

27-36

4692(7)

广西植物 Guihaia 14(1): 27-36, 1994

湖南 6 种毛茛科植物的核型研究*

杨亲二 罗毅波 洪德元

(中国科学院植物研究所系统与进化植物学开放研究实验室, 北京 100093)

Q949.746.5

A

摘要 本文对产于湖南的 6 种毛茛科植物的染色体进行了研究。裂叶星果草 (*Asteropyrum cavaleriei* (Lévl. et Vant) Drumm. et Hutch.) 的染色体属于 R 型, 核型公式为 $2n=16=12m+2sm+2t$, 核型类型属于 2B; 打破碗花花 (*Anemone hupehensis* Lam.) 的核型公式为 $2n=16=10m+4st+2t(2sat)$, 核型类型属于 2A; 粗齿铁线莲 [*Clematis apiifolia* var. *argenteilucida* (Lévl. et Vant) W. T. Wang] 的核型公式为 $2n=16=10m+2st+4t(2sat)$ 或 $2n=16=10m+2st+4t(4sat)$ 随体染色体数目在居群之间有变化, 核型类型属于 2A; 扬子铁线莲 [*Clematis ganipiniana* (Lévl. et Vant) Tamura] 的核型公式为 $2n=16=10m+2st+4t(4sat)$, 核型类型属于 2B; 禹毛茛 (*Ranunculus cantoniensis* DC.) 的核型公式为 $2n=16=6m+4st+6st(2sat)$, 核型类型属于 3A; 毛茛 (*Ranunculus japonicus* Thunb.) 的核型公式为 $2n=14=6m+4sm+4st(2sat)$, 核型类型属于 3B。其中裂叶星果草、粗齿铁线莲和扬子铁线莲的染色体数目和核型为首次报道。此外本文还首次报道了裂叶星果草的花粉为散孔型, 根据上述结果并结合有关资料, 本文重点讨论了星果草属的系统位置和属内的种间关系,

关键词 核型; 毛茛科; 湖南 染色体组型;

A KARYOTYPIC STUDY OF SIX SPECIES IN THE
RANUNCULACEAE FROM HUNAN, C CHINA

Yang Qinger, Luo Yibo and Hong Deyuan

(Laboratory of Systematic and Evolutionary Botany, and Herbarium, Institute of Botany,
Academia Sinica, Beijing 100093)

Abstract Investigated in this work were karyotypes of nine samples of six species of four genera in the Ranunculaceae from Hunan Province, C China. The [karyotypes were formulated as follows: $2n=16=12m+2sm+2t$ for *Asteropyrum cavaleriei*, with the chromosomes being fairly large and belonging to Ranunculus-type, and karyotype asymmetry belonging to 2B; $2n=16=10m+4st+2t(2sat)$ for *Anemone hupehensis*, with karyotype asymmetry belonging to 2A; $2n=16=10m+2st+4t(2sat)$ in one sample and $2n=16=10m+2st+4t(4sat)$ in the other for *Clematis apiifolia* var. *argenteilucida*, with karyotype asymmetry both belonging to 2A; $2n=16=10m+2st+4t(4sat)$ for *Clematis ganipiniana*, with karyotype asymmetry belonging to 2B; $2n=16=6m+4sm+6st(2sat)$ for *Ranunculus cantoniensis* and $2n=14=6m+4sm+4st(2sat)$ for *Ranunculus japonicus*, with their karyotype asymmetry belonging to 3A and 3B respectively. The chromosome numbers and karyotypes of *Asteropyrum cavaleriei*,

* 国家自然科学基金资助课题。

Clematis apiifolia var. *argenteilucida* and *C. ganipiniana* were reported here for the first time. In addition, pollen grains of *Asteropyrum cavaleriei* were investigated under scanning electron microscope for the first time. They are pantoporate, with spinulate exine surface. As a result of this and previous studies, the systematic position of *Asteropyrum* and the phylogenetic relationship between its only two taxa, *A. cavaleriei* and *A. peltatum* were emphatically discussed. We consider that *Asteropyrum*, with Ranunculus-type chromosomes, should be a member of the subfam. Helleboroideae, and that *A. cavaleriei*, with karyotype of 2B type and pantoporate pollen grains, might be phylogenetically more advanced than *A. peltatum*, which has karyotype of 2A type and pantocolpate pollen grains. We also point out the fact that intermediate individuals between the two taxa are found to occur in the SW Sichuan and NE Yunnan, where the two taxa overlap in distribution, might suggest that they be better treated as two subspecies rather than two separate species, but more studies are needed to justify this point.

Key words Karyotype; Ranunculaceae; Hunan province

早在1932年, Langlet^[1]就对毛茛科的染色体进行了研究,发现毛茛科的染色体可以分为2种类型,即豆状的、小型的唐松草型(Thalictrum-type,简称T型)和较大的毛茛型(Ranunculus-type,简称R型),并据此而将毛茛科分为具T型染色体的唐松草亚科(Thalictridae)和具R型染色体的毛茛亚科(Ranunculoideae)。此后,染色体特征作为研究毛茛科的系统进化最为重要的性状之一而一直受到重视。一些学者如Gregory^[2], Okada和Tamura^[3]也对毛茛科的染色体进行了深入研究。Gregory发现黄连属(*Coptis*)和*Xanthorhiza*属的染色体较纤细,虽然比R型染色体小,但比T型染色体大,认为它们的染色体应另划为黄连型(Coptis-type,简称C型),并且明确地把这两个属归在一起,独立成一个族。Okada和Tamura对毛茛科植物的静止核、有丝分裂前期染色体和中期染色体作了比较观察,发现其静止核和有丝分裂前期染色体形态特征与中期染色体类型具有对应关系,即具R型染色体植物的静止核和有丝分裂前期染色体在染色质的固缩、形态和分布等方面与具T型染色体的植物明显不同;这样,在毛茛科中,静止核和有丝分裂前期染色体形态特征可以用于判断中期染色体类型。这些工作对确定毛茛科的范围和阐明科内的系统演化关系作出了重要贡献。

本文对产于湖南的4属6种毛茛科植物的染色体进行了研究,并对一些种类的系统演化关系和核型变异作了初步讨论。

1 材料和方法

材料来源见表1。凭证标本保存于中国科学院植物研究所标本馆(PE)。

取生长旺盛的幼嫩根尖用0.1%的秋水仙素溶液预处理3小时,用纯酒精与冰醋酸(3:1)的混合液溶于冰水中固定30分钟,然后用1 mol/l的盐酸于60℃的恒温水浴中解离1分钟,石碳酸品红染色,常规方法压片,核型分析按Levan^[4]等的标准。分析时每号材料各取5个分散良好的细胞进行测量计算,取平均值。核型类型按Stebbins^[5]的方法划分。

2 结果与讨论

2.1 裂叶星果草

Asteropyrum cavaleriei (Lévl. et Vant.) Drumm. et Hutch.

本种的静止核(图版 1:A)和有丝分裂前期染色体(图版 1:B)与星果草的相似。在静止核中,异染色质形成很多染色很深的染色中央微粒(chromocenter),这些染色中央微粒又局部聚集形成几个大的异固缩块(heteropycnotic block),其他区域染色不均匀但也较深。根据 Tanaka^[6]的分类标准,本种的静止核属于复杂中央染色微粒型(complex chromocenter type)。在有丝分裂前期染色体上,异染色质片段和常染色质片段可以区分,但分界不明显;异染色质在染色体两臂的近基区,远区和中间区都有分布。按

表1 材料来源

Table 1 Locality information of materials studied

Taxon	Locality	Voucher specimen
<i>Asteropyrum cavaleriei</i>	湖南,新宁,舜皇山林场溪边杂木林下,海拔1000m	LY(罗毅波,杨亲二) 920050
<i>Anemone hupehensis</i>	同上,溪边草地,海拔870m	LY 920038
<i>Clematis apiifolia</i> var. <i>argenteolucida</i>	湖南,新宁,石田,灌丛中,海拔360m 同上,八角寨,灌丛中,海拔500m	LY 92003 LY 920012
<i>C. ganipiniensis</i>	同上,海拔500m	LY 920013
<i>R. cantoniensis</i>	同上,石田,稻田边,海拔450m 同上,八角寨,海拔500m	LY 92006 LY 920018
	同上,舜皇山林场,稻田边,海拔1000m	LY 920028a
<i>R. japonicus</i>	同上,海拔1000m	LY 920028b

Tanaka 的分类标准,本种的前期染色体形态属于中间型(interstitial type)。

分裂中期染色体数目为 $2n=16$ (图版 1:C,D),染色体绝对长度范围为 $5.95-2.23 \mu\text{m}$,染色体组总长度为 $37.63 \mu\text{m}$ 。染色体参数见表 2。核型公式为 $2n=12m+2sm+2t$ 。第 1—5 对染色体大于其它 3 对,核型具有明显的二型性,属 2B 型。

星果草属是 1923 年 Drummond 和 Hutchinson^[7] 从广义的扁果草属(*Isopyrum*) 中分出来的一个小属,仅包括 2 种,即星果草[*A. peliatum* (Franch.) Drum. et Hutch.] 和裂叶星果草。除星果草在不丹和缅甸北部也有分布外,本属主要分布于我国。

本属的系统位置一直存在争议。Drummond 和 Hutchinson^[7], 认为本属虽然从扁果草属(*Isopyrum*) 中分出,但实际上与这个属关系较远,其正确的系统位置可能应在驴蹄草属(*Caltha*) 和金莲花属(*Trollius*) 附近。1923 年 Hutchinson^[8] 正式将这个属与上述 2 属以及鸡爪草属(*Calathodes*) 和铁筷子属(*Helleborus*) 等类群归在一起,组成驴蹄草亚族(*Calthinae*),隶属于金莲花亚科(*Helleboroideae*) 的铁筷子族(*Helleboreae*)。但以后的学者均未接受这种处理。首先,Janichen^[9] 认为,虽然正如 Hutchinson 所强调的,星果草属在果实和叶的形态等方面确与驴蹄草亚族的一些类群相似,但其花瓣具长爪,瓣片近圆形,因而与无花瓣或虽有花瓣但基部仅具短柄的驴蹄草亚族植物不可能有较近的关系,而只可能与具类似花瓣的扁果草属关系接近。当初扁果草属虽已经 Drummond 和 Hutchinson 修订,但仍然是一个比较混杂的类群,Janichen 所指的扁果草属中那些与星果草属有类似花瓣的种类后来都被肖培根和王文采^[10] 分出建立了人字果属(*Dichocarpum*)。在 Janichen 以后的大部分学者,如肖培根和王文采^[10], Tamura^[11-12], Tamura 和 Kosuge

[13]以及付德志[14],虽然有时也考虑到了花粉学和植物化学证据,但实际上均未脱离 Janchen 这种主要根据花瓣式样来推测星果草属的系统位置的观点的束缚,认为星果草属与黄连属(*Coptis*) (该属一些种类的花瓣也有爪)或者与人字果属或者与这两个属都可能有一定的关系。当然,应当指出, Tamura[11]在把星果草属与黄连属和 *Xanthorrhiza* 属归在一起组成黄连族时,明确地指出他的处理是在缺乏星果草属的染色体资料的情况下作出的,而染色体资料对于确定毛茛科中属的系统位置又极为重要。1982年,张芝玉[15]研究了星果草(*A. peltatum*)的染色体,发现其染色体基数为 $x=8$,并认为其染色体属于T型,而黄连属的染色体为C型, $x=9$ 。据此并结合它们在心皮构造上的差异,张芝玉指出星果草属与黄连属关系较远,因而将星果草属从黄连族中独立出来成立星果草族(Asteropyreae),但对这个族的系统位置未详加讨论,仍将其置于广义的唐松草亚科中(包括 Tamura 的楼斗菜亚科和黄连亚科)。应当说,张芝玉的工作颇有意义。她首次指出了星果草属与黄连属的关系较远。但因为她还认为星果草属的染色体为T形,仍然使她本人及其他学者未能更进一步确定该属的系统位置。付德志同意她的处理。Tamura 和 Kosuge[13]、Tamura[12]在张芝玉报道了星果草属的染色体基数为 $x=8$ 后,认为黄连亚科(Coptioideae)与楼斗菜亚科(Isopyroideae)在染色体基数(前者为 $x=8, 9$, 后者为 $x=6, 7$)上已没有明显区别,因而黄连亚科不足以成立,他们将其并入楼斗菜亚科,但仍然作为一个族即黄连族,族下分2亚族,即黄莲亚族(Coptidinae)和星果草亚族(Asteropyrinae)。实际上,就类群之间关系的真正内含而言,这种处理较之以前并无本质区别。杨亲二等[16]也研究了星果草(*A. peltatum*)的染色体,证实了张芝玉关于星果草属的染色体基数为 $x=8$ 的报道,但他们发现星果草的染色体较大,尤为重要,星果草的静止核和有丝分裂前期染色体形态类型分别属于与R型染色体相对应的复杂中央染色微粒型和中间型,因此他们指出星果草属的染色体应当属于R型,据此并结合有关形态学、解剖学和胚胎学证据,他们认为星果草属与黄连属和人字果属均有较远的关系;它可能确如 Drummond 和 Hutchinson 所指出的,与驴蹄草属、金莲花属等类群的关系更近一些,因此宜从较广义的唐松草亚科或 Tamura[2]的较狭义的楼斗菜亚科转移到金莲花亚科中。但该属与驴蹄草属等类群在一些性状上如叶的形态、导管分子穿孔板类型等方面也有较大区别,因此是否应该将其独立成族抑或作为金莲花族的一个亚族处理,尚需进一步研究。他们认为该属是一个起源古老而相当孤立的类群。

我们这里的研究结果表明,裂叶星果草的中期染色体也较大。从绝对长度范围来看,本种的染色体与金莲花亚科金莲花族的短瓣金莲花(*Trollius ledebourii*)的染色体($4.9-3.1\mu\text{m}$)[17]以及多果鸡爪草(*Calathodes polycarpa*)的染色体($5.1-3.9\mu\text{m}$)[18]在大小上十分接近,其染色体平均长度($4.7\mu\text{m}$)和空茎驴蹄草(*Caltha palustris* var. *barthel* = *C. fistulosa*)的染色体平均长度($4.1\mu\text{m}$)[19]也很接近。上述这些与裂叶星果草相比较的种的染色体都属于R型。另一方面,裂叶星果草的间期核和分裂前期染色体形态分别属于复杂中央染色微粒型和中间型。前已述及,在毛茛科中,上述静止核和有丝分裂前期染色体类型正是与R型中期染色体相对应的。因此,无论从其中期染色体的大小还是从间期核和分裂前期染色体形态来看,裂叶星果草的染色体应属于R型。这进一步表明星果草属的染色体确应属于R型,从而也进一步支持了星果草属应该是金莲花亚科中的成员的观点。

下面我们对星果草属的种间关系作一分析。

比较星果草和裂叶星果草的核型, 可以发现两者在核型上发生了明显的分化。星果草的核型公式为 $2n=10m+4sm+2st$, 染色体从大到小逐渐过渡, 核型的二型性不明显, 为 2A 型^[16]。裂叶星果草的核型如上所述, 属于 2B 型, 具有较为明显的二型性。根据 Stebbins 的核型不对称性演化理论, 联系到毛茛科植物的核型普遍是向不对称性增强的方向演

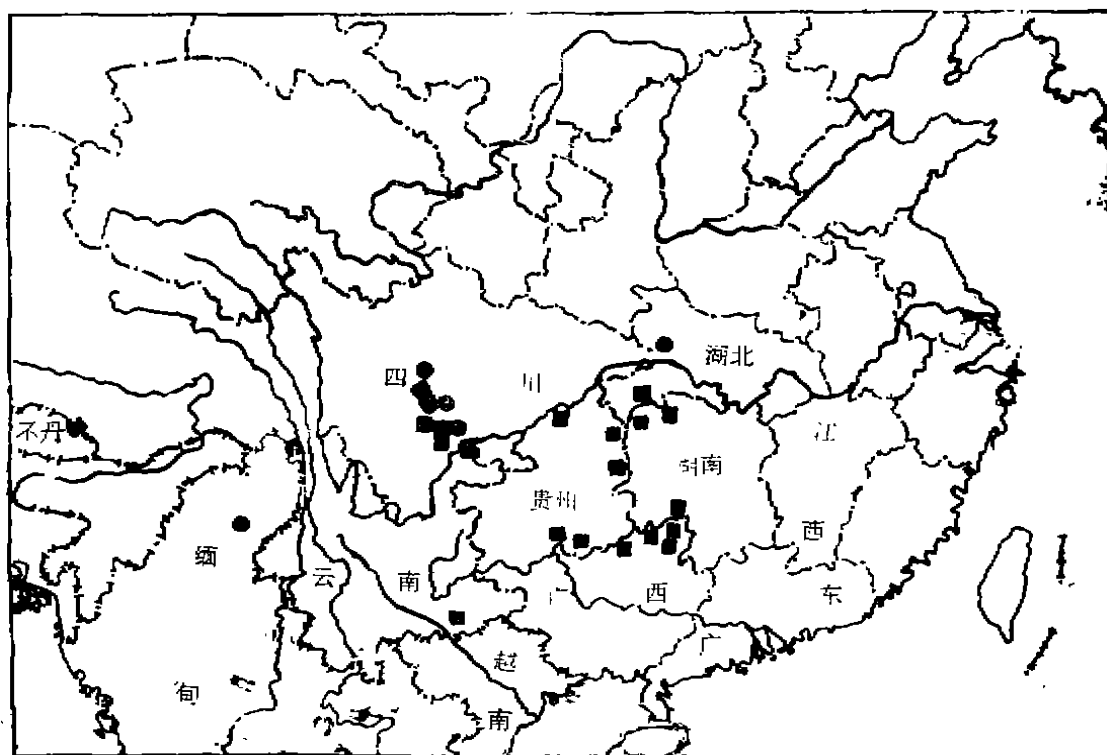


Fig. 1 The distribution of *Asteropyrum*

Solid circle = *A. peltatum*; solid square = *A. cavaleriei*; hollow square with smaller solid dot = intermediate individual but more similar to *A. cavaleriei*; hollow circle with smaller solid square = intermediate individual but more similar to *A. peltatum*.

化^[20], 我们推断在核型上裂叶星果草比星果草具有较高的演化水平。有趣的是, 花粉学证据也支持这种观点。星果草和裂叶星果草在花粉形态上的分化也相当明显。星果草的花粉为散沟型^[14-18], 但裂叶星果草的花粉为典型的散孔型 (图版 3: D-G), 因此在花粉萌发孔类型上, 裂叶星果草也比星果草具有较高的演化水平。

在外部形态上, 星果草和裂叶星果草的主要区别表现在植株大小和叶的形态上。前者植株较小, 叶也较小, 通常不分裂, 圆形; 后者植株较大, 叶也较大, 通常 5 浅裂或深裂, 五角形。我们检查了中国科学院植物研究所标本馆的有关标本, 发现根据外部形态特征, 二者通常可以清楚地分开, 但是有少数标本在形态上处于二者之间, 难于鉴定。根据标本记录和有关文献, 我们将“典型”的星果草和裂叶星果草以及难于鉴定的标本的分布填写成分布区图。在分布区图 (图 1) 上可以清楚地看出那些难于鉴定的标本都分布于四川西南部和云南东北部一带, 而这里又正好是星果草和裂叶星果草的分布区相邻接和重叠的地区。如上所

述,星果草和裂叶星果草在外部形态、染色体、花粉形态等方面有较明显的分化,但在外部形态上又有少数过渡类型;在地理分布上,二者已有较为独立的分布区,但分布区又有一定程度的重叠。根据这些事实,按照通常的亚种概念,如若我们草率行事,似乎颇有理由把星果草属处理为一个单种属,然后再分为两个亚种。但考虑到我们对星果草属的染色体和花粉的研究尚不深入,缺乏居群水平上的研究,不清楚居群内和居群间的变异,尤其缺少对四川西部和云南东北部一带植物的野外观察以及这些地区所产植物的细胞学和花粉学研究。我们认为对这个属的分类处理还是应采取谨慎的态度。我们在此只把问题提出,结论当在全面的研究之后才能做出。星果草属这样一个主要分布于我国的小属,在染色体、花粉、外部形态、地理分布等方面竟出现如此明显的相关分化,应当说是一个进行深入的物种生物学研究的良好材料。

2.2 打破碗花花

Anemone hupehensis Lem.

本种在我国分布较广,变异较大。我们研究的材料的染色体数目为 $2n=16$ (图版1:E, G),核型公式为 $2n=10m+4st+2t$ (2sat)。染色体参数见表2。核型类型属于2A。Heimbürger^[21]报道的栽培于意大利和德国的材料(原产地不详)的染色体数目和核型与本文结果一致。

2.3 粗齿铁线莲

Clematis apiifolia var. *argen-tilucida* (Lévl. et Vant.) W. T. Wang

两号材料的染色体数目均为 $2n=16$ (LY 92003, 图版1:F, 图版2:A, LY 920012, 图版2:B),都由10条m染色体、2条st染色体和4条t染色体组成,核型类型都属于2A,但其中一号材料(LY 92003)仅在第8对染色体的短臂上观察到随体,而另一号材料(LY 920012)在第7对和第8对染色体的短臂上都观察到随体,故他们的核型公式可分别表示为 $2n=16=10m+2st+4t$ (2sat)和 $2n=16=10m+2st+4t(4sat)$ 。张懿铨^[22]等报道了采自江苏宜兴的女娄(*C. apiifolia* var. *apiifolia*)的核型为 $2n=16=10m+4st+$

表2 裂叶星果草和打破碗花花的染色体参数

Table 2. The parameters of the chromosomes in *Asteropyrum cavaleriei* and *Anemone hupehensis*

Chromosome No.	<i>Asteropyrum cavaleriei</i> $2n=16=12m+2sm+2t$			<i>Anemone hupehensis</i> $2n=16=10m+4st+2t(sat)$		
	Relative length	Arm ratio	Type	Relative length	Arm ratio	Type
1	9.15+6.64	1.38	m	8.70+7.61	1.14	m
2	9.46+6.16	1.54	m	8.14+7.42	1.10	m
3	8.87+6.21	1.43	m	7.98+6.80	1.17	m
4	8.88+5.84	1.52	m	6.55+6.18	1.06	m
5	8.05+6.26	1.29	m	8.01+4.35	1.84	sm
6	5.36+4.63	1.16	m	8.08+1.83	4.42	st
7	5.74+2.80	2.05	sm	7.89+1.37	5.76	st
8	5.45+0.48	11.35	t	8.14+0.93	8.75	t(sat)

表3 粗齿铁线莲和扬子铁线莲的染色体参数

Table 3. The parameters of the chromosomes in *Clematis apiifolia* var. *argen-tilucida* and *C. ganipiniana*

Chromosome No.	<i>C. apiifolia</i> var. <i>argen-tilucida</i> (LY 92003) $2n=16=10m+2st+4t(2sat)$			<i>C. ganipiniana</i> $2n=10m+2st+4t(4sat)$		
	Relative length	Arm ratio	Type	Relative length	Arm ratio	Type
1	8.86+7.75	1.14	m	9.41+8.34	1.13	m
2	8.42+7.38	1.14	m	7.94+6.53	1.22	m
3	9.63+6.74	1.28	m	7.41+6.42	1.15	m
4	7.78+6.06	1.28	m	7.35+6.16	1.19	m
5	6.84+5.29	1.29	m	7.24+5.62	1.29	m
6	8.39+2.02	4.15	st	7.63+2.26	3.38	st
7	8.05+0.74	10.88	t	8.08+1.13	7.15	t(sat)
8	6.81+0.24	29.13	t(sat)	7.63+0.85	8.98	t(sat)

2t (2sat), 随体在第7对染色体短臂上。

2.4 杨子铁线莲

Clematis ganipiniana (Lévl. et Vant.) Tamura

染色体数目为 $2n=16$ (图版2: C), 核型公式为 $2n=10m+2st+4t$ (4sat), 第7、8对染色体的短臂上都具随体, 核型类型为2B。

龚维忠等^[29]通过对北京地区铁线莲属植物的核型研究, 总结出该属的核型的共同特征为: 第1至5对染色体均为具近中部着丝点(m)染色体, 第6对恒定地为具近端部着丝点(st)染色体, 第7对和第8对则根据不同的种, 变异于近端部或端部(st-t)着丝点之间, 具1对或2对随体, 随体均连在短臂上。我们这里的研究结果支持这一结论。

2.5 属毛茛

Ranunculus cantoniensis DC.

3号材料的染色体数目均为 $2n=16$ (LY 920028a, 图版2: D, F, LY 920016, 图版3: A; LY 92006: 图版3: B), 核型公式为 $2n=6m+4sm+6st$ (2sat)。随体出现在第7对st染色体的短臂上。核型类型属于3A。

本种是一个分布广, 形态变异较大的种, 与一些近缘种如 *R. silerifolius* Lévl., *R. chinensis* Bunge 等种类组成一个复合群^[30]。在《中国植物志》中, *R. silerifolius* 处理为属毛茛的异名^[31]。Tamura^[30]在检查了 *R. silerifolius* 的模式(采自我国贵州省平伐)后, 发现它们在形态上可以区分: 属毛茛的果实的喙较粗短, 先端不明显弯曲, 而 *R. silerifolius* 的果实的喙较细长, 先端强烈弯曲。日本产这两种植物的核型已有了深入的核型研究^[32-38]。在日本, 属毛茛普遍地为4倍体($2n=4x=32$), 少数植物为单体($4x-1$)或三体($4x+1$), 而 *R. silerifolius* 无例外地为2倍体($2n=2x=16$)。在属毛茛中, 根据随体的形态不同, 可以分为4个不同的细胞型, 但这些细胞型在地理分布上没有隔离, 呈同域分布。同样, 在 *R. silerifolius* 中, 也可以根据随体形态及其它染色体的变异分为4个细胞型, 而且这些细胞型在地理分布上不重叠, 在生殖上也有一定程度的隔离。Okada^[30]将 *R. chinensis* (该种的核型在种内相当稳定, 变异很小) 和 *R. silerifolius* 的不同细胞型进行杂交, 发现2倍体杂种繁育能力很低, 可育花粉的比例很小。通过人工多倍化以后, 植株繁育能力明显增高。在外部形态上, 这样得到的人工杂种正好在 *R. chinensis* 和 *R. silerifolius* 之间, 并与 *R. cantoniensis* 相似。据此, Okada 推断 *R. cantoniensis* 是通过 *R. chinensis* 和 *R. silerifolius* 杂交然后经过多倍化起源的; 由于 *R. cantoniensis* 与 *R. silerifolius*

表4 属毛茛和毛茛的染色体参数

Table 4. The parameters of the chromosomes in *Ranunculus cantoniensis* and *R. japonicus*

Chromosome No.	R. cantoniensis (LY 290016) $2n=16=6m+4sm+6st(2sat)$			R. japonicus $2n=14=6m+4sm+4st(2sat)$		
	Relative length	Arm ratio	Type	Relative length	Arm ratio	Type
1	8.26+7.49	1.10	m	11.40+9.85	1.16	m
2	7.83+5.41	1.45	m	9.90+8.66	1.14	m
3	9.76+3.43	2.85	sm	8.66+6.27	1.38	m
4	8.07+4.83	1.67	m	8.29+3.84	2.16	sm
5	9.18+2.66	3.45	st	8.66+3.42	2.53	sm
6	8.22+3.38	2.43	sm	8.97+1.76	5.10	st(sat)
7	9.18+1.69	5.43	st(sat)	8.04+2.28	3.53	st
8	8.11+2.46	3.30	st			

folius 在核型变异上表现出上述的对应关系。他推断这种起源是多元发生的。

我们这里通过对鉴定可靠的材料的研究,发现了国产禺毛茛的二倍体居群,因此我们很难接受 Okada 的观点。可惜目前尚缺乏关于我国的 *R. chinensis*、*R. silerifolius* 和 *R. cantoniensis* 的详细核型资料,使我们不能将其与日本产植物的核型进行比较,因此,对国产上述毛茛属植物实有必要进行更深入广泛的细胞学研究。

2.6 毛茛

Ranunculus japonicus Thunb.

染色体数目为 $2n=14$ (图版 2 : E, 图版 3 : C), 核型公式为 $2n=6m+4sm+4st$ (2sat), 第 6 对染色体短臂上具随体。核型类型为 3 B。

本种的核型已有多次报道 [19, 24-28]。Fujishima 对日本产本种植物的核型变异进行了深入的研究。他通过对来自 55 个不同产地共 520 个植株的研究,发现其染色体数目十分稳定,均为 $2n=14$, 随体总是连在第 7 对 st 染色体的短臂上。核型变异主要表现在随体大小上。根据随体大小可以将这些植物分为 3 个细胞型: TT 型, 第 7 对染色体的短臂上都有一个较大的随体,这一类型占 19.4%; tt 型, 短臂上的随体都较小, 占 53.3%; Tt 型, 随体一大一小, 占 26.9%。有两个植株仅一条染色体的短臂上有一较小随体, 另一条没有随体。他认为这种随体大小的变异不是制片过程中的人为因素造成的。这种细胞型的变异不与地理分布相关, 在同一居群中 3 种细胞型都可能出现, Tt 细胞型的减数分裂也很正常。此外, 在 7 个产地的材料中发现了 B 染色体, 但 B 染色体的数目不但在居群间和居群内有变化, 甚至于在同一植株的根中都有变化, 数目最多者可达 11 条。廖亮等对产于我国江西的本种一些植物进行了核型研究, 认为本种的基本核型可总结为 $2n=14=6m+4sm+4st$ (2sat), 但发现来自云居山的材料的核型有所差异, 除基本核型外, 还出现其它两种核型, 即 $2n=6m+4sm+4st$ (2sat) + 1 B 和 $2n=6m+6sm$ (2sat) + 2st, 前者核型变异表现在出现 B 染色体, 后者表现在随体染色体臂比发生改变, 由 st 染色体变成 sm 染色体, 但各细胞型所占比例未见报道。

本种分布较广, 数量多, 形态变异较大。对本种进行深入的细胞学研究, 探讨其核型变异与形态变异的关系, 当颇有意义。

致谢: 本文第一作者在学习研究毛茛科的过程中, 常请益于王文采教授, 随时得到先生的热情鼓励和亲切指导。湖南省新宁县林业局罗仲春先生在野外采集中给予热情帮助, 本所植物园石雷同志和本室陈岩同志代为精心栽培实验材料, 谨此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 Langlet, O. Über Chromosomenverhältnisse und Systematik der Ranunculaceae. Svensk Bot. Tidskr. 1932, 26 : 381—400.
- 2 Gregory, W. C. Phylogenetic and cytological studies in the Ranunculaceae Juss. Trans. Amer. Philos. Soc., 1941, 31 (5) : 443—497.

- 3 Okada, H. and Tamura M. Karyomorphology and relationship on the Ranunculaceae. Journ. Jap. Bot., 1979, 54(3) : 65—77.
- 4 Levan, A., Fredga K. and Sandberg A. A. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas, 1964, 52 : 201—220.
- 5 Stebbins, G. L. Chromosomal Evolution in Higher Plants. Edward Arnold, London., 1971, 87—90.
- 6 Tanaka, R. Recent Karyotype Studies. In K. Ogawa et al. (Eds.) Plant Cytology, Asakura Shoten, Tokyo., 1977, 293—326.
- 7 Drummond, J. R. and Hutchinson J. A revision of *Isopyrum* (Ranunculaceae) and its near allies. Kew Bull. 1920 : 145—169.
- 8 Hutchinson, J. Contributions towards a phylogenetic classification of flowering plants I. Kew Bull., 1923 : 65—89.
- 9 Janchen, E. Die systematische Gliederung der Ranunculaceen und Berberidaceen. Denkschr. Akad. Wiss. Wien Math. -Naturw. Kl., 1949, 108 (4) : 1—82.
- 10 肖培根, 王文采. 毛茛科一新属——人字果属. 植物分类学报, 1964, 9 (4) : 315—333.
- 11 Tamura, M. Morphology, ecology and phylogeny of the Ranunculaceae VIII. Sci. Rep. Osaka Univ., 1968, 17 (1) : 41—56.
- 12 Tamura, M. A new classification of the family Ranunculaceae 3. Acta Phytotax. Geobot., 1992, 43 (1) : 53—58.
- 13 Tamura, M. and Kosuge K. Classification of the Isopyroideae (Ranunculaceae). Acta Phytotax. Geobot., 1989, 40 (1—4) : 31—35.
- 14 Fu D. Z. Phylogenetic considerations on the subfamily Thalictrioideae (Ranunculaceae). Cathaya 1990, 2 : 181—190.
- 15 张芝玉. 星果草属、独叶草属、鸡爪草属的染色体和系统位置的探讨. 植物分类学报, 1982, 20 (4) : 402—409.
- 16 杨亲二, 龚 洵, 顾志建, 武全安. 云南 5 种毛茛科植物的染色体研究, 兼论星果草属和鸡爪草属的系统位置. 云南植物研究, 1993, 15 (2) : 179—190.
- 17 Kurita, M. Chromosome studies in Ranunculaceae. XVII. Karyotype of some species. Mem. Ehime Univ., sect. II (Sci.), ser. B (Biol.), 1960, 4 (1) : 59—66.
- 18 Kurita, M. Chromosome studies in Ranunculaceae XXIII. Mem. Ehime Univ., sect. II (Sci.), ser. B (Biol.), 1965, 5 (2) : 11—17.
- 19 Kurita, M. Chromosome studies in Ranunculaceae VIII. Karyotype and phylogeny. Rep. Biol. Inst. Ehime Univ. 1958, 5 : 1—14.
- 20 Lewitsky, G. A. The karyotype in systematics. Bull. Appl. Bot., 1931, 27 : 220—240.
- 21 Heimbürger, M. Cytotaxonomic studies in the genus *Anemone*. Can. J. Bot., 1959, 37 : 587—612.
- 22 张德钊, 贺士元. 国产 6 种铁线莲的染色体研究. 武汉植物学研究, 1990, 8 (2) : 115—121.
- 23 龚维忠, 龙雅宜, 李懋学. 北京地区铁线莲属植物的核型研究. 武汉植物学研究, 1985, 3 (4) : 371—379.
- 24 Kurita, M. Cytological studies in Ranunculaceae. I. The Karyotype analysis in the genus *Ranunculus*. Bot. Mag. Tokyo, 1955, 68 : 94—97.
- 25 Kurita, M. Chromosome studies in Ranunculaceae III. Inst., Ehime Univ., 1957, 2 : 1—8.
- 26 Hara, H. and Kurosawa S. Cytotaxonomical notes on the *Ranunculus acris* group in Japan., Bot. Mag. Tokyo. 1956, 69 : 345—352.
- 27 Fujishima, H. Karyotype variations of *Ranunculus japonicus* Thunb. Journ. Fac. Educ. Tottori Univ., Nat. Sci., 1986, 35 (1—2) : 43—54.
- 28 廖 亮, 徐玲玲, 杨涤清. 江西 5 种毛茛属植物核型研究. 植物分类学报, 1991, 29 (2) : 178—183.
- 29 廖 亮, 陈 晔. 毛茛在江西的核型变异. 植物分类学报, 1991, 29 (2) : 184—186.

- 30 Tamura, M. *Ranunculus cantoniensis* group in Japan. Journ. Geobot., 1978, 26 (2) : 34—40.
- 31 刘亮. 毛茛属. 中国植物志第28卷. 科学出版社, 北京: 1980, 255—331.
- 32 Okada, H. and Tamura M. Chromosome variations in *Ranunculus quelpaertensis* and its allied species. Journ. Jap. Bot., 1977, 52 : 360—369.
- 33 Fujishima, H. Karyotype variations of *Ranunculus cantoniensis* DC. from Japan. La Kromosomo, 1984, II—35—36 : 1101—1110.
- 34 Fujishima, H. and Kurita M. Chromosome studies in Ranunculaceae. XXVI. Variation in karyotype of *Ranunculus ternatus* var. *glaber*. Mem. Ehime Univ. Sci. B, 1974, VII (3) : 62—68.
- 35 Okada, H. On sexual isolation caused by karyotype variations in *Ranunculus silerifolius* Lév. Journ. Jap. Bot., 1981, 56 (2) : 41—49.
- 36 Fujishima, H. Geographical distribution of cytotypes in *Ranunculus silerifolius* Lév. in Japan. Journ. Fac. Educ. Tottori Univ., Nat. Sci., 1985, 34 (1) : 23—40.
- 37 Fujishima, H. Karyological studies on two cytotypes in *Ranunculus silerifolius* Lév. Journ. Fac. Educ. Tottori Univ., Nat. Sci., 1985, 34 (2) : 97—116.
- 38 Fujishima, H. Cytogenetical studies on the karyotype differentiation in *Ranunculus silerifolius* Lév. Journ. Fac. Educ. Tottori Univ. Nat. Sci., 1988, 37 (1) : 33—90.
- 39 Okada, H. Polyphyletic allopolyploid origin of *Ranunculus cantoniensis* (4x) from *R. silerifolius* (2x) × *R. chinensis* (2x). PL. Syst. Evol., 1984, 148 : 89—102.