

中国伞形科特有属的核型演化及地理分布*

潘泽惠 余孟兰 刘心恬 姚欣梅

(江苏省植物研究所, 南京 210014)
中国科学院

摘要 首次报道了我国伞形科10个特有属9种1变种14个居群的核型, 染色体基数分别为 $n=6, 8, 10$ 和 11 , 核型类型有 $2A, 3A$ 和 $4A$ 三种类型。根据各属的核型演化水平并结合其花粉形态, 初步确定东俄芹属 (*Tongoloa*)、环根芹属 (*Cyclorhiza*)、明党参属 (*Changium*) 和川明参属 (*Chuanminshen*) 是古特有属, 其余各属则处于中等或较高的演化水平上。同时初步讨论了各特有属在伞形科分类系统中的核型演化关系并比较了各主要分布区之间核型的演化水平, 发现横断山地区不仅特有属数目高, 染色体基数变化大, 且集中了核型较为原始和演化程度很高的类群, 极可能是伞形科特有属的起源和分化中心。

关键词 伞形科; 特有属; 核型; 地理分布

On karyotypes and geographical distribution of endemic genera in Umbelliferae from China
Pan Ze-Hui, Sheh Meng-Lan, Liu Xin-Tian and Yao Xin-Mei (Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014), *J. Plant Resour. & Environ.* 1995, 4(3): 1~8

Nearly 21 endemic and semi-endemic genera of Umbelliferae occur in China, in which 15 genera are distributed in Sino-Himalayan forest subkingdom and 6 genera in Sino-Japan forest subkingdom. The present paper first report the karyotypes of 10 endemic genera (including 1 semi-endemicgenus) with chromosome numbers $n = 6, 8, 10, 11$. The karyotype formulae are as follows; *Tongoloa silaifolia* (de Boiss.) Wolff $2n = 16 = 10m + 4sm + 2sm^{sat}$ (Qinbashan, Shaanxi); *Notopterygium incisum* Ting ex H. T. Chang $2n = 22 = 18m + 2sm + 2sm^{sat}$ (Songpan, Sichuan); *Cyclorhiza waltonii* (Wolff) Sheh et Shan $2n = 22 = 12m + 10sm$ (Lijiang, Yunnan); *Vicatia bipinnata* Shan et Pu $2n = 22 = 16m + 4sm + 2st^{sat}$ (Barkam, Sichuan); *Changium smyrnioides* Wolff $2n = 20 = 10m + 6sm + 4st$ (Xianning, Hubei) and $2n = 20 = 10m + 4sm + 4st + 2st^{sat}$ (Nanjing, Jiangsu); *Chamaesium thalictrifolius* Wolff $2n = 12 = 4sm + 6st + 2st^{sat}$ (Songpan, Sichuan); *Carlesia sinensis* Dunn $2n = 22 = 14m + 8sm$ (Qingdao, Shangdong), $2n = 22 = 14m + 6sm + 2st^{sat}$ (Yantai, Shangdong) and $2n = 22 = 16m + 6sm$ (Dandong, Liaoning); *Nothosmyrnium japonicum* Miq. var. *sutchuensis* de Boiss. $2n = 20 = 4sm + 16st$ (Wulong, Sichuan); *Chuanminshen violaceum* Sheh et Shan $2n = 22 = 10m + 10sm + 2st$ (Dangyang, Hubei) and $2n = 22 = 12m + 6sm + 2sm^{sat} + 2st$ (Jintang, Sichuan); *Arcuatopteris linearifolius* Sheh et Shan $2n = 22 = 4m + 4sm + 2sm^{sat} + 12st$ (Binchuan, Yunnan). The karyotypes of 7 genera belong to "2A" except those of *Arcuatopteris* "3A", *Chamaesium* and *Nothosmyrnium* "4A". By analysing the karyotypic evolution and combined with pollen morphology of 8 endemic genera (M. L. Sheh 1987), it is clear that *Tongoloa*, *Cyclorhiza*, *Changium* and *Chuanminshen* might be paleoendemic, and the others are intermediate genera in different evolution levels. Based on the comparison of

karyotypes among the main floristic areas of 10 endemic genera, it is found that many endemic genera with the most primitive and the most advanced are concentrated in Hengduan-Shan region of Sino-Himalayan forest subkingdom, therefore a conclusion might be obtained that the center of origin and diversity of endemic genera of Umbelliferae is in Hengduan-Shan region.

Key words Umbelliferae; endemic genus; karyotype; geographical distribution

特有现象是一个地区区系特征和区系发展的重要标志之一,也是一个类群历史发展的标志之一。中国伞形科植物共有95属,其中特有属16个、半特有属5个,是我国含特有属最多的科之一。其特点是在系统发生上多为孤立的单型或少型属,而在伞形科分类系统中却几乎具有各族、属中主要演化阶段的代表类型,在地理分布上大部分属集中于中国喜马拉雅森林植物亚区的横断山脉地区。本文根据核型演化和地理分布之间的“联合效应”,初步探讨伞形科特有属的起源、分布和系统演化关系。

1. 各特有属的种类、分布及核型分析

各特有属的地理分布依据吴征镒^[1]对分布区的划分进行讨论。核型分析采用常规方法。各属种的核型见图版 I, II, III, 分布区类型及核型比较见表1。

表1 中国伞形科特有属的分布区及核型

Tab 1 The floristic areas and karyotypes of endemic genera in Umbell. from China

分布区 Floristic area	种名 Species	n =	核型公式 Formula	核型 类型 Type	平均臂比 Ratio of Mean Arm	染色体 长度比 Ratio of L/S	产地 Locality
中国喜马拉雅森林植物亚区 Sino-Himalayan forest subkingdom							
横断山脉	<i>Tongolox silaifolia</i>	8	$2n = 16 = 10m + 4sm + 2sm^{sat}$	2A	1.62	1.40	陕西秦巴山
	<i>Notopterygium incisum</i>	11	$2n = 22 = 18m + 2sm + 2sm^{sat}$	2A	1.33	1.71	四川松潘
	<i>Cyclorhiza waltonii</i>	11	$2n = 22 = 12m + 10sm$	2A	1.66	1.44	云南丽江
	<i>Vicatia bipinnata</i>	11	$2n = 22 = 16m + 4sm + 2st^{sat}$	2A	1.63	1.74	四川马尔康
	<i>Chamaesium thalictrifolium</i>	6	$2n = 12 = 4sm + 6st + 2st^{sat}$	4A	3.24	1.47	四川松潘
	<i>Arcuatopteris linearifolia</i>	11	$2n = 22 = 4m + 4sm + 2sm^{sat} + 12st$	3A	2.70	1.81	云南宾川鸡足山
中国日本森林植物亚区 Sino-Japan forest subkingdom							
辽东山东半岛	<i>Carlesia sinensis</i>	11	$2n = 22 = 14m + 8sm$	2A	1.52	1.93	山东青岛崂山
			$2n = 22 = 14m + 6sm + 2st^{sat}$	2A	1.58	1.57	山东烟台昆崙山
			$2n = 22 = 16m + 6sm$	2A	1.57	1.93	辽宁丹东凤凰山
华东	<i>Changium smyrnioides</i>	10	$2n = 20 = 10m + 6sm + 4st$	2A	1.94	1.85	湖北咸宁
			$2n = 20 = 10m + 4sm + 4st + 2st^{sat}$	2A	2.18	1.82	江苏南京
华中	<i>Chauminshen violaceum</i>	11	$2n = 22 = 10m + 10sm + 2st (+1B)$	2A	1.83	1.42	湖北当阳
			$2n = 22 = 12m + 6sm + 2sm^{sat} + 2st$	2A	1.95	1.42	四川金堂
华中-华东	<i>Nothosmyrnium japonicum</i> var. <i>sutchuensis</i>	10	$2n = 20 = 4sm + 16st$	4A	3.78	1.47	四川武隆

1.1 美味芹族 *Smyrnieae*

1.1.1 东俄芹属 *Tongolox* 约10种,是伞形科特有属中种类最多的1个属,多数种类集中于横

断山脉地区,少数种延伸到中国-日本森林植物亚区的华北、华中和华东地区,生长于海拔820~4 300 m的山谷湿地、林下或高山草地。由于材料的限制,仅观察了分布于横断山脉东北角与华北黄土高原地区交界处的城口东俄芹(*T. silaifolia* (de Boiss.) Wolff)(图版 I:1),材料采自陕西秦巴山。染色体基数 $n=8$,核型公式为 $2n=16=10m+4sm+2sm^{sat}$,核型为2A型。而仅见于江西的牯岭东俄芹(*T. stewardii* Wolff),由于远离属的分布中心,海拔高度也低(820~950 m),形态上叶的末回裂片卵形或卵状披针形,具总苞片和小总苞片,也较特殊,伞形科分类学家一直对它的归属存在疑虑。作者^[4]曾报道其染色体基数 $n=11$,与城口东俄芹的基数显然不同,待得到更多的证据之后才能作出更妥当的分类处理。如该属作多基数处理,则 $n=11$ 是次生性演化,牯岭东俄芹代表着从属的分布中心向东扩散发展的进化类型。

1.1.2 环根芹属 *Cyclorhiza* 有2种,分布于横断山脉地区和东喜马拉雅地区,生长于海拔1 800~4 600 m的林下或灌丛草地。采于云南丽江的环根芹(*C. waltonii* (Wolff) Sheh et Shan)(图版 I:2),染色体基数 $n=11$,核型公式为 $2n=22=12m+10sm$,核型为2A型。

1.1.3 羌活属 *Notopterygium* 有4种,主要分布于横断山脉地区,部分向西北延伸至欧亚草原亚区的唐古特地区和亚洲荒漠亚区的中亚东部西南蒙古地区,东北方向则延伸至华北和华中地区。采于四川松潘的羌活(*N. incisum* Ting ex H. T. Chang)(图版 I:3),染色体基数 $n=11$,核型公式为 $2n=22=18m+2sm+2sm^{sat}$,类型为2A型。

1.1.4 凹乳芹属 *Vicatia* 是一个半特有属,我国有3种,分布于横断山脉地区,向南延伸至印度、巴基斯坦和尼泊尔,生于海拔2 700~4 700 m的山坡草地、林下或灌丛中,采于四川马尔康的少裂凹乳芹(*V. bipinnafa* Shan et Pu)(图版 I:4),染色体基数 $n=11$,核型公式为 $2n=22=16m+4sm+2st^{sat}$,核型为2A型。

1.1.5 明党参属 *Changium* 仅1种明党参(*C. smyrnioides* wolff)(图版 I:5),分布于华东地区,生长于海拔100~300 m的山坡岩石缝中。染色体基数 $n=10$,采于湖北咸宁的居群核型公式为 $2n=20=10m+6sm+4st$,采于江苏南京的居群作者^[3]已报道,核型为 $2n=20=10m+4sm+4st+2st^{sat}$,两个产地的居群核型均为2A型并具2对近中部着丝点染色体,其差异在于位置的不同,咸宁的居群在第3和第8对,南京的居群则在第1和第7对,此外,咸宁的居群仅2对近端着丝点染色体,而南京的居群有3对,在核型的不对称性程度上,略高于前者,这在地理分布上初步显示了该属从西向东扩散迁移的演化路线。

1.1.6 矮泽芹属 *Chamaesium* 有5种,分布于横断山脉地区,生长于海拔3 400~4 800 m的高山草甸。此属植物分布海拔高,形态极为特化,体态矮小,叶1回羽裂,小叶对生,卵形至圆形,全缘或3~6齿裂,果实次棱发达,是1个极易辨认的属。采于四川松潘的松潘矮泽芹(*C. thalictrifolium* Wolff)(图版 II:6),染色体基数 $n=6$,核型为 $2n=12=4sm+6st+2st^{sat}$,类型为相当进化的4A型,这是一个与形态特化相对应染色体基数小、沿着平均臂比逐渐增加的方向演化很高的类群。

1.2 阿米芹族 *Ammineae*

1.2.1 山茴香属 *Carlesia* 仅1种山茴香(*C. sinensis* Dunn),分布于华北的辽东-山东半岛地区,生长于海拔300~900 m的山崖石壁缝中,是一个生态上极为特化的小属。染色体基数 $n=11$,青岛崂山的居群(图版 2:7),核型为 $2n=22=14m+8sm$,烟台昆嵛山的居群(图版 I:8),核型为 $2n=22=14m+6sm+2st^{sat}$,丹东凤凰山的居群(图版 II:9),核型为 $2n=22=16m$

+6sm, 三个产地的居群核型均为2A型。余孟兰等^[2]曾报道本属具有较为进化的赤道收缩形花粉, 现三个居群有不同的核型组成, 充分说明这是一个形成较晚, 分化较活跃的属种。青岛崂山和烟台昆崙山两个居群, 在平均臂比和染色体长度比的差异都明显大于各自与丹东凤凰山居群的差异。在染色体长度比上, 崂山和凤凰山的居群完全相同, 也均有1~2对长染色体, 而在平均臂比上昆崙山和凤凰山的居群极接近, 且3对近中部着丝点染色体的位置完全相同, 均在第3、第7和第10对上, 因此总体来说, 烟台昆崙山和丹东凤凰山的居群更为接近, 可以设想在地史上某个时期, 山东和辽东两个半岛是连为一体的, 才可能有如此密切的区系亲缘。

1.2.2 白苞芹属 *Nothosmyrnium* 有2种2变种, 其中1种1变种孤立分布于东喜马拉雅地区, 另1种1变种广布于华中、华东和滇黔桂地区, 个别种类日本有栽培。生长于海拔200~3 400 m的山坡林下阴湿草地或河滩上。采于四川武隆的川白苞芹 (*N. japonicum* var. *sutchuensis* de Boiss.) (图版3:10), 染色体基数 $n=10$, 核型公式为 $2n=20=4sm+16st$, 核型为4A型, 也是一个沿着平均臂比逐渐增加的方向演化很高的类群。

1.3 前胡族 Peucedaneae

1.3.1 川明参属 *Chuanminshen* 仅1种川明参 (*C. violaceum* Sheh et Shan), 分布于华中地区, 生于海拔200~1 000 m的山坡草丛、林缘或沟旁。采于湖北当阳的野生居群(图版Ⅲ:11), 核型为 $2n=22=10m+10sm+2st(+1B)$, 采于四川金堂的栽培居群(图版Ⅲ:12), 核型为 $2n=22=12m+6sm+2sm^{el}+2st$, 两个居群的核型均为2A型, 其主要差别在于金堂的居群多了一对近中部着丝点染色体(第11对), 平均臂比也略高, 这或许是由于金堂地区长期栽培中人工选择所导致的变异和进化。

1.3.2 弓翅芹属 *Arcuatopteris* 有3种, 分布于横断山脉地区, 生长于海拔1 900~2 800 m的林缘或山坡草地。采于云南宾川鸡足山的条叶弓翅芹 (*A. linearifolius* Sheh et Shan) (图版Ⅲ:13), 染色体基数 $n=11$, 核型为 $2n=22=4m+4sm+2sm^{sm}+12st$, 核型为3A型。在各特有属中, 这是一个染色体最小型、沿着平均臂比和染色体长度比同时增加的方向演化较高的类型。

2. 各特有属的核型演化水平与系统发生的关系

核型演化水平主要依据平均臂比、染色体长度比和所属的核型类型进行比较。余孟兰等^[2]对伞形科特有属的花粉形态进行了研究, 并提出花粉形状演化的方向大体为菱形→椭圆形→长方形→赤道收缩形, 因此在讨论各特有属的演化水平时也将结合其花粉形态进行讨论。

2.1 各特有属在分类系统中的核型演化

(1) 美味芹族在伞形科芹亚科中是系统地位较为原始的一个类群, 包含的特有属最多, 有10属, 约为全科特有属数目的一半。从本次报道的6个属来看, 该族的特有属在染色体基数上变异性最大, 有 $n=6, 8, 10, 11$ 四个基数。染色体长度比的变异幅度为1.40~1.85, 平均臂比的幅度为1.33~3.24。其中, 矮泽芹属的基数最小($n=6$), 核型演化最高(4A型), 其余5属均为演化较低的2A型。东俄芹、环根芹和明党参等3属具较为原始的近菱形花粉, 而羌活属和矮泽芹属则具中等演化程度的椭圆形花粉, 凹乳芹属具较进化的近长方形花粉, 且果实胚乳深凹而特化, 综合细胞学和孢粉学资料可以初步确定东俄芹、环根芹和明党参等3属是本族中的古特有属, 而凹乳芹属、羌活属和矮泽芹属应为本族中处于中等演化水平或演化较高的属。

(2) 阿米芹族在芹亚科中是一个处于中等演化水平的类群, 有特有属7个, 本次仅报道2个, 但从这两个属的核型看, 变异性也较大, 染色体基数为 $n=10, 11$, 平均臂比的幅度为 $1.52\sim 3.78$, 染色体长度比的幅度为 $1.47\sim 1.93$ 。山茴香属的核型演化不高, 花粉形态为最进化的赤道收缩形, 但种下各居群核型有差异, 说明此属是一个形成较晚、分化活跃的属。白苞芹属则是沿着平均臂比增加的方向处于演化水平很高的属, 其核型也是国内外已报道的伞形科植物的核型中最为进化的核型之一。

(3) 前胡族在芹亚科乃至整个伞形科中是系统地位最高的一个类群, 仅2个特有属, 其基数均为 $n=11$, 平均臂比的幅度为 $1.83\sim 2.7$, 染色体长度比的幅度为 $1.42\sim 1.81$, 从平均臂比和染色体长度比来看, 弓翅芹属的核型演化水平平均远高于川明参属, 同时川明参属具近菱形花粉而弓翅芹属具椭圆→长方形花粉, 显然川明参属演化较低, 弓翅芹属演化较高。

2.2 各特有属在分布区的核型演化

伞形科21个特有属和半特有属中, 有15属分布于中国-喜马拉雅森林植物亚区, 6属分布于中国-日本森林植物亚区。本次报道的10个属中, 6个属集中分布于前一亚区的横断山脉地区, 4个属星散分布于后一亚区的华北、华中和华东地区。从表2看, 横断山脉的6个属, 染色体基数有 $n=6, 8, 11$ 三种类型, 染色体组总长度的变异幅度为 $29.46\sim 52.75\ \mu\text{m}$, 染色体长度比幅度为 $1.40\sim 1.81$, 平均臂比幅度为 $1.33\sim 3.24$, 核型有2A, 3A和4A三种类型; 辽东-山东地区仅1属(山茴香属), 染色体基数 $n=11$, 染色体组总长度幅度为 $35.77\sim 57.91\ \mu\text{m}$, 染色体长度比幅度为 $1.57\sim 1.93$, 平均臂比幅度为 $1.52\sim 1.58$, 核型为2A型; 为方便比较, 华中和华东暂且放在一起进行分析, 共3属, 染色体基数有 $n=10$ 和 11 两种类型, 染色体组总长度幅度为 $37.60\sim 53.30\ \mu\text{m}$, 染色体长度比幅度为 $1.42\sim 1.85$, 平均臂比幅度为 $1.83\sim 3.78$, 核型为2A和4A型。各地区相对比, 横断山脉地区种类最多, 均有最小的染色体基数、染色体组总长度、染色体长度比和平均臂比, 在染色体基数和核型上有最大的变异幅度, 且有最原始(东俄芹属、环根芹属)和最进化(矮泽芹属)的核型。因此, 横断山脉地区极可能是中国伞形科特有属的起源和分化中心。从这个中心向东和东北方向扩散、迁移, 随着海拔高度的逐渐降低, 生境条件的逐渐改变, 逐渐演化出中等或有较高演化水平的属。分布于华北的山茴香属是远离起源中心, 沿着染色体长度比逐渐增加的方向演化具较高演化水平的属, 而华中-华东地区的川明参属和白苞芹属则均是染色体长度比很低的属, 它们在紧靠起源中心但海拔高度大为降低或者在水平分布和垂直分布上均是跨度较大的地区, 沿着平均臂比逐渐增加的方向演化, 成为有着中等演化水平(川明参属)或演化水平很高(白苞芹属)的属。

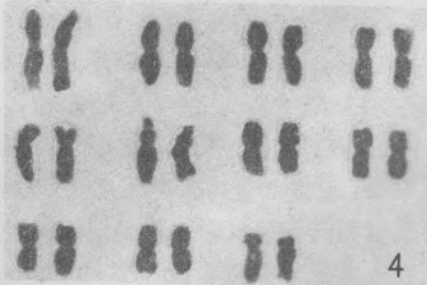
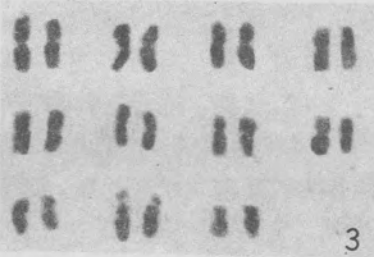
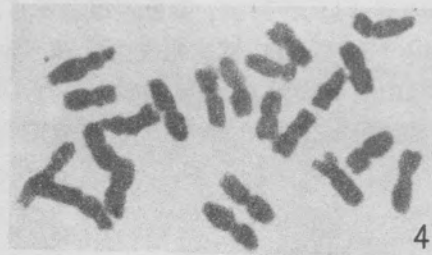
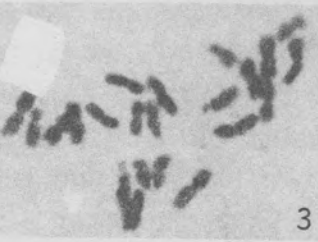
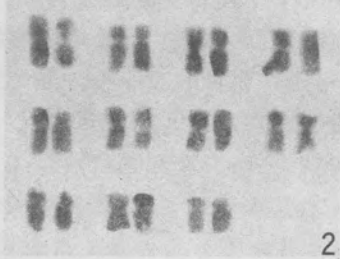
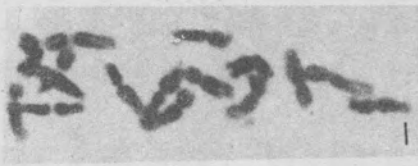
参 考 文 献

- 1 吴征镒. 1979; 云南植物研究 1(1): 1~23.
- 2 余孟兰, 舒 璞. 1987; 中国伞形科特有属的区系分析, 南京中山植物园研究论文集, 江苏科学技术出版社, 南京, 14~26.
- 3 潘泽惠, 吴竹君, 刘心恬. 1983; 明党参的染色体核型分析, 南京中山植物园研究论文集, 江苏科学技术出版社, 南京, 30~35.
- 4 潘泽惠, 秦慧贞, 吴竹君. 1985; 植物分类学报 23(2): 97~102.
- 5 Good R. 1974; The Geography of the Flowering Plants, Longman Group Ltd. London.

(责任编辑: 盛国英)

Pan Ze-Hui *et al.* : On karyotypes and geographical distribution of endemic genera
in Umbelliferae from China

图版 I
Platè I



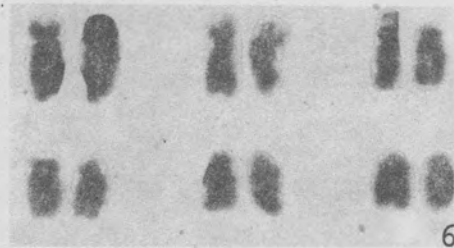
1. 城口东俄芹 *Tongkooa silaifolia*; 2. 环根芹 *Cyclothiza waltonii*; 3. 羌活 *Notopterygium incisum*; 4. 少裂凹乳芹 *Vicatia bipinnata*;
5. 明党参 *Changium smyrnicoides* (Xianning, Hubei).

Pan Ze-Hui *et al.* : On karyotypes and geographical distribution of endemic genera in Umbelliferae from China

图版 I
Plate I



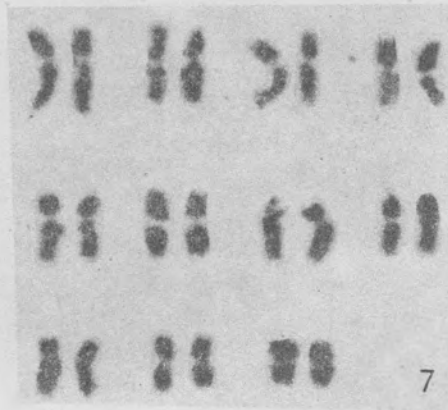
6



6



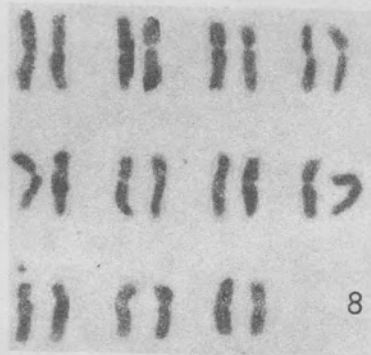
7



7



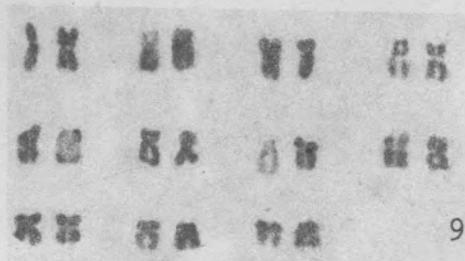
8



8



9

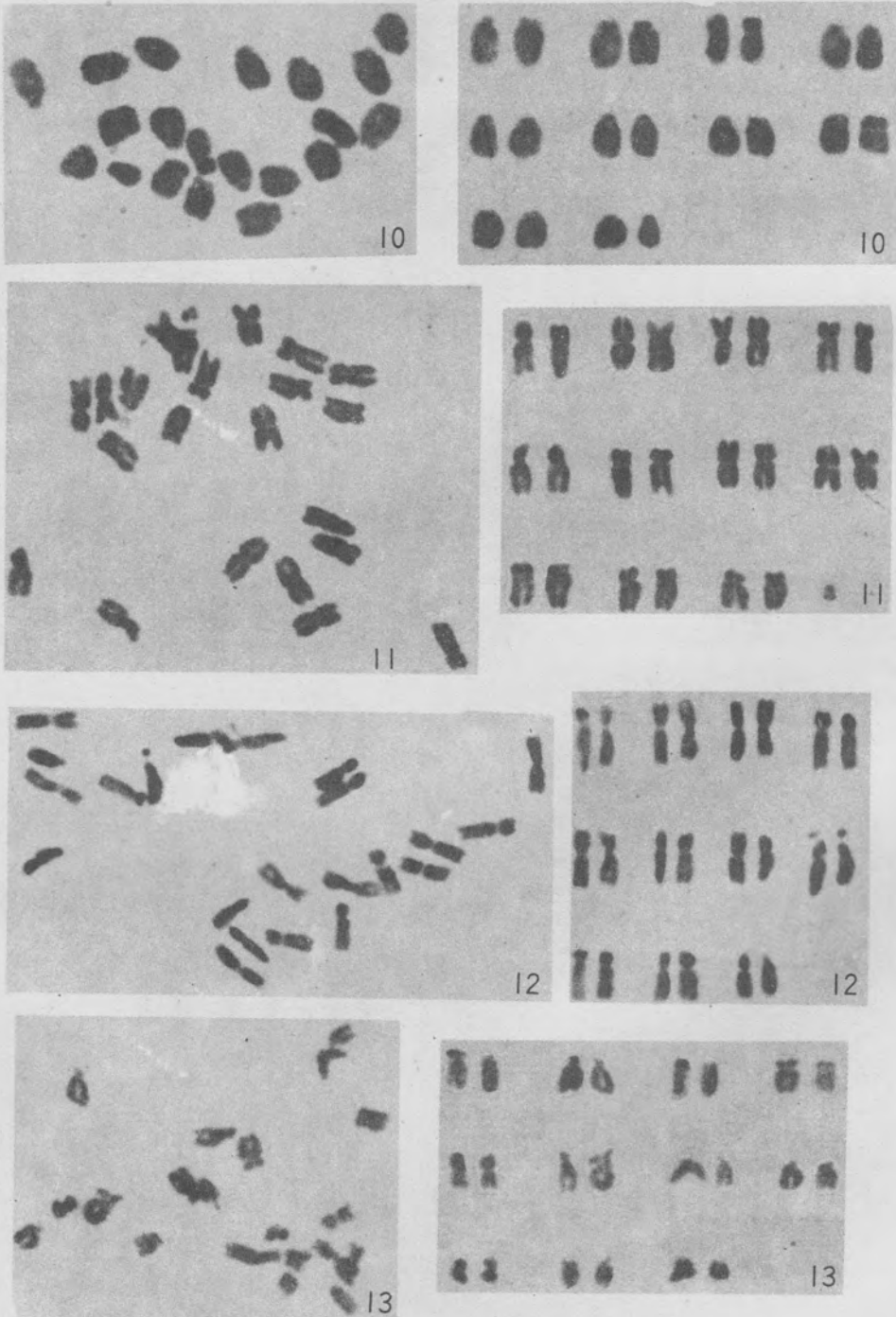


9

6. 松潘矮泽芹 *Chamaesium thalictrifolium*; 7~9. 山茴香 *Carlesia sinensis* (7—Laoshan, Qingdao, Shandong; 8—Kunyushan, Yantai, Shandong; 9—Fenghuangshan, Dandong, Liaoning).

Pan Ze-Hui *et al.* : On karyotypes and geographical distribution of endemic genera
in Umbelliferae from China

图版 III
Plate III



10. 川白苞芹 *Nothosmyrnium japonicum* var. *sutchuensis*; 11~12. 川明参 *Chuaminshen violaceum* (11—Dangyang, Hubei; 12—Jingtang, Sichuan); 13. 条叶弓翅芹 *Arcuatopteris linearifolia*.