

Bifrenaria × *Cymbidium* の属間雑種に関する 細胞学的・形態学的研究

青山 幹男・田中 隆 荘*

Cytological and morphological studies on an intergeneric hybrid of
Bifrenaria × *Cymbidium*

Mikio Aoyama and Ryuso Tanaka*

ラン科植物では、異種間はもとより異属間でも人為雑種が容易に生じ、本科の種や属の間には著しい遠縁交雑能力があることがわかる。現在まで、属間雑種を生じている属はおおよそ100属にのぼり、その大部分は同一亜連内に含まれる属の間においてであるが、田中(1971b)はこれらの属間雑種及び異亜連間の属間雑種(*Arundina sinensis* × *Bletilla striata*, *Bletilla striata* × *Eleorchis japonica*)の核形態学的研究にもとづいて、遠縁交雑を起こしている属の間では、外部形態におけるよりも核形態学的な類似性がみられること、および遠縁交雑の可能性は、染色体および染色質の形態的類似性で判定できることを指摘した。さらに、多くの属の静止期核の染色質を比較し、*Cymbidium* の染色質の形態に強く類似している属として、*Maxillaria*, *Grammatophyllum*, *Ansellia*, *Bifrenaria*, *Zygopetalum*, また、おおよそ類似している属として、*Calanthe*, *Phaius*, *Cremastra*, *Oreorchis*, *Bletia*, *Oncidium*, *Promenaea*などをあげている。この指摘をきっかけとして、育種家の中に *Cymbidium* を用いた属間交雑を実行する人達が現われているが、本論文はその中の一つとして、高木誠作氏によって交雑実験された *Bifrenaria* × *Cymbidium* の人為雑種について、この雑種が細胞学的にも、また、形態学的にも確かに雑種第一代株であることを確認できたことを報告するものである。*Cymbidium* の今後の育種には属間雑種の利用による新遺伝子を導入することが是非とも必要と考えら

れるが、本属間雑種もその一連の研究の一つである。

材料および方法

材料植物は、交雑に用いられた両親株の *Bifrenaria harrisoniae* (Hk.) Rchb. f., *Cymbidium Rosalita* 'Dos Pueblos' と、その雑種第一代株である。これらの材料は高木農園の高木誠作氏および小島勝也氏から提供をうけた。両氏に対しここに御礼申し上げる。

形態的観察は、植物体の外観的特徴、および葉の組織について行った。いずれも十分に生長した株を用い、葉の組織は、葉身の先端より1/4の部分のものを用いた。組織の標本は徒手切片により作成した。

染色体の観察は、生育中の根の先端を約2mm切りとり、18°C 0.002モル8-オキシキノリン液に5時間浸漬した後、5°C 45%酢酸で5分間固定処理し、塩酸による解離の後、アセトオルセイン染色によるおしつぶし法でプレパラートを作成した。

観 察 結 果

1. 外部形態および組織の形態

観察した株の形態的観察結果を図1および表1に示した。

A. *Bifrenaria harrisoniae* (Hk.) Rchb. f., 表1, 図1A, D, G.

偽球茎は長卵形で4稜があり、先端に長だ円形で

*広島大学理学部植物学教室： Botanical Institute, Faculty of Science, Hiroshima University, Hiroshima.

両端がとがった葉を1枚つけていた(図1A)。

葉の葉脈の上部・下部に多数の厚膜細胞が観察され、特に上部で著しく発達していた。表皮の内側の柔組織内には厚膜細胞束が観察されなかった(図1D)。

裏面表皮における気孔の数は83個/mm²であって、1つの気孔を構成する孔辺細胞の形は円形で、その直径は34μmであった。孔辺細胞に接する表皮細胞は小型で細長い細胞に変化していた(図1G)。

B. *Cymbidium Rosalita* 'Dos Pueblos', 表1, 図1B, E, H.

偽球茎は卵形で大きく、線状被針形の葉を約15枚つけていた(図1B)。

葉の葉脈の下部に多数の厚膜細胞が発達しており、上部にはこの細胞が減少であった。葉の上下両面の表皮のすぐ内側の柔組織内には直径40~70μmの厚膜細胞束が多数観察された(図1E)。

裏面表皮における気孔の数は171個/mm²であっ

表 1

材 料		<i>Bifrenaria harrisoniae</i>	<i>Cymbidium Rosalita</i> 'Dos Pueblos'	属間雑種 <i>Bifrenaria</i> × <i>Cymbidium</i>
花	輪 数	1~2	約 15	未開花
	花茎の 出る位置	偽球茎の下部	偽球茎の下部	未開花
偽球茎	形	長卵形 4稜をもつ	卵 形	長卵形
	長 さ	8 cm	9 cm	4 cm
葉	形	長だ円形 両端はとがる	線状被針形	線状被針形
	長さ×幅	28 × 7.5 cm	73 × 1.9 cm	51 × 2.4 cm
	葉 数	1 枚	約 12 枚	約 5 枚
	厚 さ	0.42 mm	0.45 mm	0.38 mm
	厚膜細胞	葉脈の上部に多数 下部に少数 表皮内側に厚膜細胞束が ない	葉脈の上部に多数 下部に少数 表皮内側に厚膜細胞束が 点在	葉脈の上下に多数 表皮内側に厚膜細胞束が 少数ある
	裏面表皮 の気孔数	83 個/mm ²	171 個/mm ²	129 個/mm ²
	孔辺細胞 の大きさ	34 μm	31 μm	32 μm
	気孔の形	円形	だ円形	だ円形

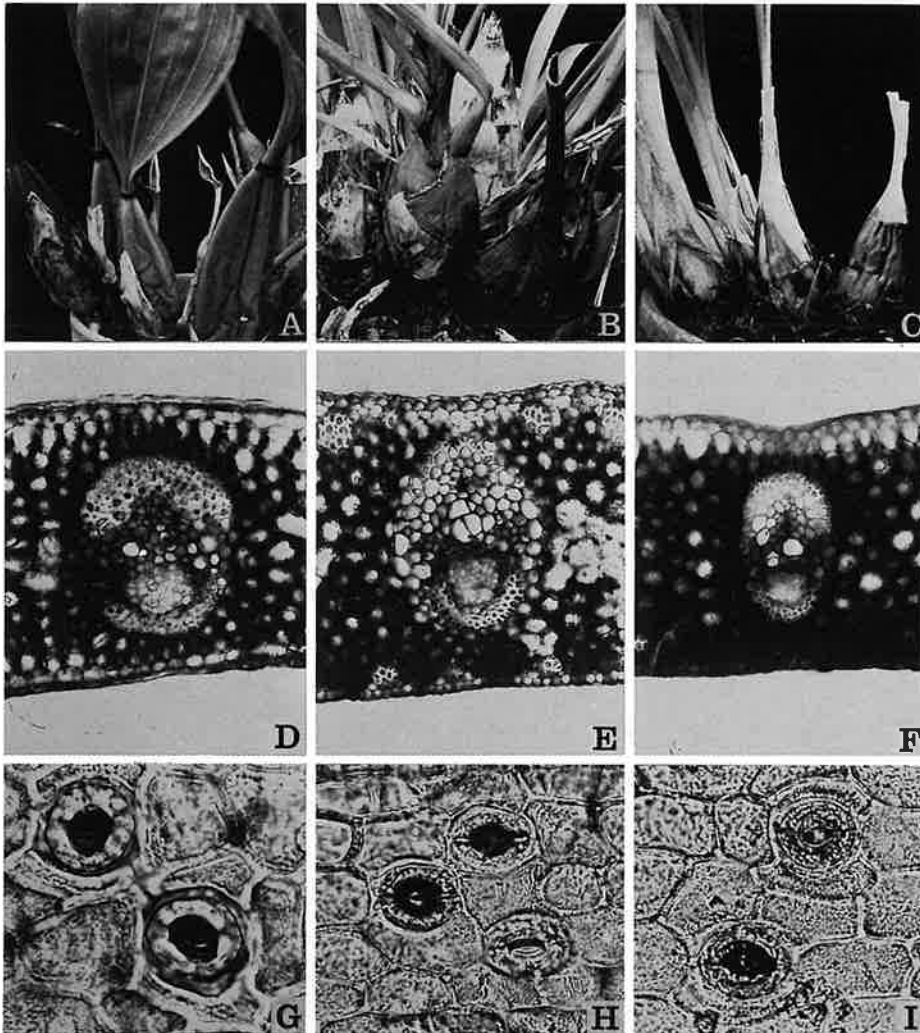


Fig. 1. *Bifrenaria harrisoniae* (A, D, G), *Cymbidium Rosalita* 'Dos Pueblos' (B, E, H) and intergeneric hybrid (C, F, I).

A (× 0.36). B (× 0.3). C (× 0.48). D-F (× 90) cross section of leaf.
G-I (× 360) stomata in lower epidermis of leaf.

て、1つの気孔を構成する孔辺細胞の形はだ円形で、その長径は $31\mu\text{m}$ であった。孔辺細胞に接する表皮細胞の形態は他の部分の表皮細胞とほぼ同じであった(図1H)。

C. 属間雑種 (*Bifrenaria harrisoniae* × *Cymbidium Rosalita* 'Dos Pueblos') 表1, 図1C, F, I.

偽球茎は長卵形で小さく、線状被針形の葉を約5枚つけていた。偽球茎より葉が出る部位は上

部と下部に多く、中部では少なかった(図1C)。

葉の葉脈の上部・下部に多数の厚膜細胞が観察された。葉の上下両面の表皮のすぐ内側の柔組織内には弱い厚膜細胞束が多数観察された(図1F)。

裏面表皮における気孔の数は $129\text{個}/\text{mm}^2$ であって、1つの気孔を構成する孔辺細胞の形はだ円形で、その長径は $32\mu\text{m}$ であった。孔辺細胞に接する表皮細胞はやや小型で細長い細胞に変化していた(図1I)。

2. 核形態

観察した株の静止期核、前期染色体、中期染色体を図2に示した。中期染色体を長さの順に並べて図3に示し、その測定値を表2~4に示した。

A. *Bifrenaria harrisoniae* (Hk.) Rchb.f., $2n =$

38, 図2 A, D, G, 図3 A, 表2.

静止期核は直径が $18\mu\text{m}$ で、染色質は多数の凝縮部を形成していた。凝縮部は形や大きさが不揃いで、染色中央粒として観察され、Tanaka (1971 a) の分類による複雑染色中央粒型に相当した(図

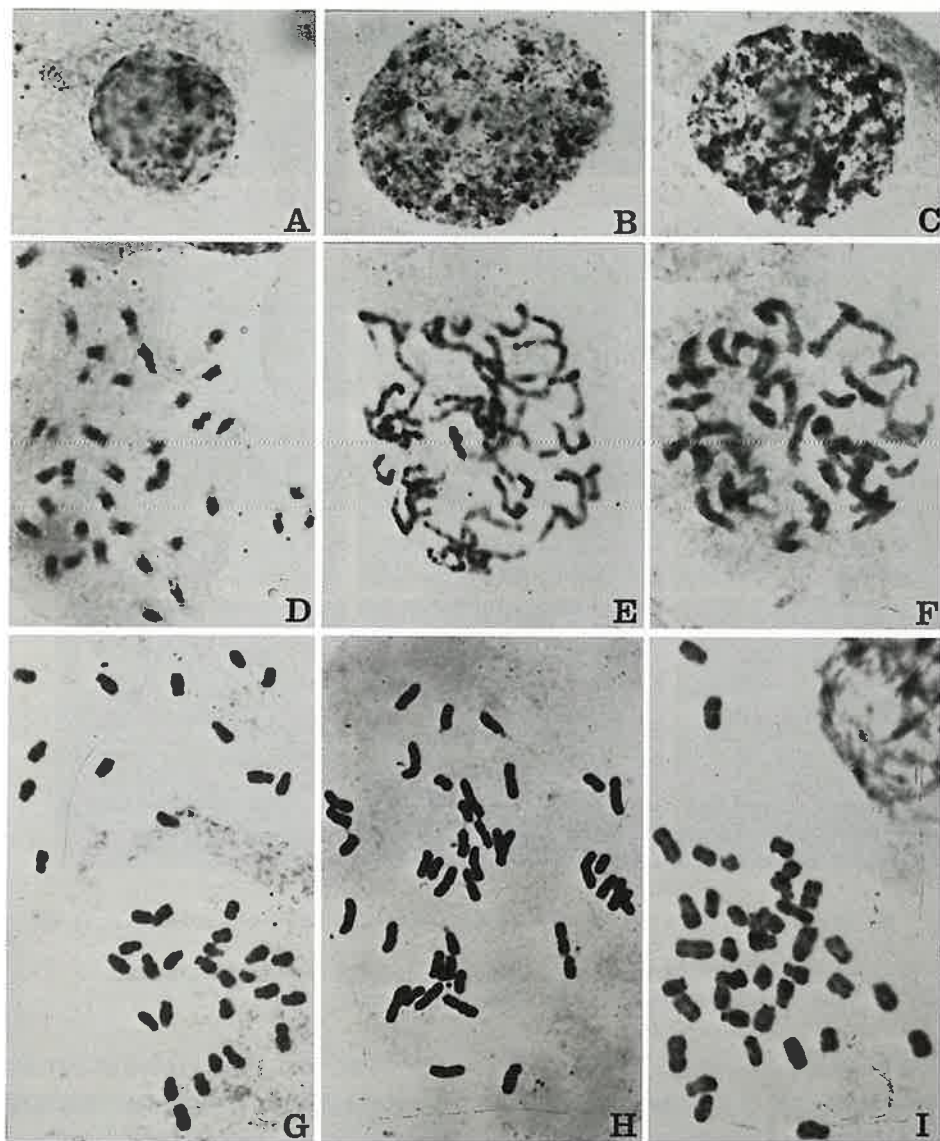


Fig. 2. *Bifrenaria harrisoniae* ($2n=38$, A, D, G), *Cymbidium* Rosalita 'Dos Puebles' ($2n=41$, B, E, H) and intergeneric hybrid ($2n=39$, C, F, I). A-C, resting nuclei. D-F, prophase chromosomes. G-I, metaphase chromosomes. $\times 1200$.

2 A)。

前期染色体において、早期凝縮部は、基部寄り、介在位で観察され、末端寄りでは観察されなかった(図 2 D)。

本交雑に用いられた親株は、染色体数が $2n = 38$ であって、田中(1962)の報告と一致した(図 2 G)。分裂期中期染色体について長さを測定し、その結果を表 2 に示した。

38個の染色体は、第1番目から第36番目までの漸变的に短くなる36個の大型染色体と、第37、38番目の2個の小型染色体とで構成される2様相核型を示していた(図 3 A)。

36個の大型染色体は長さが $3.1 \mu\text{m}$ から $2.0 \mu\text{m}$ までの範囲にあった。これらのうち第1、2、5、6、23、24、29-32、35、36番目の12個の染色体は、腕比が1.0から1.7までの範囲にあり、動原体は中部に位置していた。第3、4、7-20、25-28、33、34番目の22個の染色体は、腕比が1.8から2.5までの範囲にあり、動原体は次中部に位置していた。第21、22番目の2個の染色体は腕比がいずれも3.2で、動原体は次端部に位置していた。

最小の染色体の1対は、共に長さが $1.6 \mu\text{m}$ 、腕比が2.2であって、動原体は次中部に位置していた。この小型染色体はいずれも短腕の末端部に極く小さい付随体をもっていた。

以上の観察結果から、本種は2個ずつの同一の形態をもつ染色体19対で構成される2倍体であることがわかる。また、小型染色体の2個は本種の核型を特徴づけるものである。

B. *Cymbidium Rosalita* 'Dos Pueblos', $2n = 41$, 図 2 B, E, H, 図 3 B, 表 3.

静止期核は直径が約 $25 \mu\text{m}$ で、染色質は多数の凝縮部を形成していた。凝縮部は形や大きさが不揃いで、染色中央粒として観察され、複雑染色中央粒型に相当した(図 2 B)。

前期染色体において、早期凝縮部は、末端寄り、基部寄り、介在位の各部で観察された(図 2 E)。

本交雑に用いられた親株は、染色体数が $2n = 41$ であった(図 2 H)。分裂期中期染色体について長さを測定し、その結果を表 3 に示した。

41個の染色体は長さが $4.5 \mu\text{m}$ から $1.9 \mu\text{m}$ までの範囲にあり、漸变的に短かくなっていた(図 3 B)。

腕比は、41個の染色体のうち、第6、16、23、26、28、34番目の6個の染色体が1.8から3.0までの範囲にあり、動原体は次中部に位置していた。残りの35個の染色体が1.0から1.7までの範囲にあり、動原体は中部に位置していた。

第28、34番目の2個の染色体は短腕の末端部に小さな付随体をもっていた。

以上の観察において、 $2n = 41$ 個の染色体は、相同染色体として形態的に対応する染色体が、少ないことがわかる。このことから、本雑種は核型的に不揃いな高異数体であるといえる。

C. 属間雑種 (*Bifrenaria harrisoniae* × *Cymbidium Rosalita* 'Dos Pueblos'), $2n = 39$, 図 2 C, F, I, 図 3 C, 表 4.

静止期核は直径が約 $23 \mu\text{m}$ で、染色質は多数の凝縮部を形成していた。凝縮部は形や大きさが不揃いで、前記の2種と同様に複雑染色中央粒型であった(図 2 C)。

前期染色体において、早期凝縮部は *Cymbidium* と同様に末端寄り、基部寄り、介在位の各部で観察された(図 2 F)。

観察した個体は、染色体数が $2n = 39$ であった(図 2 I)。分裂期中期染色体について厚さを測定し、その結果を表 4 に示した。

39個の染色体は、第1番目から第38番目までの漸变的に短くなる38個の大型染色体と、第39番目の1個の小型染色体とで構成されていた(図 3 C)。

38個の大型染色体は長さが $3.9 \mu\text{m}$ から $2.0 \mu\text{m}$ までの範囲にあった。これらのうち第1-10、12、22-24、26、29、30、33-38番目の24個の染色体は、腕比が1.0から1.7までの範囲にあり、動原体は中部に位置していた。第11、13-15、17-21、25、27、28、31、32番目の14個の染色体は、腕比が1.8から2.5までの範囲にあり、動原体は次中部に位置していた。

最小の染色体は、長さが $1.5 \mu\text{m}$ 、腕比が2.0であって、動原体は次中部に位置していた。この小

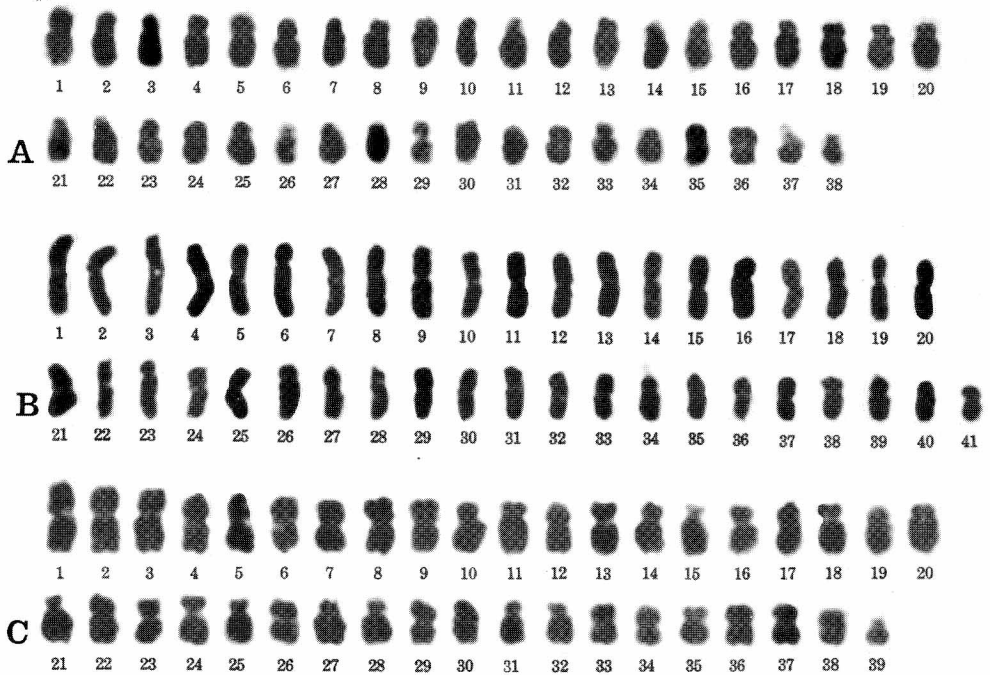


Fig. 3. Metaphase chromosomes of *Bifrenaria harrisoniae* ($2n=38$, A), *Cymbidium Rosalita* 'Dos Pueblos' ($2n=41$, B) and intergeneric hybrid ($2n=39$, C). $\times 2400$.

型染色体は短腕の末端部に極く小さい付随体をもっていた。

以上の観察結果から、本属間雑種は、極めて異質な染色体で構成されていることがわかる。小型染色体は、*Bifrenaria* がもつ2個の小型染色体と同様の形態であった。

考 察

本属間雑種は、偽球茎の大きさ、葉の厚さにおいて両親より少ない数値を示すが、気孔数、孔辺細胞の大きさ、葉の長さはすべて両親の中間的値におよそ相当する。葉の厚膜細胞は、*Bifrenaria* では葉脈の上部に強く発達しており、*Cymbidium* では葉脈の下部と表皮内側の柔組織内に発達しているが、属間雑種では葉脈の上下と表皮内側の柔組織内のいずれにおいても観察される。しかし、属間雑種のこれらの細胞の発達の程度は両親より弱い。

以上のごとく、本属間雑種の外部形態はおよそ両親の中間形である。

Cymbidium Rosalita は漸变的に短くなる41個の染色体をもち、動原体が次中部に位置する6個の染色体をもち、これに対して、*Bifrenaria* は染色体長においては、*Cymbidium* と同様に漸变的に短くなる染色体を36個もつが、最小の染色体の2個(小型染色体)がその大きさ、次中部動原体、付随体をもつなどの点で特にマークされる。また、38個の染色体のうち、動原体が次中部もしくは次端部に位置している染色体は26個あり、*Cymbidium* に比べて平均的に高い腕比を示す。属間雑種は、 $2n = 39$ 個の染色体数をもち、これは *Bifrenaria* の半数染色体数 $n = 19$ と、*Cymbidium* の半数染色体数の20と21のうちの正常染色体組 $n = 20$ とが結合したものである。さらにその核型は、*Bifrenaria* に見られる小型染色体と同じ形態の小型染色体を1個含み、また、動原体が次中部に位置する染色体は15個あり、その

数は両親の中間的である。

以上の外部形態と核型の観察結果から、本属間雑種は *Bifrenaria* の染色体の半数 $n = 19$ 個と、*Cymbidium* の染色体の半数 $n = 20$ 個とで構成される雑種第一代であることがわかる。

Schlechter (1926) および Dressler & Dodson (1960) によると *Bifrenaria* はマキシラリア亜連 (Maxillariinae) に、*Cymbidium* はシンビジウム亜連 (Cymbidiinae) に属している。分類学的にこのような遠縁な位置にある両属が交雑能力を持っていることは極めて注目すべきことである。

両属は、染色体数においては $2n = 40$ と $2n = 38$ との相違があり、また、分裂期中期染色体の形態においては、大きさの不均等性、動原体部位、付随体染色体および最小染色体等のマーカー染色体において顕著な相違を示すものであるが、一方、静止期核の染色体の形態においては、両親とその属間雑種とのいずれも同じ複雑染色中央粒型であった。

この事実が示すように、本属間雑種の形成は、田中 (1971b) が指摘した染色質の形態の類似性による遠縁交雑の可能性の一つの実証となるものである。

摘 要

1. *Bifrenaria harrisoniae* ($2n = 38$), *Cymbidium* Rosalita 'Dos Pueblos' ($2n = 41$), およびその属間雑種第一代 ($2n = 39$) の形態学的、解剖学的、および核形態学的比較研究を行った。
2. 外部形態および組織の形態において本属間雑種は両親種の間接形を示した。
3. 本属間雑種の体細胞染色体 $2n = 39$ は、*Bifrenaria* の半数染色体 $n = 19$ と、*Cymbidium* の半数染色体 $n = 20$ との和で構成されており、正常な属間雑種第一代である。
4. 本属間雑種の作出により、田中 (1971b) が指摘した静止期染色体の形態の類似性による *Bifrenaria* と *Cymbidium* との遠縁交雑の可能性が実証された。

Summary

1. Morphological, anatomical and cytological studies were carried out in *Bifrenaria harrisoniae* ($2n=38$), *Cymbidium* Rosalita 'Dos Pueblos' ($2n=41$) and its intergeneric hybrid (*Bifrenaria* × *Cymbidium*, $2n=39$).
2. The external and anatomical morphology of the intergeneric hybrid was found to be intermediate between parental species.
3. The $2n=39$ chromosomes of the intergeneric hybrid were consisted of the $n=19$ chromosomes of *Bifrenaria* and the $n=20$ chromosomes of *Cymbidium*. It could be concluded that the intergeneric hybrid investigated was a F_1 hybrid.
4. The occurrence of this intergeneric hybrid substantiated the hypothesis proposed karyomorphologically by Tanaka (1971 b) that the two genera, *Cymbidium* and *Bifrenaria*, could be crossed.

引 用 文 献

- Dressler, R.L. & C.H. Dodson. 1960. Classification and phylogeny in the Orchidaceae. Ann. Missouri Bot. Gard. 47: 25-68.
- Schlechter, R. 1926. Das System der Orchidaceen. Notizblatt Bot. Gart. Mus. Berlin-Dahlem 9: 563-591.
- Tanaka, R. 1962. 日本におけるランの染色体算定(1). 日本蘭協会誌 8巻1号: 1-4.
- . 1971 a. Types of Resting Nuclei in Orchidaceae. Bot. Mag. Tokyo 84: 118-122.
- . 1971 b. ラン科植物の遠縁交雑に関する細胞学的研究. 育種学最近の進歩 12: 91-112.

Table 2. Measurements of somatic chromosomes of *Bifrenaria harrisoniae* at metaphase, $2n=38$

Chromosome	Length (μm)	Relative length	Arm ratio	Form
1	$1.3 + 1.8 = 3.1$	3.2	1.4	m
2	$1.1 + 1.9 = 3.0$	3.1	1.7	m
3	$1.0 + 1.9 = 2.9$	3.0	1.9	sm
4	$1.0 + 1.8 = 2.8$	2.9	1.8	sm
5	$1.1 + 1.8 = 2.9$	3.0	1.6	m
6	$1.1 + 1.6 = 2.7$	2.8	1.5	m
7	$0.9 + 1.9 = 2.8$	2.9	2.1	sm
8	$0.9 + 1.9 = 2.8$	2.9	2.1	sm
9	$0.9 + 1.9 = 2.8$	2.9	2.1	sm
10	$0.9 + 1.9 = 2.8$	2.9	2.1	sm
11	$0.9 + 1.9 = 2.8$	2.9	2.1	sm
12	$0.8 + 2.0 = 2.8$	2.9	2.5	sm
13	$0.8 + 2.0 = 2.8$	2.9	2.5	sm
14	$0.8 + 2.0 = 2.8$	2.9	2.5	sm
15	$0.9 + 1.8 = 2.7$	2.8	2.0	sm
16	$0.9 + 1.8 = 2.7$	2.8	2.0	sm
17	$0.8 + 1.9 = 2.7$	2.8	2.4	sm
18	$0.8 + 1.8 = 2.6$	2.7	2.3	sm
19	$0.8 + 1.8 = 2.6$	2.7	2.3	sm
20	$0.8 + 1.8 = 2.6$	2.7	2.3	sm
21	$0.6 + 1.9 = 2.5$	2.6	3.2	st
22	$0.6 + 1.9 = 2.5$	2.6	3.2	st
23	$1.1 + 1.4 = 2.5$	2.6	1.3	m
24	$1.1 + 1.3 = 2.4$	2.5	1.2	m
25	$0.8 + 1.6 = 2.4$	2.5	2.0	sm
26	$0.8 + 1.6 = 2.4$	2.5	2.0	sm
27	$0.8 + 1.6 = 2.4$	2.5	2.0	sm
28	$0.8 + 1.5 = 2.3$	2.4	1.9	sm
29	$0.9 + 1.4 = 2.3$	2.4	1.6	m
30	$0.9 + 1.4 = 2.3$	2.4	1.6	m
31	$1.0 + 1.3 = 2.3$	2.4	1.3	m
32	$0.9 + 1.3 = 2.2$	2.3	1.4	m
33	$0.8 + 1.5 = 2.3$	2.4	1.9	sm
34	$0.6 + 1.4 = 2.0$	2.1	2.3	sm
35	$1.0 + 1.1 = 2.1$	2.2	1.1	m
36	$1.0 + 1.0 = 2.0$	2.1	1.0	m
37	$0.5 + 1.1 = 1.6^*$	1.7	2.2	sm
38	$0.5 + 1.1 = 1.6^*$	1.7	2.2	sm

* Chromosome with secondary constriction

Table 3. Measurements of somatic chromosomes of *Cymbidium* Rosalita 'Dos Pueblos' at metaphase, $2n=41$

Chromosome	Length (μm)	Relative length	Arm ratio	Form
1	$2.1 + 2.4 = 4.5$	3.4	1.1	m
2	$2.0 + 2.4 = 4.4$	3.3	1.2	m
3	$2.0 + 2.4 = 4.4$	3.3	1.2	m
4	$2.0 + 2.1 = 4.1$	3.1	1.1	m
5	$1.9 + 2.1 = 4.0$	3.0	1.1	m
6	$1.1 + 2.9 = 4.0$	3.0	2.6	sm
7	$1.9 + 2.0 = 3.9$	3.0	1.1	m
8	$1.8 + 2.1 = 3.9$	3.0	1.2	m
9	$1.8 + 1.9 = 3.7$	2.8	1.1	m
10	$1.8 + 1.9 = 3.7$	2.8	1.1	m
11	$1.8 + 1.9 = 3.7$	2.8	1.1	m
12	$1.8 + 1.8 = 3.6$	2.7	1.0	m
13	$1.8 + 1.8 = 3.6$	2.7	1.0	m
14	$1.8 + 1.8 = 3.6$	2.7	1.0	m
15	$1.6 + 2.0 = 3.6$	2.7	1.3	m
16	$1.3 + 2.3 = 3.6$	2.7	1.8	sm
17	$1.6 + 1.8 = 3.4$	2.6	1.1	m
18	$1.5 + 1.9 = 3.4$	2.6	1.3	m
19	$1.4 + 2.0 = 3.4$	2.6	1.4	m
20	$1.5 + 1.8 = 3.3$	2.5	1.2	m
21	$1.5 + 1.8 = 3.3$	2.5	1.2	m
22	$1.4 + 1.8 = 3.2$	2.4	1.3	m
23	$0.8 + 2.4 = 3.2$	2.4	3.0	sm
24	$1.4 + 1.6 = 3.0$	2.3	1.1	m
25	$1.4 + 1.6 = 3.0$	2.3	1.1	m
26	$0.9 + 2.1 = 3.0$	2.3	2.3	sm
27	$1.4 + 1.5 = 2.9$	2.2	1.1	m
28	$0.1 + 0.8 + 2.0 = 2.9^*$	2.2	2.2	sm
29	$1.3 + 1.5 = 2.8$	2.1	1.2	m
30	$1.3 + 1.4 = 2.7$	2.0	1.1	m
31	$1.1 + 1.6 = 2.7$	2.0	1.5	m
32	$1.3 + 1.3 = 2.6$	2.0	1.0	m
33	$1.3 + 1.3 = 2.6$	2.0	1.0	m
34	$0.1 + 0.8 + 1.6 = 2.5^*$	1.9	1.8	sm
35	$1.1 + 1.3 = 2.4$	1.8	1.2	m
36	$1.1 + 1.3 = 2.4$	1.8	1.2	m
37	$1.1 + 1.3 = 2.4$	1.8	1.2	m
38	$0.9 + 1.5 = 2.4$	1.8	1.7	m
39	$1.0 + 1.3 = 2.3$	1.7	1.3	m
40	$0.9 + 1.3 = 2.2$	1.7	1.4	m
41	$0.8 + 1.1 = 1.9$	1.4	1.4	m

* Chromosome with secondary constriction

Table 4. Measurements of somatic chromosomes of intergeneric hybrid (*Bifrenaria* × *Cymbidium*) at metaphase, $2n=39$

Chromosome	Length (μm)	Relative length	Arm ratio	Form
1	1.9 + 2.0 = 3.9	3.7	1.1	m
2	1.6 + 2.0 = 3.6	3.4	1.3	m
3	1.5 + 2.0 = 3.5	3.4	1.3	m
4	1.4 + 1.8 = 3.2	3.1	1.3	m
5	1.4 + 1.8 = 3.2	3.1	1.3	m
6	1.5 + 1.5 = 3.0	2.9	1.0	m
7	1.5 + 1.5 = 3.0	2.9	1.0	m
8	1.4 + 1.6 = 3.0	2.9	1.1	m
9	1.4 + 1.5 = 2.9	2.8	1.1	m
10	1.1 + 1.8 = 2.9	2.8	1.6	m
11	0.9 + 2.0 = 2.9	2.8	2.2	m
12	1.3 + 1.5 = 2.8	2.7	1.2	m
13	1.0 + 1.8 = 2.8	2.7	1.8	sm
14	1.0 + 1.8 = 2.8	2.7	1.8	sm
15	0.8 + 2.0 = 2.8	2.7	2.5	sm
16	1.1 + 1.6 = 2.7	2.6	1.5	m
17	0.9 + 1.8 = 2.7	2.6	2.0	sm
18	0.9 + 1.8 = 2.7	2.6	2.0	sm
19	0.9 + 1.8 = 2.7	2.6	2.0	sm
20	0.8 + 1.9 = 2.7	2.6	2.4	sm
21	0.8 + 1.9 = 2.7	2.6	2.4	sm
22	1.1 + 1.5 = 2.6	2.5	1.4	m
23	1.1 + 1.5 = 2.6	2.5	1.4	m
24	1.0 + 1.6 = 2.6	2.5	1.6	m
25	0.8 + 1.8 = 2.6	2.5	2.3	sm
26	1.1 + 1.4 = 2.5	2.4	1.3	m
27	0.9 + 1.6 = 2.5	2.4	1.8	sm
28	0.9 + 1.6 = 2.5	2.4	1.8	sm
29	1.1 + 1.3 = 2.4	2.3	1.2	m
30	0.9 + 1.5 = 2.4	2.3	1.7	m
31	0.8 + 1.6 = 2.4	2.3	2.0	sm
32	0.8 + 1.6 = 2.4	2.3	2.0	sm
33	1.0 + 1.3 = 2.3	2.2	1.3	m
34	1.1 + 1.1 = 2.2	2.1	1.0	m
35	0.9 + 1.3 = 2.2	2.1	1.4	m
36	1.0 + 1.1 = 2.1	2.0	1.1	m
37	1.0 + 1.1 = 2.1	2.0	1.1	m
38	1.0 + 1.0 = 2.0	1.9	1.0	m
39	0.5 + 1.0 = 1.5*	1.4	2.0	sm

* Chromosome with secondary constriction