

*Paphiopedilum* 属 9 taxaの核形態学的研究\*

唐 澤 耕 司\*\*

Karyomorphological studies on nine taxa of *Paphiopedilum*\*

Kohji Karasawa\*\*

## はじめに

*Paphiopedilum* 属の詳細な核形態学的研究は Karasawa (1979) により, 53種 5亜種 1変種 1品種について報告されて, その後, Karasawa & Aoyama (1980), Karasawa (1982) により新たに観察された 7種について核型が報告された。

今回新たに未報告な 7種 1変種を含む 9 taxa について, 核形態学的研究を行ったのでその結果を報告する。

## 材料および方法

本研究に用いた植物名, 産地, 個体数および染色体数を Table 1 に示した。

染色体の観察は Karasawa (1979) に準じて行った。すなわち, 伸長中の根の先端を切り取り, 18℃ 0.002 M 8-オキシキノリンで 4~5 時間前処理したものを, 5℃ 45% 酢酸で 5 分間固定処理した後に 60℃ 1 N 塩酸で 15 秒間解離し, 1% 酢酸オルセイン染色による押しつぶし法でプレパラートを作成した。

Table 1. Chromosome number of the 9 taxa of *Paphiopedilum* investigated

Taxon	Locality	Nos. of clone	Chromosome number (2n)
<i>Paph. malipoense</i>	Yunnan	3	26
<i>Paph. emarsonii</i>	Yunnan	1	26
<i>Paph. concolor</i>	Yunnan	1	26
<i>Paph. supardii</i>	Borneo Is.	1	26
<i>Paph. stonei</i> var. <i>latifolium</i>	Borneo Is.	1	26
<i>Paph. fowliei</i>	Palawan Is.	1	36
<i>Paph. robinsonii</i>	Malay	1	38
<i>Paph. johorensis</i>	Malay	1	40
<i>Paph. x wardii</i>	Burma	2	41

\* Contribution from the Hiroshima Botanical Garden No. 32

\*\* The Hiroshima Botanical Garden

Bulletin of The Hiroshima Botanical Garden, No8:23-42, 1986.

## 観 察 結 果

今回観察した9 taxaの静止期核ではいずれも多数の染色小粒とともに10~15個の濃染する形や大きさが不揃いな染色中央粒が観察された。この静止期核の形態は Tanaka (1971) の分類による複雑染色中央粒型に該当し、本属の他の種と異なるところはなかった (cf. Karasawa 1979)。

体細胞分裂前期染色体はオルセインで一様に濃染され従来の観察と同じ結果であった。

中期染色体は各 taxa 毎にそれぞれ特有の核型を示した。その観察結果は以下のとおりである。

### 1. *Paphiopedilum malipoense* S. C. Chen et Tsi, $2n=26$ , Table 1, 2, Fig. 1.

本種は、1947年に K. M. Feng が中国雲南省の麻栗坡で採集した標本から S. C. Chen と Tsi Zhan-huo が新種であることを見出し、1984年に記載した新しい種である。

本種は *Parvisepalum* 亜属に属し、葡萄茎が多少横走し、数葉をつける。葉は長楕円形、長さ10~20 cm、革質、全体に波打ち、縁は微鋸歯がある。歯の表面は暗緑色と緑白色の斑紋様、裏面は淡い緑色地に暗紫色の細かい横縞紋様がある。

花茎は直立し、長さ30~40 cm、1花をつける。花は径7~8 cm、淡緑色に褐色の細点がある。弁質は柔かい。上萼片と側花弁は長卵形、長さ4~4.5 cm。唇弁の袋の縁は内へ巻く。仮雄蕊は卵形、縁は後方へ曲り、淡緑白色で下半部は黒紫色である。

本種の染色体数は3個体で  $2n=26$  を算定した。分裂中期染色体について長さや動原体の位置を測定し、その結果を Table 2 に示した。

$2n=26$  個の中期染色体は、長さが  $8.0\mu\text{m}$  から  $7.8\mu\text{m}$  までの範囲で変異する4個の大型染色体と長さが  $6.1\mu\text{m}$  から  $3.0\mu\text{m}$  までの範囲で勾配的に小さくなっている22個の小型染色体とから構成される二相的核型を示していた。第1, 2番目の2個の染色体は腕比がそれぞれ1.7と1.9の範囲にあり次中部動原体型であったが、第3, 4番目の2個の染色体は腕比がそれぞれ1.5と1.4で中部動原体型であった。第5~26番目の22個の染色体は腕比が1.0~1.6の範囲にあり中部動原体型であった。

以上のように、本種の  $2n=26$  個の中期染色体は4個の大型染色体と22個の小型染色体とからなる二相的核型を示している点で本属の他の  $2n=26$  の種と共通した特徴を示す。本種の核型は *Parvisepalum* 亜属に含まれる近縁の種の核型に比べて4個の大型染

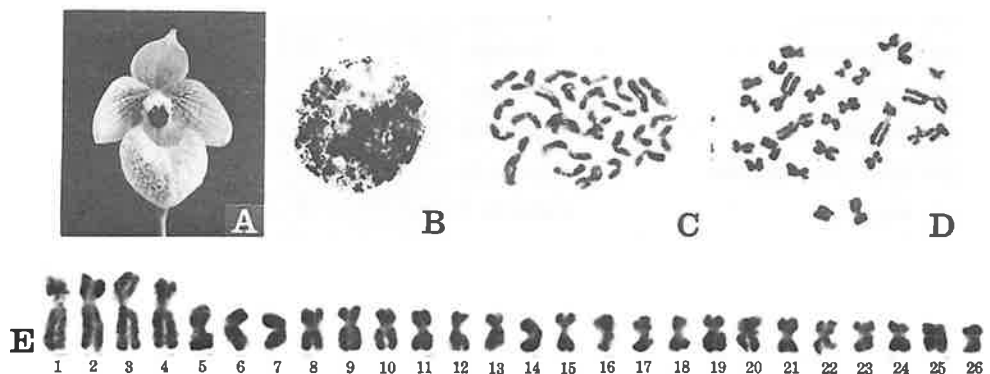


Fig. 1. *Paphiopedilum malipoense*,  $2n=26$ .

A, flower. B, chromosomes at resting stage. C, chromosomes at mitotic prophase. D, chromosomes at mitotic metaphase,  $2n=26$ . E, individual chromosomes at mitotic metaphase. A,  $\times 0.3$ . B-D,  $\times 600$ . E,  $\times 1200$ .

染色体が高い腕比 (1.4~1.9) をもつ点で特徴づけられる。

2. *Paphiopedilum emarsonii* Koopowitz et Cribb, 2n=26, Table 1, 3, Fig. 2.

本種は中国雲南省に産し, 1986年に H. Koopowitz と P. Cribb が記載した最も新しい種である。

本種は *Parvisepalum* 亜属に属する。葉は数枚つき, 長舌形, 長さ15~23cm, 草質, 緑色で脈は濃緑色。1茎に1花をつける。花は平開し, 径8.5~9.5cm, 白色。弁質は柔かい。上萼片は長卵形, 長さ4~4.5cm。側花弁は倒広卵形。花被片には白色短毛を生ずる。唇弁はきんちゃく形, 縁は内へ巻く。仮雄蕊は長卵形で長さ約2cm, 縁は後方へ曲り中央に縦溝がはいり, 淡黄色地に濃褐色の縦に長い斑が密にはいる。

本種の染色体数は1個体で $2n=26$ を算定した。分裂期中期染色体について長さ動原体の位置を測定し, その結果を Table 3 に示した。

$2n=26$ 個の中期染色体は, 長さが $10.3\mu\text{m}$ から $7.2\mu\text{m}$ までの範囲で変異する4個の大型染色体と長さが $6.9\mu\text{m}$ から $3.7\mu\text{m}$ までの範囲で勾配的に小さくなっている22個の小型染色体とから構成される二相的核

型を示していた。第1, 2番目の2個の染色体は, 長さが $10.3\mu\text{m}$ と $10.1\mu\text{m}$ で, 腕比がそれぞれ1.2と1.1で中部動原体型であった。第3, 4番目の2個の染色体は長さが $8.6\mu\text{m}$ と $7.2\mu\text{m}$ であった。第3番目の染色体は腕比が2.9で次中部動原体型であった。第4番目の染色体は腕比が3.8で次端部動原体型であった。第5~26番目の22個の染色体の腕比は1.0~1.6の範囲にあり中部動原体型であった。

以上のように, 本種の核型は第3, 4番目の染色体が第1, 2番目の染色体に比べて明らかに小さいこととその腕比が極めて高い (2.9と3.8) こととで特徴づけられる。

3. *Paphiopedilum concolor* (Par. et Batem.) Pfitz.,  $2n=26$ , Table 1, 4, Fig. 3.

本種は *Brachypetalum* 亜属に属する。インドシナ半島の広い地域に分布し, 形態的に多型で変異が大きい。今回観察した個体は中国雲南省産のもので, 従来から知られていた産地のものとは形態的にも異なる。すなわち, 花茎がより大きく, 花被片は幅が広い。上萼片と側花弁にはさらに大きな細点が一様にはいる。仮雄蕊は他の産地のものが菱形状心形で先が尖るのに対して, 今回観察した個体のもは楕

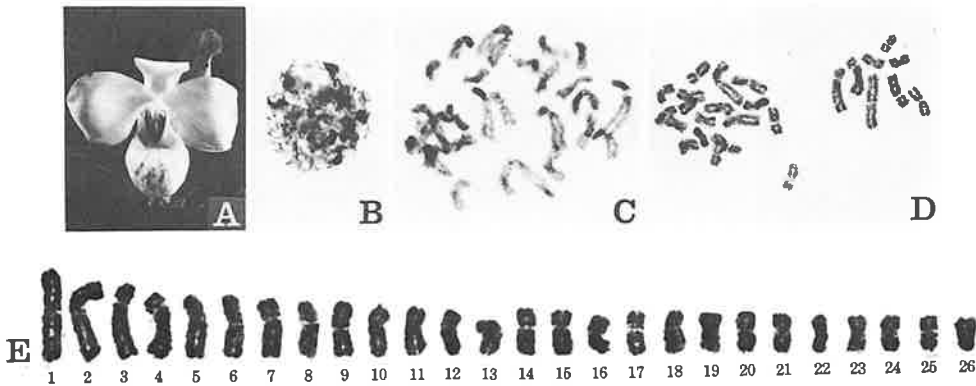


Fig. 2. *Paphiopedilum emarsonii*,  $2n=26$ .

A, flower. B, chromosomes at resting stage. C, chromosomes at mitotic prophase. D, chromosomes at mitotic metaphase,  $2n=26$ . E, individual chromosomes at mitotic metaphase. A, x0.3. B-D, x600. E, x1200.

円形で先は歯状になる。

本種の染色体数は1個体で $2n=26$ を算定した。この染色体数は従来の報告と一致した (cf. Karasawa 1979) 分裂期中期染色体について長さや動原体の位置を測定し、その結果を Table 4 に示した。

$2n=26$ 個の中期染色体は、長さが $11.8\mu\text{m}$ から $9.3\mu\text{m}$ までの範囲で変異する4個の大型染色体と長さが $8.8\mu\text{m}$ から $4.2\mu\text{m}$ までの範囲で勾配的に小さくなっている22個の小型染色体とから構成される二相的核型を示していた。第1~4番目の4個の染色体は腕比が $1.0\sim 1.1$ の範囲にあり中部動原体型であった。第5~26番目の22個の染色体のうち、第23, 25, 26番目の3個の染色体は腕比が $1.8\sim 1.9$ の範囲にあり次中部動原体型であったが、残りの19個の染色体は腕比が $1.0\sim 1.6$ の範囲にあり中部動原体型であった。第10番目の染色体は長腕の端部に二次狭窄をもちその付随体の大きさは $1.1\mu\text{m}$ であった。

以上のように、本種の $2n=26$ 個の中期染色体は Karasawa (1979) が報告した *P. concolor* の2つの Type の核型のいずれとも異なる核型を示した。第10番目の付随体染色体は *P. concolor*, Type 2 の第15, 16番目の付随体染色体と同じ形態であった。このことから本変種の成立に *P. concolor*, Type 2

が関与していることがわかる。

#### 4. *Paphiopedilum supardii* Bream et Loeb., $2n=26$ , Table 1, 5, Fig. 4.

本種は H. Supardi がボルネオの Kuala Papas で発見し、1985年に G. J. Braem らが種として記載した。

本種は *Polyantha* 亜属に属する大型の多花性種で、*P. stonei* に類似する。葉は緑色、長さ $50\sim 60\text{cm}$ 、帯状、革質、光沢がある。花は数花つき、縦の長さ $9\sim 10\text{cm}$ 。上萼片は卵形、先は尖り長さ約 $5\text{cm}$ 、淡緑黄色地に褐紫色の縦筋が $7\sim 9$ 本はいる。側花弁は線状被針形、長さ約 $8\text{cm}$ 、先は不規則に振れて曲り、濃褐紫色の斑点がはいる。唇弁は長さ約 $4.5\text{cm}$ で褐色。仮雄蕊は卵形、縁には褐色の短毛を密生する。

本種の染色体数は1個体で $2n=26$ を算定した。分裂期中期染色体について長さや動原体の位置を測定し、その結果を Table 5 に示した。

$2n=26$ 個の中期染色体は、長さが $12.7\mu\text{m}$ から $11.8\mu\text{m}$ までの範囲で変異する2個の大型染色体と長さが $9.5\mu\text{m}$ から $3.1\mu\text{m}$ までの範囲で勾配的に小さくなっている24個の小型染色体とから構成される二相的核型を示していた。第1~26番目の26個の染色体のす

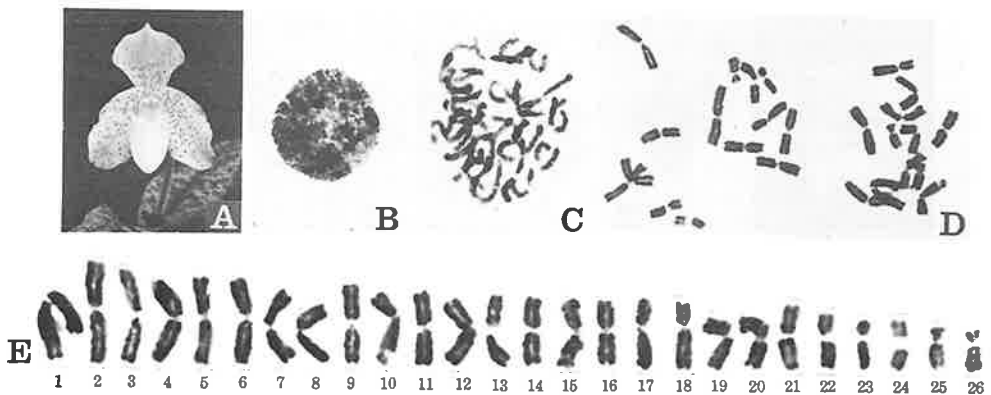


Fig. 3. *Paphiopedilum concolor*,  $2n=26$ .

A, flower. B, chromosomes at resting stage. C, chromosomes at mitotic prophase. D, chromosomes at mitotic metaphase,  $2n=26$ . E, individual chromosomes at mitotic metaphase. A,  $\times 0.3$ . B-D,  $\times 600$ . E,  $\times 1200$ .

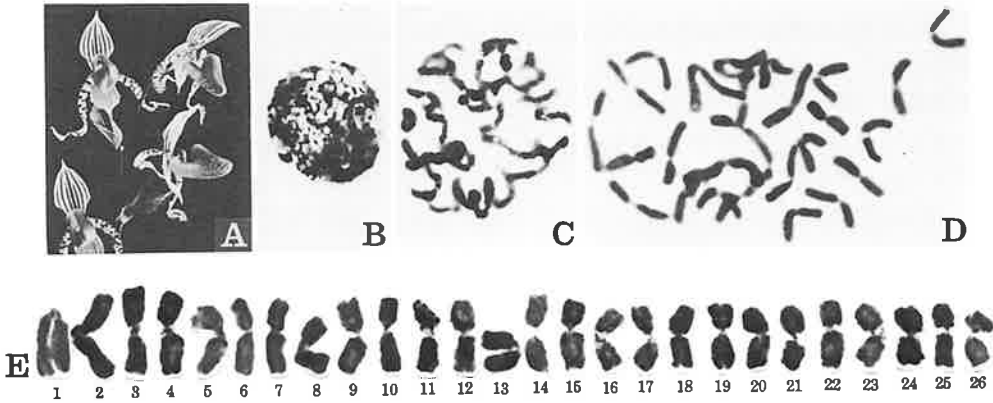


Fig. 4. *Paphiopedilum supardii*,  $2n=26$ .

A, flower. B, chromosomes at resting stage. C, chromosomes at mitotic prophase. D, chromosomes at mitotic metaphase,  $2n=26$ . E, individual chromosomes at mitotic metaphase. A,  $\times 0.2$ . B-D,  $\times 600$ . E,  $\times 1200$ .

べてが腕比が1.0~1.4の範囲にあり中部動原体型であった。

以上のように、本種の $2n=26$ 個の中期染色体は2個の大型染色体をもつ点で本属の他の $2n=26$ の種と異なる特徴をもつ。本種は *P. stonei* に近縁であるとされているが核型のうえでは第3, 4番目の2個の染色体が小さいことで区別できる。

5. *Paphiopedilum stonei* (HK. f.) Stein var. *latifolium* hort.,  $2n=26$ , Table 1, 6, Fig. 5.

本種は Polyantha 亜属に属し、立花吉茂がボルネオの Sabah で1964年に採集した。基本種に比べ葉が幅広く波状となるため一般に上記の名で栽培されている。花茎は直立し、2~5花をつける。花は径約20cm。上萼片は長さが約5cm、黄色地に濃褐色の縦筋がはいる。花弁は長さが約11cm、淡緑黄色地に褐

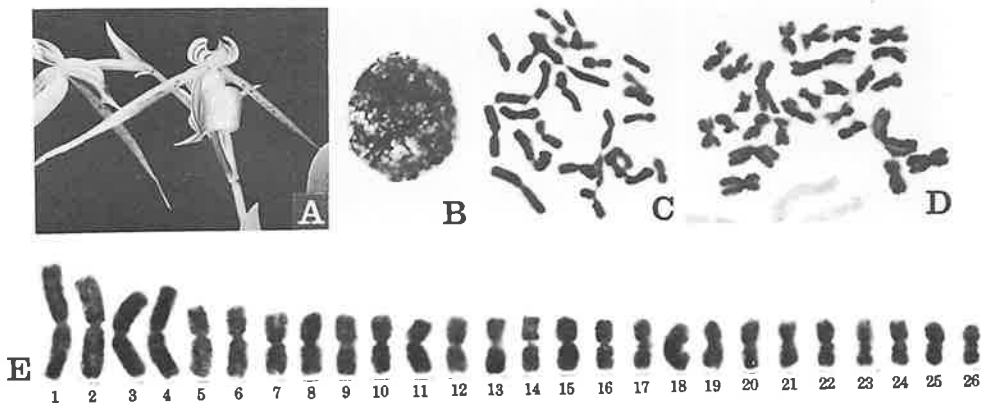


Fig. 5. *Paphiopedilum stonei* var. *latifolium*,  $2n=26$ .

A, flower. B, chromosomes at resting stage. C, chromosomes at mitotic prophase. D, chromosomes at mitotic metaphase,  $2n=26$ . E, individual chromosomes at mitotic metaphase. A,  $\times 0.2$ . B-D,  $\times 600$ . E,  $\times 1200$ .

色の斑点がはいる。唇弁は前方へ突出し、褐色の脈が網状にはいる。仮雄蕊は卵形、先は3突出し、上部の縁に黄褐色の短毛を生ずる。

本種の染色体数は1個体で $2n=26$ を算定した。分裂期中期染色体について長さや動原体の位置を測定し、その結果をTable 6に示した。

$2n=26$ 個の中期染色体は、長さが $12.5\mu\text{m}$ から $10.4\mu\text{m}$ までの範囲で変異する4個の大型染色体と長さが $7.8\mu\text{m}$ から $4.2\mu\text{m}$ までの範囲で勾配的に小さくなっている22個の小型染色体とから構成される二相的核型を示していた。第1~4番目の4個の染色体は腕比が $1.0\sim 1.1$ の範囲にあり中部動原体型であった。第5~26番目の22個の染色体は腕比が $1.0\sim 1.5$ の範囲にあり中部動原体型であった。第17, 18, 21~26番目の8個の染色体には動原体の近くに小さいくびれが観察された。

以上のように、本種の $2n=26$ 個の中期染色体はKarasawa (1979) が報告した *P. stonoi* の核型と同じ形態を示した。

6. *Paphiopedilum fowliei* Birk,  $2n=36$ , Table 1, 7, Fig. 6.

本種は1979年に P. Matto がフィリピンのパラワン島で発見し、1981年、L. A. Birk が記載した。

本種は *Sigmatopetalum* 亜属に属し、隣接するピサヤン島に産する *P. hennisianum* に似て、より小型。花弁は幅狭く、斜下方へ伸び、先端はねじれる。葉は数枚つき、長楕円形、長さ $10\sim 14\text{cm}$ 、灰緑色と濃緑色の斑紋様。花茎は直立し、長さ $20\sim 28\text{cm}$ 、1花をつける。花は径約 $9\text{cm}$ 。上萼片は広楕円形、先は尖り長さ $4\sim 6\text{cm}$ 、黄白色地に濃紫緑色の縦筋が約11本はいる。花弁は狭舌形、黄緑色で弁端は紫紅色を帯び、脈は濃緑色、上縁には濃紫褐色の疣と短毛を生ずる。唇弁の縁は外へ向き、耳がある。仮雄蕊は *P. hennisianum* のそれと似ている。

本種の染色体数は1個体で $2n=36$ を算定した。分裂期中期染色体について長さや動原体の位置を測定し、その結果をTable 7に示した。

$2n=36$ 個の中期染色体のうち、第1, 2番目の2個の染色体は長さがそれぞれ $10.3\mu\text{m}$ と $8.5\mu\text{m}$ ありそ

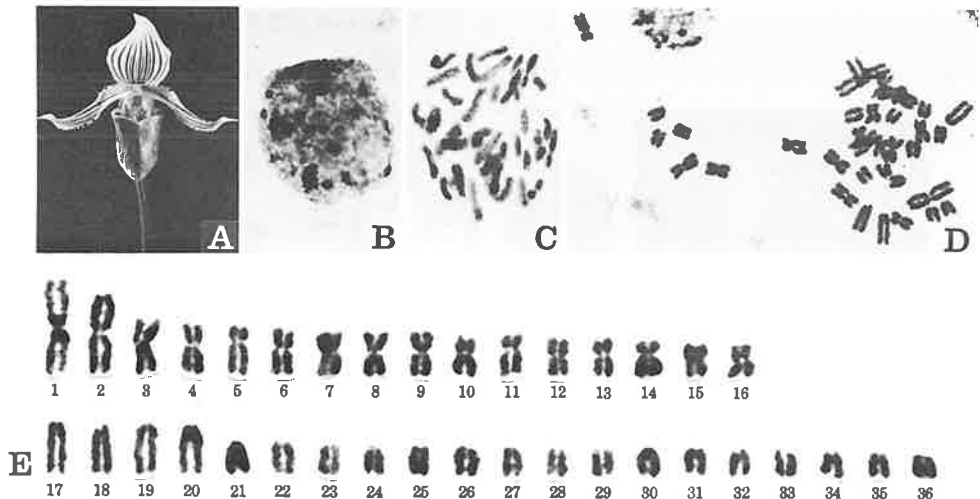


Fig. 6. *Paphiopedilum fowliei*,  $2n=36$ .

A, flower. B, chromosomes at resting stage. C, chromosomes at mitotic prophase. D, chromosomes at mitotic metaphase,  $2n=36$ . E, individual chromosomes at mitotic metaphase. A,  $\times 0.3$ . B-D,  $\times 600$ . E,  $\times 1200$ .

れ以下の染色体に比べて明らかに大きく、腕比がそれぞれ1.0と1.1で中部動原体型であった。

第3～16番目の14個の染色体は長さが4.0 $\mu$ mから2.4 $\mu$ mまでの範囲で勾配的に小さくなっていった。このうち第5, 11番目の2個の染色体は腕比がそれぞれ2.8と1.7で次中部動原体型であったが、他の12個の染色体は腕比が1.0～1.4の範囲にあり中部動原体型であった。

第17～36番目の20個の染色体はいずれも動原体が末端部に位置しており端部動原体型であった。このうち、第17～20番目の4個の染色体は長さが3.8～3.5 $\mu$ mの範囲にあり、第21番目以下の染色体に比べて明らかに大きかった。

以上のように、本種の2n = 36個の中期染色体は16個の中部動原体的染色体と20個の端部動原体的染色体とで構成されている。Karasawa (1979) が報告し

たように本属の2n = 26以上の染色体数をもつ種では動原体切断により染色体数が増加している。端部動原体的染色体2個を中部動原体的染色体1個に換算すると本種の核型は2n = 16V + 20I = 26V と考えることができる。本種は花の形態が *P. urubanianum* (2n = 40) および *P. hennesianum* (2n = 36) に似るが、核型は両種のそれとは明らかに異なりむしろ *P. lawrenceanum* (2n = 36) の核型に類似する。

7. *Paphiopedilum robinsonii* (Ridl.) Ridl., 2n = 38, Table 1, 8, Fig. 7.

本種は1908年に H. N. Ridley らがマレー半島の Gunong Tahan で発見し、1915年に記載した。

本種は *Sigmatopetalum* 亜属に属し、葉は卵状被針形で緑色と灰緑色の鮮明な斑紋様。花径は8～10 cm。上萼片は長さ約3 cm、淡緑色に緑色の縦筋がは

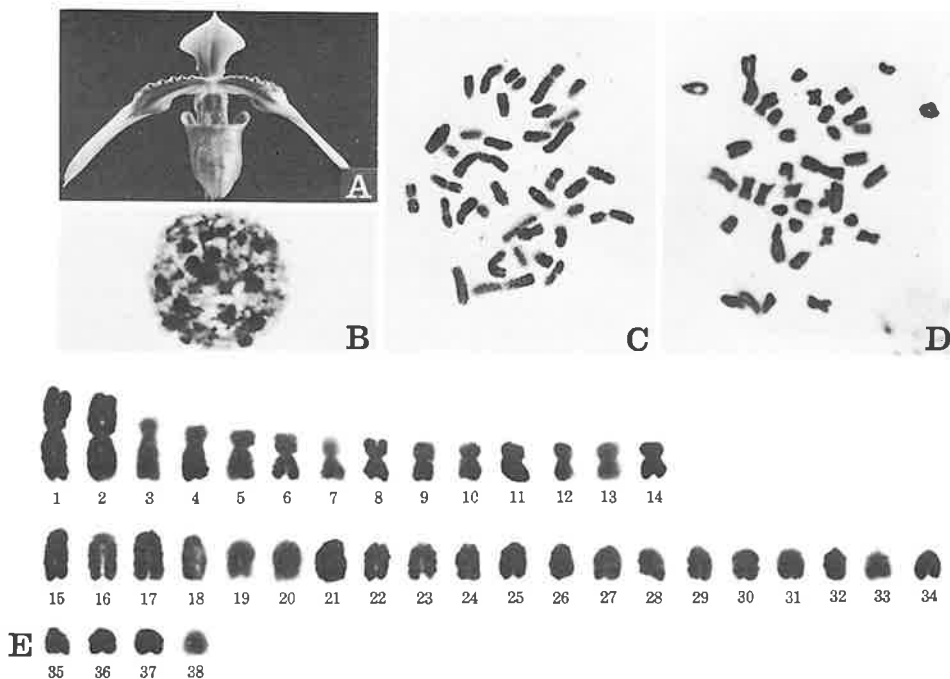


Fig. 7. *Paphiopedilum robinsonii*, 2n = 38.

A, flower. B, chromosomes at resting stage. C, chromosomes at mitotic prophase. D, chromosomes at mitotic metaphase, 2n = 38. E, individual chromosomes at mitotic metaphase. A, x0.4. B-D, x600. E, x1200.

いる。側花弁はへら形、緑色で弁端は紫紅色を帯び、基部上縁には多数の細点がある。唇弁の袋は大きく、縁は外を向き、耳は大きい。仮雄蕊は菱形状広心形で幅広い。

本種の染色体数は1個体で $2n = 38$ を算定した。分裂期中期染色体について長さや動原体の位置を測定し、その結果を Table 8 に示した。

$2n = 38$ 個の中期染色体のうち、第1, 2番目の2個の染色体は長さがそれぞれ $10.2\mu\text{m}$ と $9.8\mu\text{m}$ ありそれ以下の染色体に比べて明らかに大きく、腕比がそれぞれ1.1と1.0で中部動原体型であった。

第3~14番目の12個の染色体は長さが $6.7\mu\text{m}$ から $4.0\mu\text{m}$ までの範囲で勾配的に小さくなっていった。このうち第3, 4番目の2個の染色体は腕比がそれぞれ2.2と1.9で次中部動原体型であったが、他の10個の染色体は腕比が1.0~1.6の範囲にあり中部動原体型であった。

第15~38番目の24個の染色体はいずれも動原体が

末端部に位置しており端部動原体型であった。このうち、第15~18番目の4個の染色体は長さが $5.4\sim 5.1\mu\text{m}$ の範囲にあり、第19番目以下の染色体に比べて明らかに大きかった。

以上のように、本種の $2n = 38$ 個の中期染色体は14個の中部動原体的染色体と24個の端部動原体的染色体とで構成されている。すなわち本種の核型は $2n = 38 = 14V + 24I = 26V$ と考えることができる。本種は花の形態が *P. appletonianum* ( $2n = 38$ ) に似るが、核型のうえでは第3, 4番目の2個の染色体が次中部動原体型である点で区別できる。

#### 8. *Paphiopedilum johorensis* Fowl. et Yap, $2n = 40$ , Table 1, 9, Fig. 8.

本種は1965年に K. F. Yapがマレー半島南部の Gunong Panti で発見し、1968年に Yap と J. A. Fowlie が記載した。

本種は *Sigmatopetalum* 亜属に属し、*P. bul-*

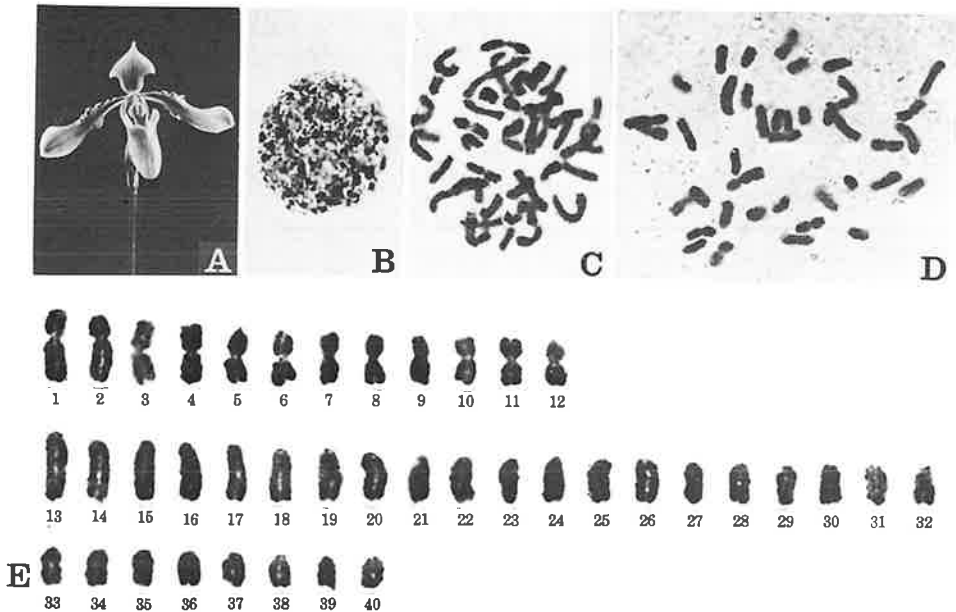


Fig. 8. *Paphiopedilum johorensis*,  $2n = 40$ .

A, flower. B, chromosomes at resting stage. C, chromosomes at mitotic prophase. D, chromosomes at mitotic metaphase,  $2n = 40$ . E, individual chromosomes at mitotic metaphase. A,  $\times 0.3$ . B-D,  $\times 600$ . E,  $\times 1200$ .



*lenianum* に似る。葉は数枚つき、卵状被針形、長さ約20cm、表面は青味がかった緑でかすかに斑紋様はいる。花茎は直立し、1花をつける。花茎は約9cm。上萼片は長さ約3.5cm、淡緑色に濃緑色の縦筋はいる。側花弁は斜め下方に開張し、基部は淡緑色、先端は桃色、中央部には褐色の点がいる。仮雄蕊は *P. bullenianum* に比べ幅が広い。

本種の染色体数は1個体で  $2n = 40$  を算定した。分裂期中期染色体について長さと動原体の位置を測定し、その結果を Table 9 に示した。

$2n = 40$  個の中期染色体のうち、第1～12番目の12個の染色体は長さが  $7.5\mu\text{m}$  から  $4.9\mu\text{m}$  までの範囲で勾配的に小さくなっていった。このうち第2番目の1個の染色体は腕比が1.8で次中部動原体型であったが、他の11個の染色体は腕比が1.0～1.6の範囲にあり中部動原体型であった。

第13～40番目の28個の染色体は長さが  $7.5\mu\text{m}$  から  $3.4\mu\text{m}$  までの範囲にあり勾配的に小さくなっていった。これらの染色体はいずれも動原体が末端部に位置しており端部動原体型であった。

以上のように、本種の  $2n = 40$  個の中期染色体は12個の中部動原体的染色体と28個の端部動原体的染色体とで構成されている。すなわち本種の核型は  $2n = 40 = 12V + 28I = 26V$  と考えることができる。本種は花の形態が *P. bullenianum* ( $2n = 40$ ) に似るが、核型のうえでも第1、2番目の2個の染色体が高い腕比 (1.6, 1.8) をもつ点で類似する。

#### 9. *Paphiopedilum* × *wardii* (Summerh.) Bream, $2n = 41$ , Table 1, 10, Fig. 9.

本種はビルマ北部から雲南にかけて分布し、1922年に K. Ward によって発見され、1932年、V. S.

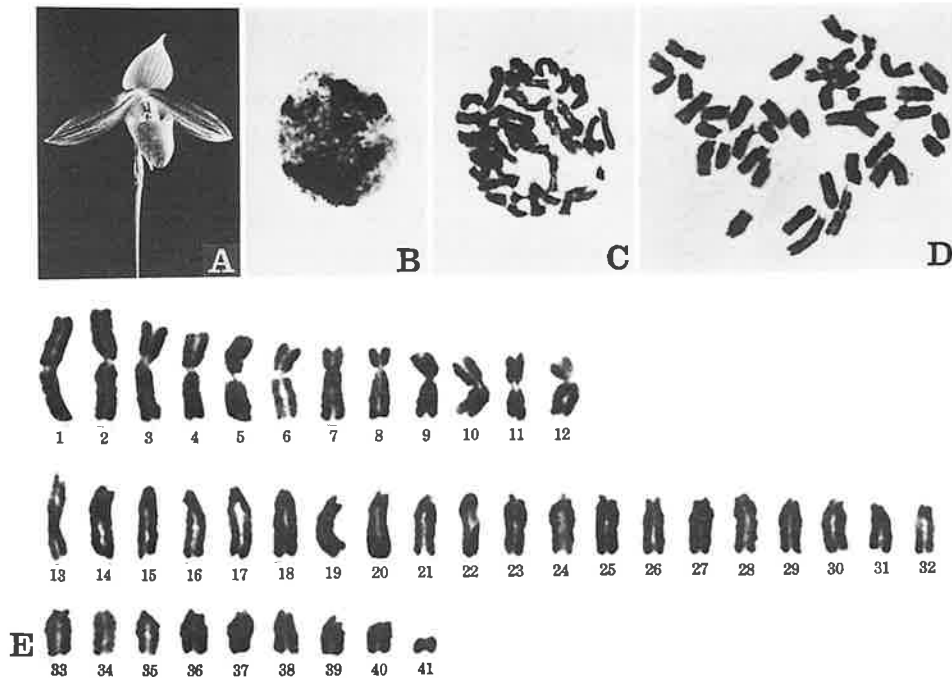


Fig. 9. *Paphiopedilum* × *wardii*,  $2n = 41$ .

A, flower. B, chromosomes at resting stage. C, chromosomes at mitotic prophase. D, chromosomes at mitotic metaphase,  $2n = 41$ . E, individual chromosomes at mitotic metaphase. A,  $\times 0.3$ . B-D,  $\times 600$ . E,  $\times 1200$ .

Summerhayes が種として記載し、1986年、G. J. Bream が *P. sukhakulii* と *P. venustum* の天然雑種とした。

本種は *Sigmatopetalum* 亜属に属する。葉は数枚つき、線状長楕円形、長さ15~20cm、表面は暗緑色と灰緑色の斑紋様、裏面は濃紫色の細点がある。花茎は直立し、1花をつける。花は平開し、径約10cm。上萼片は *P. sukhakulii* に似る。花卉は斜下方へ伸び、斑点は細かく全面にはいり、地色は紫褐色を帯びる。

本種の染色体数は2個体で $2n=41$ を算定した。分裂期中期染色体について長さや動原体の位置を測定し、その結果を Table 10に示した。

$2n=41$ 個の中期染色体のうち、第1~12番目の12個の染色体は長さが $12.9\mu\text{m}$ から $7.1\mu\text{m}$ までの範囲で勾配的に小さくなっていった。このうち第7、8番目の2個の染色体は腕比がそれぞれ2.7と2.2で次中部動原体型であったが、他の10個の染色体は腕比が1.0~1.6の範囲にあり中部動原体型であった。

第13~40番目の28個の染色体は長さが $9.5\mu\text{m}$ から $4.1\mu\text{m}$ までの範囲にあり勾配的に小さくなっていった。これらの染色体はいずれも動原体が末端部に位置しており端部動原体型であった。

第41番目の1個の染色体は長さが $2.1\mu\text{m}$ で第40番目の染色体の大きさの半分であった。

以上のように、本種の $2n=41$ 個の中期染色体は12個の中部動原体的染色体と28個の端部動原体的染色体とに1個の断片染色体が余分に加わったものである。すなわち本種の核型は $2n=41=12V+28I+1\text{fragment chromosome}=26V+1\text{fragment chromosome}$ と考えることができる。本種は花の形態が *P. venustum* ( $2n=41$ ) と *P. sukhakulii* ( $2n=40$ ) との中間形であるが、核型のうえでも次中部動原体型染色体が2個存在することから両種の中間形であることがわかる。すなわち、本種は従来からいわれているように両種の自然雑種であることが核型のうえでも証明できる。

## 要 約

1. *Paphiopedilum* 属8種1変種の核形態学的研究を行い、新たに *P. malipoense*  $2n=26$ , *P. emarsonii*  $2n=26$ , *P. supardii*  $2n=26$ , *P. stonei* var. *latifolium*  $2n=26$ , *P. fowlieii*  $2n=36$ , *P. robinsonii*  $2n=38$ , *P. johorensis*  $2n=40$ , *P. \times wardii*  $2n=41$ の染色体数を算定した。

2. *P. malipoense* の核型は、第1~4番目の4個の大型染色体が高い腕比(1.4~1.9)をもつ点で *P. micranthum* の核型と異なる。

3. *P. emarsonii* の核型は、第3、4番目の2個の染色体が第1、2番目の染色体に比べて明らかに小さく動原体が次中部および次端部に位置する点で、*P. micranthum* の核型と異なる。

4. 今回観察した *P. concolor* の核型は、Karasawa (1979) が報告した *P. concolor* Type 2 の付随体染色体と相同な染色体を1個もち従来知られている2つの核型とは異なる。

5. *P. supardii* の核型は、第3、4番目の染色体が小さい点で *P. stonei* の核型と異なる。

6. *P. stonei* var. *latifolium* の核型は、*P. stonei* の核型とよく一致し、核形態学的に本変種は区別できない。

7. *P. fowlieii* の核型は、次中部動原体型染色体を2個もつ点で高い腕比の染色体を多くもつ *P. hennesianum* の核型とは異なる。

8. *P. robinsonii* の核型は、第3、4番目の2個の染色体が次中部動原体型である点で、*P. ap-pletonianum* の核型とは異なる。

9. *P. johorensis* と *P. bullenianum* の核型はよく一致し核形態学的に両種は区別できない。

10. *P. \times wardii* は次中部動原体型染色体を2個もつことから *P. venustum* と *P. sukhakulii* との自然雑種であることがわかる。

### Summary

1. Karyomorphological studies were carried out on eight species and one variety in the genus *Paphiopedilum*.
2. Chromosome numbers of the eight taxa, *P. malipoense*  $2n=26$ , *P. emarsonii*  $2n=26$ , *P. supardii*  $2n=26$ , *P. stonei* var. *latifolium*  $2n=26$ , *P. fowliei*  $2n=36$ , *P. robinsonii*  $2n=38$ , *P. johorensis*  $2n=40$  and *P. x wardii*  $2n=41$ , were newly reported.
3. The karyotype of *P. malipoense* was clearly different from that of similar species of *P. micranthum*. Arm ratios of four large chromosomes of *P. malipoense* were higher than those of *P. micranthum*.
4. The karyotype of *P. emarsonii* was clearly different from that of *P. micranthum*. One submetacentric chromosome (No. 3) and one subtelo-centric chromosome (No. 4) were shorter than two metacentric chromosomes (Nos. 1, 2).
5. The karyotype of *P. concolor* investigated was different from two types of *P. concolor* previously reported by Karasawa (1979). One satellited chromosome (No. 10) was similar to those of *P. concolor* Type 2.
6. The karyotype of *P. supardii* was clearly different from that of *P. stonei*. Two chromosomes (Nos. 3, 4) were shorter than those of *P. stonei*.
7. The karyotype of *P. stonei* var. *latifolium* was extremely similar to that of *P. stonei*.
8. The karyotype of *P. fowliei* was clearly different from that of *P. hennesianum*. *P. fowliei* had two submetacentric chromosomes. However, *P. hennesianum* had 10 submetacentric chromosomes and two subtelo-centric chromosomes.
9. The karyotype of *P. robinsonii* which had two submetacentric chromosomes (Nos. 3, 4) was clearly different from that of *P. ap-pletonianum*.
10. The karyotype of *P. johorensis* was extremely similar to that of *P. bullenianum*.
11. *P. x wardii* which had two submetacentric chromosomes was presumed as a natural hybrid between *P. venustum* which had four sub-metacentric chromosomes and *P. sukhalulii* which had not submetacentric chromosome.

### 引用文献

- Karasawa, K. 1979. Karyomorphological studies in *Paphiopedilum*, Orchidaceae. Bull. Hiroshima Bot. Gard. 2:1-149.
- \_\_\_\_\_. & M. Aoyama. 1980. Karyomorphological studies on three species of *Paphiopedilum*. Bull. Hiroshima Bot. Gard. 3:69-74 (in Japanese).
- \_\_\_\_\_. 1982. Karyomorphological studies on four species of *Paphiopedilum*. Bull. Hiroshima Bot. Gard. 5:70-79 (in Japanese).
- Tanaka, R. 1971. Types of resting nuclei in Orchidaceae. Bot. Mag. Tokyo 84:118-122.

Table 2. Measurements of somatic chromosomes of *Paphiopedilum malipoense*,  $2n=26$  at metaphase.

Chromosome	Length ( $\mu\text{m}$ )	Relative length	Arm ratio	Form
1	$3.0 + 5.2 = 8.0$	6.4	1.7	sm
2	$2.7 + 5.2 = 7.9$	6.4	1.9	sm
3	$3.1 + 4.8 = 7.9$	6.4	1.5	m
4	$3.2 + 4.6 = 7.8$	6.3	1.4	m
5	$2.8 + 3.3 = 6.1$	4.9	1.2	m
6	$2.5 + 3.1 = 5.6$	4.5	1.2	m
7	$2.7 + 2.7 = 5.4$	4.4	1.0	m
8	$2.3 + 2.5 = 4.8$	3.9	1.1	m
9	$2.0 + 2.8 = 4.8$	3.9	1.4	m
10	$1.9 + 2.5 = 4.4$	3.5	1.3	m
11	$2.0 + 2.4 = 4.4$	3.5	1.2	m
12	$2.0 + 2.4 = 4.4$	3.5	1.2	m
13	$1.6 + 2.6 = 4.2$	3.4	1.6	m
14	$1.6 + 2.6 = 4.2$	3.4	1.6	m
15	$1.8 + 2.4 = 4.2$	3.4	1.3	m
16	$2.0 + 2.1 = 4.1$	3.3	1.1	m
17	$1.9 + 2.1 = 4.0$	3.2	1.1	m
18	$1.9 + 2.1 = 4.0$	3.2	1.1	m
19	$1.6 + 2.2 = 3.8$	3.1	1.4	m
20	$1.6 + 2.1 = 3.7$	3.0	1.3	m
21	$1.6 + 1.9 = 3.5$	2.8	1.2	m
22	$1.6 + 1.8 = 3.4$	2.7	1.1	m
23	$1.5 + 1.8 = 3.3$	2.7	1.2	m
24	$1.4 + 1.8 = 3.2$	2.6	1.3	m
25	$1.3 + 1.8 = 3.1$	2.5	1.4	m
26	$1.4 + 1.6 = 3.0$	2.4	1.1	m

Table 3. Measurements of somatic chromosomes of *Paphiopedilum emarsonii*,  $2n=26$  at metaphase.

Chromosome	Length ( $\mu\text{m}$ )	Relative length	Arm ratio	Form
1	$4.7 + 5.6 = 10.3$	6.8	1.2	m
2	$4.7 + 5.4 = 10.1$	6.7	1.1	m
3	$2.2 + 6.4 = 8.6$	5.7	2.9	sm
4	$1.5 + 5.7 = 7.2$	4.8	3.8	st
5	$3.0 + 3.9 = 6.9$	4.6	1.3	m
6	$3.2 + 3.7 = 6.9$	4.6	1.2	m
7	$2.4 + 3.9 = 6.3$	4.2	1.6	m
8	$2.4 + 3.7 = 6.1$	4.1	1.5	m
9	$2.9 + 3.1 = 6.0$	4.0	1.1	m
10	$2.5 + 3.4 = 5.9$	3.9	1.2	m
11	$2.5 + 3.4 = 5.9$	3.9	1.2	m
12	$2.3 + 3.3 = 5.6$	3.7	1.2	m
13	$2.8 + 2.8 = 5.6$	3.7	1.0	m
14	$2.2 + 3.1 = 5.3$	3.5	1.2	m
15	$1.9 + 3.2 = 5.1$	3.4	1.3	m
16	$2.2 + 2.7 = 4.9$	3.3	1.2	m
17	$2.0 + 2.8 = 4.8$	3.2	1.4	m
18	$1.9 + 2.8 = 4.7$	3.1	1.2	m
19	$2.0 + 2.7 = 4.7$	3.1	1.2	m
20	$2.2 + 2.4 = 4.6$	3.1	1.1	m
21	$2.1 + 2.3 = 4.4$	2.9	1.1	m
22	$1.9 + 2.4 = 4.3$	2.9	1.3	m
23	$1.9 + 2.3 = 4.2$	2.8	1.2	m
24	$1.7 + 2.2 = 3.9$	2.6	1.3	m
25	$1.6 + 2.3 = 3.9$	2.6	1.4	m
26	$1.5 + 2.2 = 3.7$	2.5	1.5	m

Table 4. Measurements of somatic chromosomes of *Paphiopedilum concolor* investigated,  $2n=26$  at metaphase.

Chromosome	Length ( $\mu\text{m}$ )	Relative length	Arm ratio	Form
1	$5.5 + 6.3 = 11.8$	6.2	1.1	m
2	$5.1 + 5.8 = 10.9$	5.7	1.1	m
3	$4.9 + 5.1 = 10.0$	5.2	1.0	m
4	$4.5 + 4.8 = 9.3$	4.9	1.1	m
5	$4.1 + 4.7 = 8.8$	4.6	1.1	m
6	$4.1 + 4.7 = 8.8$	4.6	1.1	m
7	$4.0 + 4.1 = 8.1$	4.2	1.0	m
8	$3.7 + 4.3 = 8.0$	4.2	1.2	m
9	$3.8 + 4.1 = 7.9$	4.1	1.1	m
10	$3.0 + 3.7 + 1.1 = 7.8^*$	4.1	1.6	m
11	$3.6 + 3.8 = 7.4$	3.9	1.1	m
12	$3.5 + 3.8 = 7.3$	3.8	1.1	m
13	$3.4 + 3.9 = 7.3$	3.8	1.1	m
14	$3.3 + 3.9 = 7.2$	3.8	1.2	m
15	$3.4 + 3.7 = 7.1$	3.7	1.1	m
16	$3.4 + 3.7 = 7.1$	3.7	1.1	m
17	$2.8 + 4.2 = 7.0$	3.7	1.5	m
18	$2.7 + 4.3 = 7.0$	3.7	1.6	m
19	$3.0 + 3.7 = 6.7$	3.5	1.2	m
20	$3.2 + 3.4 = 6.6$	3.4	1.1	m
21	$3.2 + 3.4 = 6.6$	3.4	1.1	m
22	$2.3 + 2.9 = 5.2$	2.7	1.3	m
23	$1.7 + 3.2 = 4.9$	2.6	1.9	sm
24	$1.8 + 2.4 = 4.2$	2.2	1.3	m
25	$1.5 + 2.7 = 4.2$	2.2	1.8	sm
26	$1.5 + 2.7 = 4.2$	2.2	1.8	sm

\* Chromosome with secondary constriction

Table 5. Measurements of somatic chromosomes of *Paphiopedilum supardii*,  $2n=26$  at metaphase.

Chromosome	Length ( $\mu\text{m}$ )	Relative length	Arm ratio	Form
1	$5.7 + 7.0 = 12.7$	6.2	1.2	m
2	$5.3 + 6.5 = 11.8$	5.8	1.2	m
3	$4.2 + 5.3 = 9.5$	4.6	1.3	m
4	$3.8 + 5.0 = 8.8$	4.3	1.3	m
5	$3.6 + 5.0 = 8.6$	4.2	1.4	m
6	$3.6 + 4.8 = 8.4$	4.1	1.3	m
7	$3.5 + 4.7 = 8.2$	4.0	1.3	m
8	$3.3 + 4.6 = 7.9$	3.9	1.4	m
9	$3.9 + 4.0 = 7.9$	3.9	1.0	m
10	$3.4 + 4.5 = 7.9$	3.9	1.3	m
11	$3.8 + 4.0 = 7.8$	3.8	1.1	m
12	$3.6 + 4.1 = 7.7$	3.8	1.1	m
13	$3.7 + 4.0 = 7.7$	3.8	1.1	m
14	$3.6 + 4.0 = 7.6$	3.7	1.1	m
15	$3.2 + 4.3 = 7.5$	3.7	1.3	m
16	$3.2 + 3.9 = 7.1$	3.5	1.2	m
17	$3.5 + 3.6 = 7.1$	3.5	1.0	m
18	$3.5 + 3.6 = 7.1$	3.5	1.0	m
19	$3.3 + 3.7 = 7.0$	3.4	1.1	m
20	$3.4 + 3.5 = 6.9$	3.4	1.0	m
21	$3.0 + 3.8 = 6.8$	3.3	1.3	m
22	$2.8 + 4.0 = 6.8$	3.3	1.4	m
23	$3.1 + 3.7 = 6.8$	3.3	1.2	m
24	$3.3 + 3.3 = 6.6$	3.2	1.0	m
25	$2.7 + 3.7 = 6.4$	3.1	1.4	m
26	$3.1 + 3.3 = 6.4$	3.1	1.1	m

Table 6. Measurements of somatic chromosomes of *Paphiopedilum stonei* var. *latifolium*,  $2n=26$  at metaphase.

Chromosome	Length ( $\mu\text{m}$ )	Relative length	Arm ratio	Form
1	$6.2 + 6.3 = 12.5$	7.3	1.0	m
2	$5.3 + 5.8 = 11.1$	6.5	1.1	m
3	$5.2 + 5.3 = 10.5$	6.1	1.0	m
4	$5.1 + 5.3 = 10.4$	6.1	1.0	m
5	$3.4 + 4.4 = 7.8$	4.6	1.3	m
6	$3.3 + 4.4 = 7.7$	4.5	1.3	m
7	$3.3 + 3.5 = 6.8$	4.0	1.1	m
8	$3.3 + 3.5 = 6.8$	4.0	1.1	m
9	$3.0 + 3.3 = 6.3$	3.7	1.1	m
10	$2.9 + 3.4 = 6.3$	3.7	1.2	m
11	$2.7 + 3.5 = 6.2$	3.6	1.3	m
12	$2.9 + 3.1 = 6.0$	3.5	1.1	m
13	$2.7 + 3.1 = 5.8$	3.4	1.1	m
14	$2.6 + 3.0 = 5.6$	3.3	1.2	m
15	$2.6 + 3.0 = 5.6$	3.3	1.2	m
16	$2.6 + 2.9 = 5.5$	3.2	1.1	m
17	$2.4 + 3.0 = 5.4$	3.2	1.3	m
18	$2.1 + 3.2 = 5.3$	3.1	1.5	m
19	$2.2 + 3.0 = 5.2$	3.0	1.4	m
20	$2.6 + 2.6 = 5.2$	3.0	1.0	m
21	$2.3 + 2.8 = 5.1$	3.0	1.2	m
22	$2.4 + 2.6 = 5.0$	2.9	1.1	m
23	$2.4 + 2.5 = 4.9$	2.9	1.0	m
24	$2.3 + 2.6 = 4.9$	2.9	1.1	m
25	$2.3 + 2.4 = 4.7$	2.8	1.0	m
26	$1.8 + 2.4 = 4.2$	2.5	1.3	m



Table 7. Measurements of somatic chromosomes of *Paphiopedilum fowliei*,  $2n=36$  at metaphase.

Chromosome	Length ( $\mu\text{m}$ )	Relative length	Arm ratio	Form
1	$5.1 + 5.2 = 10.3$	6.8	1.0	m
2	$4.1 + 4.4 = 8.5$	5.8	1.1	m
3	$2.8 + 3.3 = 6.1$	4.0	1.2	m
4	$2.2 + 2.9 = 5.1$	3.4	1.3	m
5	$1.3 + 3.7 = 5.0$	3.3	2.8	sm
6	$2.1 + 2.9 = 5.0$	3.3	1.4	m
7	$2.3 + 2.4 = 4.7$	3.1	1.0	m
8	$2.3 + 2.4 = 4.7$	3.1	1.0	m
9	$2.1 + 2.4 = 4.5$	3.0	1.1	m
10	$1.8 + 2.4 = 4.2$	2.8	1.3	m
11	$1.5 + 2.6 = 4.1$	2.7	1.7	sm
12	$1.9 + 2.1 = 4.0$	2.6	1.1	m
13	$1.7 + 2.3 = 4.0$	2.6	1.4	m
14	$1.6 + 2.3 = 3.9$	2.6	1.4	m
15	$1.6 + 2.1 = 3.7$	2.4	1.3	m
16	$1.7 + 1.9 = 3.6$	2.4	1.1	m
17	$d + 5.7 = 5.7$	3.8	$< \infty$	t
18	$d + 5.4 = 5.4$	3.6	$< \infty$	t
19	$d + 5.4 = 5.4$	3.6	$< \infty$	t
20	$d + 5.3 = 5.3$	3.5	$< \infty$	t
21	$d + 3.5 = 3.5$	2.3	$< \infty$	t
22	$d + 3.4 = 3.4$	2.3	$< \infty$	t
23	$d + 3.3 = 3.3$	2.2	$< \infty$	t
24	$d + 3.1 = 3.1$	2.1	$< \infty$	t
25	$d + 3.1 = 3.1$	2.1	$< \infty$	t
26	$d + 3.1 = 3.1$	2.1	$< \infty$	t
27	$d + 3.1 = 3.1$	2.1	$< \infty$	t
28	$d + 3.0 = 3.0$	2.0	$< \infty$	t
29	$d + 3.0 = 3.0$	2.0	$< \infty$	t
30	$d + 2.9 = 2.9$	1.9	$< \infty$	t
31	$d + 2.9 = 2.9$	1.9	$< \infty$	t
32	$d + 2.9 = 2.9$	1.9	$< \infty$	t
33	$d + 2.9 = 2.9$	1.9	$< \infty$	t
34	$d + 2.7 = 2.7$	1.8	$< \infty$	t
35	$d + 2.6 = 2.6$	1.7	$< \infty$	t
36	$d + 2.4 = 2.4$	1.6	$< \infty$	t

d : dot

Table 8. Measurements of somatic chromosomes of *Paphiopedilum robinsonii*,  $2n=38$  at metaphase.

Chromosome	Length ( $\mu\text{m}$ )	Relative length	Arm ratio	Form
1	$4.8 + 5.4 = 10.2$	5.9	1.1	m
2	$4.8 + 5.0 = 9.8$	5.7	1.0	m
3	$2.1 + 4.6 = 6.7$	3.9	2.2	sm
4	$2.2 + 4.1 = 6.3$	3.6	1.9	sm
5	$2.1 + 3.4 = 5.5$	3.2	1.6	m
6	$2.3 + 2.7 = 5.0$	3.0	1.2	m
7	$2.3 + 2.7 = 5.0$	3.0	1.2	m
8	$2.2 + 2.6 = 4.8$	2.8	1.2	m
9	$2.3 + 2.3 = 4.6$	2.7	1.0	m
10	$1.8 + 2.3 = 4.1$	2.4	1.3	m
11	$1.8 + 2.3 = 4.1$	2.4	1.3	m
12	$1.8 + 2.3 = 4.1$	2.4	1.3	m
13	$1.8 + 2.2 = 4.0$	2.3	1.2	m
14	$1.7 + 2.3 = 4.0$	2.3	1.4	m
15	$d + 5.4 = 5.4$	3.1	$< \infty$	t
16	$d + 5.3 = 5.3$	3.1	$< \infty$	t
17	$d + 5.3 = 5.3$	3.1	$< \infty$	t
18	$d + 5.1 = 5.1$	3.0	$< \infty$	t
19	$d + 4.3 = 4.3$	2.5	$< \infty$	t
20	$d + 4.3 = 4.3$	2.5	$< \infty$	t
21	$d + 4.3 = 4.3$	2.5	$< \infty$	t
22	$d + 4.2 = 4.2$	2.4	$< \infty$	t
23	$d + 4.1 = 4.1$	2.4	$< \infty$	t
24	$d + 4.1 = 4.1$	2.4	$< \infty$	t
25	$d + 4.1 = 4.1$	2.4	$< \infty$	t
26	$d + 4.0 = 4.0$	2.3	$< \infty$	t
27	$d + 3.9 = 3.9$	2.3	$< \infty$	t
28	$d + 3.9 = 3.9$	2.3	$< \infty$	t
29	$d + 3.9 = 3.9$	2.3	$< \infty$	t
30	$d + 3.6 = 3.6$	2.1	$< \infty$	t
31	$d + 3.5 = 3.5$	2.0	$< \infty$	t
32	$d + 3.5 = 3.5$	2.0	$< \infty$	t
33	$d + 3.3 = 3.3$	1.9	$< \infty$	t
34	$d + 3.3 = 3.3$	1.9	$< \infty$	t
35	$d + 2.9 = 2.9$	1.7	$< \infty$	t
36	$d + 2.8 = 2.8$	1.6	$< \infty$	t
37	$d + 2.7 = 2.7$	1.6	$< \infty$	t
38	$d + 2.7 = 2.7$	1.6	$< \infty$	t

d : dot

Table 9. Measurements of somatic chromosomes of *Paphiopedilum johorensis*,  $2n=40$  at metaphase.

Chromosome	Length ( $\mu\text{m}$ )	Relative length	Arm ratio	Form
1	$2.9 + 4.6 = 7.5$	3.6	1.6	m
2	$2.5 + 4.6 = 7.1$	3.5	1.8	sm
3	$3.2 + 3.5 = 6.7$	3.3	1.1	m
4	$3.2 + 3.4 = 6.6$	3.2	1.1	m
5	$2.8 + 2.8 = 5.6$	2.7	1.0	m
6	$2.7 + 2.7 = 5.4$	2.6	1.0	m
7	$2.5 + 2.8 = 5.3$	2.6	1.1	m
8	$2.6 + 2.7 = 5.3$	2.6	1.0	m
9	$2.4 + 2.7 = 5.1$	2.5	1.1	m
10	$2.3 + 2.8 = 5.1$	2.5	1.2	m
11	$2.5 + 2.6 = 5.1$	2.5	1.0	m
12	$2.4 + 2.5 = 4.9$	2.4	1.0	m
13	$d + 7.5 = 7.5$	3.6	$< \infty$	t
14	$d + 6.7 = 6.7$	3.3	$< \infty$	t
15	$d + 6.5 = 6.5$	3.2	$< \infty$	t
16	$d + 6.3 = 6.3$	3.1	$< \infty$	t
17	$d + 6.0 = 6.0$	2.9	$< \infty$	t
18	$d + 5.8 = 5.8$	2.8	$< \infty$	t
19	$d + 5.8 = 5.8$	2.8	$< \infty$	t
20	$d + 5.6 = 5.6$	2.7	$< \infty$	t
21	$d + 5.2 = 5.2$	2.5	$< \infty$	t
22	$d + 5.1 = 5.1$	2.5	$< \infty$	t
23	$d + 4.9 = 4.9$	2.4	$< \infty$	t
24	$d + 4.9 = 4.9$	2.4	$< \infty$	t
25	$d + 4.8 = 4.8$	2.3	$< \infty$	t
26	$d + 4.8 = 4.8$	2.3	$< \infty$	t
27	$d + 4.6 = 4.6$	2.2	$< \infty$	t
28	$d + 4.4 = 4.4$	2.1	$< \infty$	t
29	$d + 4.3 = 4.3$	2.1	$< \infty$	t
30	$d + 4.3 = 4.3$	2.1	$< \infty$	t
31	$d + 4.3 = 4.3$	2.1	$< \infty$	t
32	$d + 4.2 = 4.2$	2.0	$< \infty$	t
33	$d + 4.1 = 4.1$	2.0	$< \infty$	t
34	$d + 4.0 = 4.0$	1.9	$< \infty$	t
35	$d + 3.9 = 3.9$	1.9	$< \infty$	t
36	$d + 3.8 = 3.8$	1.8	$< \infty$	t
37	$d + 3.7 = 3.7$	1.8	$< \infty$	t
38	$d + 3.5 = 3.5$	1.7	$< \infty$	t
39	$d + 3.5 = 3.5$	1.7	$< \infty$	t
40	$d + 3.4 = 3.4$	1.7	$< \infty$	t

d : dot

Table 10. Measurements of somatic chromosomes of *Paphiopedilum x wardii*,  $2n=41$  at metaphasè.

Chromosome	Length ( $\mu\text{m}$ )	Relative length	Arm ratio	Form
1	$6.4 + 6.5 = 12.9$	4.3	1.0	m
2	$5.9 + 6.5 = 12.4$	4.2	1.1	m
3	$4.3 + 6.8 = 11.1$	3.7	1.6	m
4	$4.5 + 5.5 = 10.0$	3.3	1.2	m
5	$4.6 + 5.0 = 9.6$	3.2	1.1	m
6	$3.7 + 5.0 = 8.7$	2.9	1.4	m
7	$2.3 + 6.2 = 8.5$	2.8	2.7	sm
8	$2.5 + 5.5 = 8.0$	2.7	2.2	sm
9	$3.3 + 4.4 = 7.7$	2.6	1.3	m
10	$3.5 + 3.9 = 7.4$	2.5	1.1	m
11	$3.4 + 3.8 = 7.2$	2.4	1.1	m
12	$2.7 + 4.4 = 7.1$	2.4	1.6	m
13	$d + 9.5 = 9.5$	3.2	$< \infty$	t
14	$d + 8.6 = 8.6$	2.9	$< \infty$	t
15	$d + 8.4 = 8.4$	2.8	$< \infty$	t
16	$d + 8.2 = 8.2$	2.7	$< \infty$	t
17	$d + 8.2 = 8.2$	2.7	$< \infty$	t
18	$d + 7.9 = 7.9$	2.6	$< \infty$	t
19	$d + 7.9 = 7.9$	2.6	$< \infty$	t
20	$d + 7.8 = 7.8$	2.6	$< \infty$	t
21	$d + 7.3 = 7.3$	2.4	$< \infty$	t
22	$d + 7.3 = 7.3$	2.4	$< \infty$	t
23	$d + 7.1 = 7.1$	2.4	$< \infty$	t
24	$d + 7.1 = 7.1$	2.4	$< \infty$	t
25	$d + 6.8 = 6.8$	2.3	$< \infty$	t
26	$d + 6.6 = 6.6$	2.2	$< \infty$	t
27	$d + 6.6 = 6.6$	2.2	$< \infty$	t
28	$d + 6.6 = 6.6$	2.2	$< \infty$	t
29	$d + 6.5 = 6.5$	2.2	$< \infty$	t
30	$d + 6.4 = 6.4$	2.1	$< \infty$	t
31	$d + 5.6 = 5.6$	1.9	$< \infty$	t
32	$d + 5.6 = 5.6$	1.9	$< \infty$	t
33	$d + 5.5 = 5.5$	1.8	$< \infty$	t
34	$d + 5.3 = 5.3$	1.8	$< \infty$	t
35	$d + 5.3 = 5.3$	1.8	$< \infty$	t
36	$d + 5.2 = 5.2$	1.7	$< \infty$	t
37	$d + 5.0 = 5.0$	1.7	$< \infty$	t
38	$d + 4.8 = 4.8$	1.6	$< \infty$	t
39	$d + 4.8 = 4.8$	1.6	$< \infty$	t
40	$d + 4.1 = 4.1$	1.4	$< \infty$	t
41	$d + 2.1 = 2.1$	0.7	$< \infty$	t

d : dot