.26	m
4	15.82 + 1.12 = 16.94	14.31	t	15.62 + 1.01 = 16.63	15.47	t
5	15.15 + 0.67 = 15.82	22.61	t	14.54 + 0.99 = 15.53	14.69	t
	B ₁ = 2.94		B ₁ = 4.31			
	B ₂ = 2.94		B ₂ = 3.95			

*Classification

等, 1988), 在 3 对 m 型染色体上也常常发生。

B 染色体的变异(数目、形态)在重楼属植物的染色体核型上是一个较为突出的特征, 其在种间的变异无稳定性和规律性, 在种内不同居群间也有较大的变异(顾志建等, 1986), 本文的研究结果也说明了这一点。在北重楼中未见 B 染色体, 而在其它 3 个分类群中均观察到; 在宽叶重楼两号材料及洪德元等(1987)报道的秦岭太白山的材料中, 分别观察到 3B、0B 和 1B; 在球药隔重楼的两号材料及四川峨眉山(汤彦承等, 1984)和湖南桑植县(顾志建等, 1986)的材料中, 分别观察到 2B、2B、0-2B、3B; 即使在同一居群的不同个体间, B 染色体的出现及数目也是不稳定的, 如本文观察的狭叶重楼具 0 和 2B, 顾志建(1988)报道的凌云重楼(*P. cronquistii*) B 染色体的变异在 0—3 之间。当然, B 染色体的产生和变异是极其复杂的, 不但与生境和营养有密切关系(顾志建等, 1988), 而且可能还有许多目前尚不清楚的原因。

参 考 文 献

- 1 王淑芬. 重楼属和延龄草核型的一致性. 云南植物研究, 1989, 11(1): 75—79
- 2 汤彦承等. 四川及其邻近地区一些植物的细胞学研究(一). 植物分类学报, 1984, 22(5): 343—350
- 3 李懋学, 陈瑞阳. 关于植物核型分析的标准化问题. 武汉植物学研究, 1985, 3(4): 297—302
- 4 洪德元, 朱相云. 百合科细胞分类学研究(一)——重楼等 6 属 10 种的核型报道. 植物分类学报, 1987, 25(4): 243—245
- 5 洪德元, 朱相云. 凌云重楼中 B 染色体起源的探讨. 云南植物研究, 1988, 10(1): 27—32
- 6 顾志建, 李 恒. 重楼属的细胞分类学研究. 云南植物研究, 1988, 10(2): 125—137
- 7 顾志建, 纳海燕. 几种重楼的染色体核型研究. 云南植物研究, 1986, 8(8): 313—318
- 8 Hara, H. Variation in *Paris polyphylla* Smith, with reference to other Asiatic species. Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, III, 1969, 10(10): 141—180
- 9 Krogulevich, R. E. Karyological analysis of the species of the flora of eastern [Sayana. In L. I. Malyshev and G. A. Peshkova (eds.) Flora of the Prebaikal. 1978, 19—48. Novosibirsk
- 10 Masubuchi, N. A statistical analysis on the chromosome association in a triploid species *Paris verticillata*. Kromosomo, 1957, 33: 1140—1145
- 11 Sato, D. Karyotype alteration and phylogeny in Liliaceae and allied families. Jap. Jour. Bot., 1942, 12: 98 & 119
- 12 Stebbins, G. L. Chromosomal evolution in higher plants. Edward Arnold, London 1971