

青藏高原毛茛科 3 种特有植物 核型和进化研究*

黄荣福 沈颂东

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001)

摘要 对青藏高原高山冰缘地区毛茛科 3 种特有植物的核型进行了分析。它们的核型公式(K)、染色体相对长度组成(C. R. L.)和核型不对称系数(A s K%)分别为: 青藏金莲花 *Trollius pumilus* var. *tanguticus*: $K(2n) = 6m + 8sm(2SAT) + 2st$, C. R. L. = $4L + 4M_2 + 4M_1 + 4S$, A s K% = 63.57, 核型属 2B 型; 甘青乌头 *Aconitum tanguticum* 为 $K(2n) = 6m + 10sm$, C. R. L. = $4L + 8M_1 + 4S$, A s K% = 62.54, 2B 型; 单花翠雀花 *Delphinium candelabrum* var. *monanthum* 为 $K(2n) = 6m + 8sm + 2st$, C. R. L. = $4L + 4M_2 + 4M_1 + 6S$, A s K% = 64.34, 属 3B 型。经同相关近缘种核型资料比较, 青藏金莲花核型不对称性和进化程度比金莲花 *T. chinensis* 低; 甘青乌头的核型不对称性和进化程度在其近缘类群(乌头组 Sect. *Aconitum*) 已报道的种之内最低; 单花翠雀花核型不对称性和进化水平比翠雀组(Sect. *Delphinastrum*) 已报道的展毛翠雀花 *D. kamaoense* var. *glabrescens*、多枝翠雀花 *D. maximum* 和蓝翠雀花 *D. caeruleum* 都低。这与该 3 种植物在王文采先生(1979)中国毛茛分类系统中的位置是一致的。

关键词 核型, 进化, 金莲花属, 乌头属, 翠雀属

STUDIES OF THE KARYOTYPE AND EVOLUTION FOR THREE ENDEMIC SPECIES OF RANUNCULACEAE IN QINGHAI-XIZANG PLATEAU

Huang Rongfu and Shen Songdong

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica, Xining 810001)

Abstract The karyotypes of three endemic species for Ranunculaceae in alpine periglacial area of Qinghai-Xizang Plateau are analysed and represented in this paper. Their karyotype formulae (K) (by Levan et al., 1964) and chromosome component of relative length (C. R. L.) (by Kuo et al., 1972) and the index of karyotypic asymmetry (A s K%) (by Arano H., 1963) are each presented as follows: *Trollius pumilus* var. *tan-*

收稿日期: 1997-06-28

* 本文为国家自然科学基金资助课题(39410051); 中国科学院重点项目子课题。

黄荣福, 男, 1940年3月出生, 大学本科, 研究员。沈颂东, 男, 1968年7月出生, 硕士研究生, 在读博士生。

goticus K (2n) = 6m + 8sm (2SAT) + 2st, C. R. L. = 4L + 4M₂ + 4M₁ + 4S, A s K% = 63.57, the karyotype belong to 2B; *Aconitum tanguticum* K (2n) = 6m + 10sm, C. R. L. = 4L + 8M₁ + 4S, A s K% = 62.54, belong to 2B; *Delphinium candelabrum* var *monanthum* K (2n) = 6m + 8sm + 2st, C. R. L. = 4L + 4M₂ + 2M₁ + 6S, A s K% = 64.34, belong to 3B. Make a comparison for these data with available information of close related species, may be show that the karyotypic asymmetry and evolution level of the *Trollius pumilus* var *tanguticus* are lower than *T. chinensis*, the karyotypic asymmetry and evolution level of the *Aconitum tanguticum* are the lowest in its close related taxa (Sect *Aconitum*), the karyotypic asymmetry and evolution level of the *Delphinium candelabrum* var *monanthum* are lower than *D. kamaoense* var *glabescens* and *D. maximowiczii* and *D. caeruleum* that have reported in Sect *Delphinastrum*. A above outcome is keeping with the classificatory position of these species in taxonomic system of Chinese Ranunculaceae by W. T. Wang (1979).

Key words karyotype, evolution, *Trollius*, *Aconitum*, *Delphinium*

染色体资料对于探讨毛茛科植物的系统与演化具有极为重要的意义 (Crygory, 1941; Okada *et al.* 1979; Tamura 1984)。近年来洪德元 (1986)、商效明等 (1984)、杨亲二等 (1993, 1994, 1996) 对毛茛科一些属、种的核型与其分类或系统关系都做过研究。本文对青藏高原高山冰缘地区 3 种毛茛科特有植物: 青藏金莲花 *Trollius pumilus* var *tanguticus* Br. et H. 甘青乌头 *Aconitum tanguticum* (Maxim.) Stapf, 单花翠雀花 *Delphinium candelabrum* var *monanthum* (Hand-Mazz.) W. T. Wang 的核型进行了分析, 并与已报道的近缘种核型进行比较, 为有关分类群的系统与进化研究提供资料。

1 材料和方法

本文研究的 3 种实验植物采自祁连山高山冰缘地带 (表 1)。野外直接挖取植物幼嫩根尖, 经 0.05% 秋水仙素处理 3-6 h, 水洗后用卡诺固定液保存。压片前在常温 (18 -

Table 1 The origin of the experiment plants for karyotype

Taxon	Locality	Habitat and altitude (m)	No. of voucher
<i>Trollius pumilus</i> var <i>tanguticus</i>	门源县, 冷龙岭 Menyuan Xian, Lenglong Lin	Alpine debris glacia, 4200	Huang-3591
<i>Aconitum tanguticum</i>	祁连县, 冰沟大坂 Qilian Xian, Bingou Daban	Alpine debris glacia, 4200	Huang-3656
<i>Delphinium candelabrum</i> var <i>monanthum</i>	祁连县, 冰沟大坂 Qilian Xian, Bingou Daban	Alpine debris glacia, 4200	Huang-3690

20) 下用 1 mol/L 盐酸解离 10-15 min, 以改良的苯酚品红染色。常规压片, 选 5-10 个细胞计数染色体, 拍照, 测量。核型分析按李懋学、陈瑞阳 (1985) 建议的方法, 染色体相对

长度系数(I R. L.)和相对长度组成按 Kuo (1972)的方法,核型不对称系数($A_s K\%$)按 Arano (1963)方法计算。凭证标本存放于西北高原生物研究所植物标本馆。3种植物的核型参数见表 2。

Table 2 The parameters and types of chromosomes of three species

Taxon	No.	Relative length (%)			Arm ratio	Position of centromere	Index of relative length	Relative size
		Long	Short	Total				
<i>Trollius pumilus</i> var <i>tanguticus</i>	1	12.15	5.61	17.76	2.17	sm	1.24	L
	2	8.22	7.85	16.01	1.05	m*	1.29	L
	3	8.41	6.92	15.32	1.22	m	1.23	M
	4	8.04	4.67	12.71	1.72	sm	1.02	M
	5	8.79	2.24	11.02	3.92	st	0.88	M
	6	6.36	3.74	10.10	1.70	sm	0.81	M
	7	6.54	2.08	9.34	2.34	sm	0.75	S
	8	5.05	2.62	7.67	1.93	sm	0.61	S
<i>Aconitum tanguticum</i>	1	11.67	9.83	21.50	1.19	m	1.72	L
	2	12.90	5.53	18.43	2.33	sm	1.47	L
	3	7.74	3.93	11.67	1.97	sm	0.93	M
	4	6.14	5.28	11.43	1.16	m	0.91	M
	5	5.53	4.30	9.83	1.29	m	0.79	M
	6	6.39	3.19	9.58	2.003	sm	0.77	M
	7	6.27	2.95	9.21	2.13	sm	0.74	S
	8	5.90	2.46	8.36	2.04	sm	0.67	S
<i>Delphinium candelabrum</i> var <i>monanthum</i>	1	9.38	7.81	17.19	1.20	m	1.38	L
	2	9.38	7.81	17.19	1.20	m	1.38	L
	3	10.00	5.00	15.00	2.00	sm	1.20	M
	4	10.00	4.69	14.69	2.13	sm	1.18	M
	5	6.25	4.69	10.94	1.33	m	0.88	M
	6	6.88	2.50	9.38	2.75	sm	0.75	S
	7	6.56	1.88	8.44	3.49	st	0.68	S
	8	5.00	2.19	7.19	2.28	sm	0.58	S

* Chromosome with subconstriction

2 结果与讨论

2.1 青藏金莲花 *Trollius pumilus* var. *tanguticus* Brühl

本变种为青藏高原特有,试验植物根尖直接采自东祁连山冷龙岭高山冰缘泥石缓坡,海拔 4100 m。体细胞染色体数 $2n = 16$ (图版 I, 1),核型公式 $K(2n) = 6m + 8sm (2SAT) + 2st$ (核型模式图见图 1, 1),第 2 对染色体长臂上具次缢痕,相对长度组成 C. R. L. = $4L + 4M_2 + 4M_1 + 4S$,相对长度范围 7.76% - 17.76%,臂比值大于 2 的染色体 3 对,为 2B 型,核型不对称系数 $A_s K\% = 63.57$,该变种核型首次报道。

马兴华等(1984)报道的特产我国华北至东北的金莲花 *T. chinensis* Bunge 核型为 $K(2n) = 2m + 12sm + 2st$,与青藏金莲花比较,可见后者具 3 对中部着丝粒染色体 m 和 4 对近中部着丝粒染色体 sm,核型不对称性和进化水平较低,而金莲花仅具 1 对 m 染色体,6 对 sm 染色体,核型不对称性和进化程度较高,这与青藏金莲花在金莲花属中的系统位置较原始而金莲花较进化(王文采 1979)是一致的。

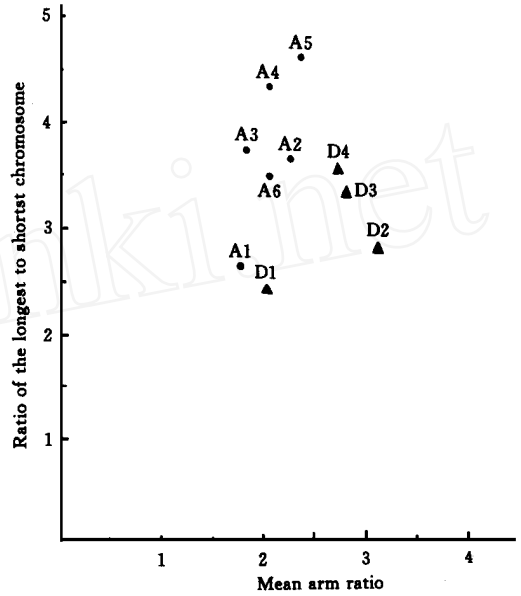
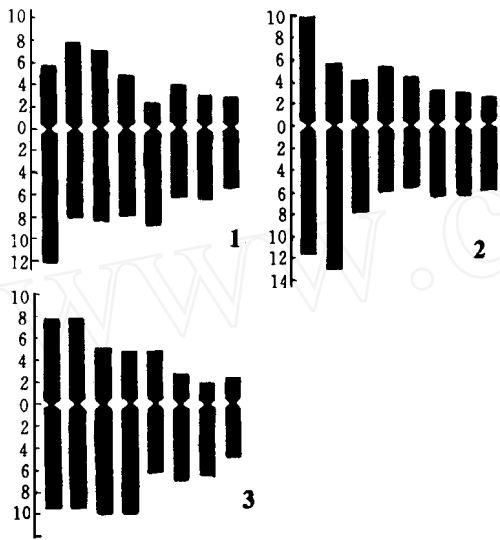


Fig 1 Idiogram of (1) *Trollius pumilus* var *tanguticus*; (2) *Aconitum tanguticum*; (3) *Delphinium candelabrum* var *monanthum*

Fig 2 Scatter diagram of some species of *Aconitum* and *Delphinium* based on karyotypic asymmetry

2 2 甘青乌头 *Aconitum tanguticum*

(Maxim.) Stapf

该种为青藏高原东北部特产, 试验材料根取自祁连山西部冰沟大坂山口崖峭地, 海拔 4200 m。2n = 16 (图版 I, 2), 核型模式图见图 1- 2, 核型公式 $K(2n) = 6m + 10sm, C$ 。R. L. = 4L + 8M₁ + 4S, 染色体相对长度范围

- A₁ *Aconitum tanguticum*; A₂ *A. bruneum*; A₃ *A. sunpanensis*;
- A₄ *A. arcuatum*; A₅ *A. sessiliflorum*;
- A₆ *A. fulvum*; D₁ *Delphinium candelabrum* var *monanthum*; D₂ *D. kamboense* var *glabrescens*; D₃ *D. maximowiczii*;
- D₄ *D. caeruleum*

8.36% - 21.5%, 臂比值大于 2 的染色体 4 对, 属 2B 型, A_s K% = 62.54, 这与其所隶乌头组 (Sect *Aconitum*) 中有核型报道 (杨亲二, 1996) 的褐紫乌头 *A. bruneum* Hand - Mazz, 松潘乌头 *A. sunpanense* Hand - Mazz, 弯枝乌头 *A. arcuatum* Maxim., 伏毛铁棒锤 *A. fulvum* Hand - Mazz 和 缩梗乌头 *A. sessiliflorum* (Finet et Gag.) Hand - Mazz 相比 (表 3), 无论是从核型公式所反映的染色体组不对称性, 还是以平均臂比值与染色体长度比值组成的平面坐标图 (图 2) 所显示的核型不对称性或进化程度, 都表明该种核型不对称性最低, 进化水平也最低。这与其器官形态性状 (叶裂仅达中部, 上萼片船形, 花瓣片极小, 唇不明显, 距极短等) 在乌头组中最原始 (王文采, 1979) 是一致的。缩梗乌头和弯枝乌头的核型类型 (3C)、核型不对称系数以及在不对称性坐标图上的位置 (图 2 右上方) 都反映了这 2 种的核型不对称性和进化水平较高, 与它们形态上 (叶深裂至全裂, 上萼片高盔形, 花瓣发达, 唇长大、弯曲等) 比较进化也是一致的。

Table 3 The karyotypic data of some species of the Ranunculaceae

Taxon	Locality and altitude (m)	Karyotype formula and chromosome size	Mean arm (μm)	Ratio of the longest to shortest	AR > 2 (%)	Type	As K (%)	Author
<i>Trollius pumilus</i> var. <i>tanguticus</i>	Qinghai Qilianshan 4000	$2n = 6m + 8sm (2SAT) + 2st$ $4L + 4M_2 + 4M_1 + 2S$	1.99	2.52	37.5	2B	63.57	This paper
<i>T. chinensis</i>	Beijing Wulingshan 2000	$2n = 2m + 12sm + 2st$						Ma Xinghua 1984
<i>Aconitum tanguticum</i>	Qinghai Qilianshan 4100	$2n = 6m + 10sm$ $4L + 8M_1 + 4S$	1.81	2.57	50.0	2B	62.54	This paper
<i>A. brunneum</i>	Sichuan Songpan 3400	$2n = 2m (1SAT) + 14m (2SAT)$ $4L + 10M_1 + 2S$	2.30	3.61	87.5	3B	66.97	Yang Qiner 1996
<i>A. sungpanensis</i>	Gansu Yong Deng 2500	$2n = 6m (2SAT) + 10sm (2SAT)$ $4L + 8M_1 + 4S$	1.91	3.72	50.0	2B	62.80	Yang Qiner 1996
<i>A. arcuatum</i>	Heilongjiang Ning'an 1000	$2n = 4m + 12sm$ $4L + 6M_1 + 6S$	2.13	4.27	62.5	3C	65.33	Yang Qiner 1996
<i>A. sessiliflorum</i>	Sichuan Zoi Ge 3400	$2n = 2m + 10sm + 4st$ $4L + 6M_1 + 6S$	2.46	4.56	87.5	3C	67.93	Yang Qiner 1996
<i>A. flavum</i>	Gansu Yongdeng 2500	$2n = 2m + 14sm$ $4L + 6M_1 + 6S$	2.08	3.45	50.0	2B	64.70	Yang Qiner 1996
<i>Delphinium candelabrum</i> var. <i>monanthum</i>	Qinghai Qilianshan 4100	$2n = 6m + 8sm = 2st$ $4L + 4M_2 + 2M_1 + 6S$	2.05	2.40	62.5	3B	64.54	This paper
<i>D. candelabrum</i> var. <i>monanthum</i>	Qinghai Hoh Xil 4900	$2n = 8m + 6sm (2SAT) + 2st$				3B		Yang Yongpin 1993
<i>D. kamaoense</i> var. <i>glabrescens</i>	Sichuan Nanping 2500	$2n = 2m + 6sm + 8st$ $4L + 10M_1 + 2S$	3.17	2.15	87.5	3B	71.77	Yang Qiner 1996
<i>D. maxinowiczii</i>	Gansu M in Xian 2300	$2n = 2m + 6sm + 8st$ $4L + 10M_1 + 2S$	2.85	3.28	87.5	3B	70.80	Yang Qiner 1996
<i>D. caeruleum</i>	Sichuan Zoi ge	$2n = 2m + 6sm + 8st$ $4L + 6M_1 + 6S$	2.71	3.49	75.0	3B	68.76	Yang Qiner 1996

2.3 单花翠雀花 *Delphinium candelabrum* var. *monanthum* (Hand-Mazz) W. T. Wang
 试验材料根尖和花蕾取自祁连山冰沟大坂, 海拔 4200 m 山顶岩峭地, 体细胞染色体数 $2n = 16$, 小孢子染色体数 $n = 8$ (图 1, 3), 核型公式 $K(2n) = 6m + 8sm + 2st$, C. R. L. = $4L + 4M_2 + 2M_1 + 6S$, 染色体相对长度范围 7.19% - 17.19%, 臂比值大于 2 的染色体 5 对, 占 62.5%, 属 3B 型, As K% = 64.34, 这与杨永平等(1993)报道该变种在青海可可西里勒斜武旦湖地区(海拔 4900 m)居群的核型 $K(2n) = 16 = 8m + 6sm (2SAT) + 2st$ 十分相近。杨亲二(1996)报道了展毛翠雀花 *D. kamaoense* var. *glabrescens* (W. T. Wang) W. T. Wang, 蓝翠雀花 *D. caeruleum* Jacq. ex Camb. 和多枝翠雀花 *D. maxinowiczii* Franch. 的核型均为 $K(2n) = 16 = 2m + 6sm + 8st$, 单花翠雀花染色体组是从中部着丝粒染色体 m 和近中部着丝粒染色体 sm 为主, 近端部着丝粒染色体 st 仅 1 对, As K% 也较小, 核型不

对称性较低。从反映核型不对称性和进化程度的座标图上也显示出单花翠雀花核型不对称性和进化水平比该 3 种都低。这与其叶片分裂度较小, 萼距与萼片近等长, 在该属分类系统(王文采 1979) 中的位置较前(Sect. 2 密花翠雀组) 也比较一致。

参 考 文 献

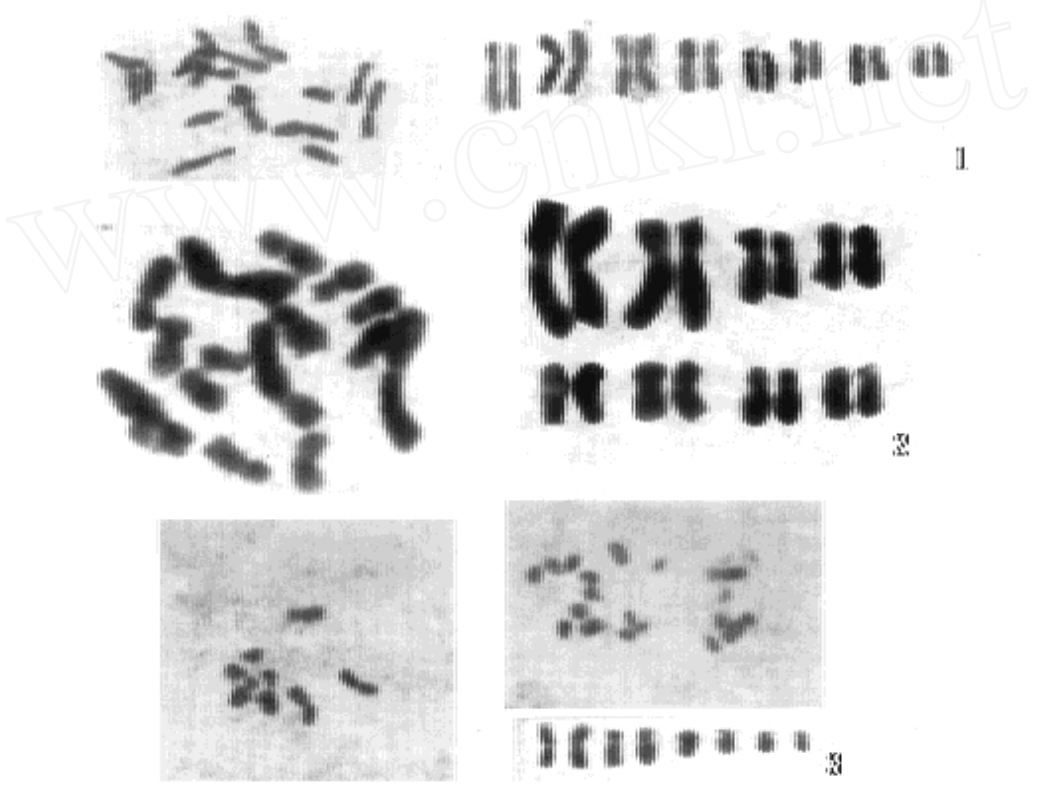
- 1 马兴华等. 新疆某些药用植物染色体观察. 植物分类学报, 1984; 22(3): 234- 249
- 2 王文采. 金莲花属、乌头属、翠雀属. 中国植物志第 27 卷, 北京: 科学出版社, 1979
- 3 李林初等. 侧柏亚科三种植物的核型及其细胞分类学研究. 云南植物研究, 1996; 18(4): 439- 444
- 4 李懋学, 陈瑞阳. 关于植物核型分析的标准化问题. 武汉植物学研究, 1984; 3(4): 297- 298
- 5 杨永平, 武素功. 青海可可西里地区植物染色体报道(1). 云南植物研究, 1993; 15(2): 173- 178
- 6 杨亲二. 国产十五种翠雀族植物的核型研究. 植物分类学报, 1996; 34(1): 39- 47
- 7 商效民, 李正理. 国产十种乌头的染色体研究. 植物分类学报, 1984; 22(5): 378- 385
- 8 黄荣福, 沈颂东, 卢学峰. 马先蒿属 6 个种的核型与进化研究. 西北植物学报, 1996; 16(1): 73- 80
- 9 Gregory W C. Phylogenetic and cytological studies in the Ranunculaceae. Trans Amer. Philos Soc., 1941; 31: 443 - 521
- 10 Kuo S R *et al*. Karyotype analysis some fomesa gymnosperms Taiwan, 1972; 17(1): 66- 80
- 11 Lauener L A, Tamura M. A synopsis of *Aconitum* subgenus *Paraconitum*: I. Not Royal Bot Gard Edinb, 1978; 37: 113- 124
- 12 Levan A *et al*. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Heditas, 1964; 52: 201- 220
- 13 Okada H, Tamura M. Karyomorphology and relationship on the Ranunculaceae. Journ Jap Bot., 1979; 54: 65- 76
- 14 Stebbins G L. Variation and Evolution in Plants. New York: Columbia University Press, 1957
- 15 Stebbins G L. Chromosomal Evolution in Higher Plants. London: Edward Arnold, 1971

图 版 说 明

图版 I 1. 青藏金莲花; 2. 甘青乌头; 3. 单花翠雀花(小孢子细胞和体细胞)。

Explanation of Plate

Plate I Fig. 1. *Trollius pumilus* var. *tanguticus* Fig. 2. *Aconitum tanguticum* Fig. 3. *Delphinium condelabrum* var. *monanthum* (spore cell and body cell)



See explanation at the end of text