

## 特用樹種の育種に関する研究 (3)

### ミツマタの品種間雑種 ( $F_1$ ) について

中 平 幸 助<sup>(1)</sup>

#### 1. は し が き

ミツマタには高知種 (かぎまた), 静岡種 (赤木) および中間種 (青木) の3品種があつて, それぞれの形態的特性については, 倉田 (1948) によつてくわしく研究され, 明らかになつているが, せん維樹木として重要なものでありながら, 細胞遺伝学的研究や育種が行われたことは少なく, SUGIURA (1936) によつて体細胞染色体と成熟分裂の観察結果が, また倉田によつて高知種および静岡種の体細胞染色体数が報告されているにすぎないようである。

筆者はこれら3品種の遺伝的關係を研究すると同時に, 現在栽培されている品種よりも, すくれた品種を育成する目的で, 交雑育種を続けてきた。その結果, ミツマタは品種間交雑を行つた場合, その結実率はかなりよい結果を示し, 容易に交雑種子が得られることが判つたが<sup>(1)</sup>, 今回は品種間交雑のうち, 高知種×静岡種で得られた  $F_1$  の特性と, 細胞学的観察結果の概要を報告する。

なお, この研究を実行するにあつて, 御指導を賜つた宇都宮大学教授倉田益二郎博士, 京都大学教授山下孝介博士, 岡山大学教授大倉永治先生, とりまとめに御助言を賜つた林業試験場宮崎分場長外山三郎博士, 試験実行に御援助をうけた高島分場松田宗安技官に, 深い感謝の意を表する。

#### 2. 材 料 お よ び 方 法

交雑に用いた親木は, 高島分場 (岡山市祇園) の苗畑に植えてある高知種および静岡種で, 前者は根萌芽 (根べき苗) を分割繁殖した2号供試木, 後者は実生で繁殖した1号供試木で, いずれも4年生の成木である。

1950年3月に両品種の正逆交雑を行い, どちらも交雑種子が得られたが, 静岡種を♀とした組合せのものは, 採種後貯蔵中 (深さ30cmの土中に埋蔵) に腐敗してしまい, 苗を得ることができなかつた。高知種を♀としたものは, 健全であつたので, 1951年4月に苗畑に播きつけ, 1952年に定植した。高知種の実生苗が得られないため, 生長については  $F_1$  と同じように育てた静岡種を, その他の性質については両親を比較用として供試した。

根端細胞は,  $F_1$  および両親の若枝を切りとり, 電熱温床に挿しつけて発根させ, Navashin 液で固定, バラフィン法により gentian violet で染色, 花粉母細胞は, なすりつけ法により Belling の acetocarmine で染色して観察した。

(1) 高島分場造林研究室

### 3. 結 果

#### 1) 外部形態



Fig. 1 A 高知種, B F<sub>1</sub>, C 静岡種の各3年生木

Morphological appearance of Mitsumata (*Edgeworthia papyrifera*) 3-year-old.

A. Kochi variety B. F<sub>1</sub> hybrid (Kochi×Shizuoka) C. Shizuoka variety

Table 1. 生長, 着花数および萌芽数比較  
Comparison of height, number of flowers and sprouting.

| 項目<br>品種           | 調査本数<br>number of | 樹高<br>height | 地際直径<br>diameter on the<br>ground | 着花序数<br>number of<br>flowers | 刈取後の萌芽数<br>number of<br>sprouts after<br>cutting |
|--------------------|-------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------|--|
| 静岡種<br>Shizuoka v. | 本<br>26           | m<br>132.53  | cm<br>2.84                        | 箇<br>92                      | 本<br>4.40  |
| F <sub>1</sub>     | 26                | 141.00       | 3.34                              | 89                           | 12.23  |

F<sub>1</sub> (第1図 B) の外部形態は、ほぼ両親 (第1図 A, C) の中間形を示し、次のようであった。すなわち、高知種は、分枝角度がせまく上伸型で、分枝回数も少なくして節間が長く、枝条の表皮は灰褐色で、葉は大型である。これに対し、静岡種は分枝角度が広く広張型で、分枝回数も多くて節間がみじかく、枝条の表皮は茶褐色で、葉は小型であるが、F<sub>1</sub> は分枝角度、分枝回数、節間の長さ、枝条の表皮の色、葉の大きさは両品種の中間であった。

F<sub>1</sub> の1個体あたりの平均着花序数は、高知種よりもかなり多く、3年生のもので89個も着花し、静岡種の92個と比べて大差はなく、また1花序内の花数も同じくらいであった (第1表)。

#### 2) 生長および萌芽力

3年生の F<sub>1</sub> について、その生長量を、同じように植付けた静岡種と比べてみると、樹高、直径ともに結果を示した (第1表)。また、2年生のものを2月に地際から刈り取つたものの調査によると、根

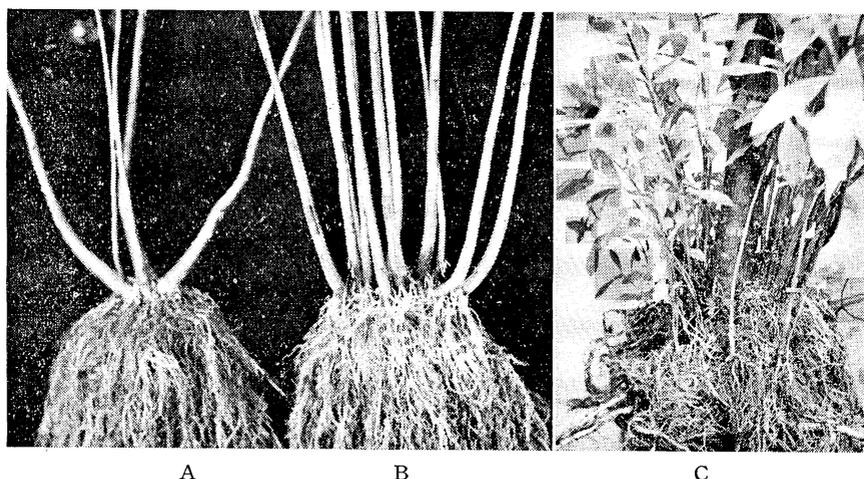


Fig. 2 A 静岡種, B. F<sub>1</sub> の刈取後根株からの萌芽状況 C. 高知種の根萌芽発生状況  
Showing the difference in sprouting ability in Shizuoka v.  
(A) F<sub>1</sub> hybrid (B) and Kochi v. (C)

株からの萌芽力はきわめて旺盛で、静岡種の平均 4.40 本に対し、F<sub>1</sub> は 12.23 本であつた。

この萌芽は高知種のひこばえ<sup>3)</sup> (根萌芽, 第2図C) と同じように、萌芽自体からの発根 (第2図B) が多く、株から切りはなせば、根びき苗として繁殖させることができる。

### 3) 花粉の稔性

F<sub>1</sub> と両親の花粉粒を、aceto-carminе で染色して良否を比較した結果は第2表のようで、内容空虚、あるいは萎縮した花粉は、高知種には 15% もあつて最も多く、静岡種はわずか 2%, F<sub>1</sub> は約 8% で両親の中間であつたが、小形花粉は両親には全く見受けられず、F<sub>1</sub> には 16% も含まれていた。しかし、両親ほどではないが、充実した正常花粉が多く、稔性はかなり高率であつた (第2表)。

Table 2. 花粉の稔性比較表  
Normal and abnormal pollen grains in parents and F<sub>1</sub> hybrid.

| 品 種                      | 正常花粉<br>normal p. | 空 虚,<br>萎縮花粉<br>empty or<br>abroptive p. | 小形花粉<br>abnormal<br>small p. | 計<br>sum up     |
|--------------------------|-------------------|--|------------------------------|-----------------|
| 高知種(%)<br>Kochi v.       | 362<br>(84.98)    | 66<br>(15.02)                            | 0<br>(0)                     | 426<br>(100.00) |
| 静岡種(%)<br>Shizuoka<br>v. | 558<br>(97.90)    | 12<br>(2.10)                             | 0<br>(0)                     | 570<br>(100.00) |
| F <sub>1</sub> (%)       | 380<br>(76.00)    | 39<br>(7.80)                             | 81<br>(16.20)                | 500<br>(100.00) |

Table 3. 花粉の大きさ (直径) 比較表  
Frequency distribution of pollen diameter.

| 品 種                  | 直径 μ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 計 |     |     |     |
|----------------------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|-----|-----|-----|
|                      | 15   | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |   | 100 | 105 | 110 |
| 高 知 種<br>Kochi v.    |      |    |    |    |    | 1  | 1  | 2  | 5  | 6  | 16 | 31 | 35 | 34 | 25 | 9  | 3  | 1 | 1   |     | 180 |
| 静 岡 種<br>Shizuoka v. |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  | 32 | 96 | 35 | 2  |    |   |     |     | 167 |
| F <sub>1</sub>       | 2    | 11 | 20 | 21 | 12 | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 6  | 12 | 39 | 66 | 53 | 16 | 5  | 2 | 2   | 1   | 271 |

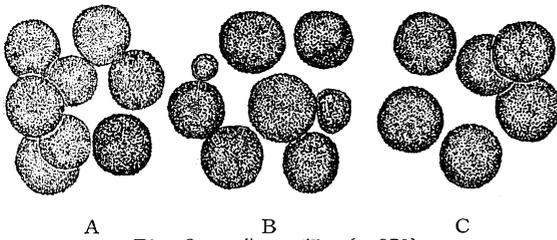


Fig. 3 花粉 (×250)  
A. 静岡種, B. F<sub>1</sub>, C. 高知種  
Figure of pollens.  
A. Shizuoka v. B. F<sub>1</sub> hybrid C. Kochi v.

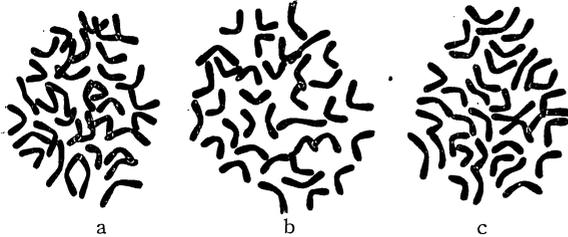


Fig. 4 体細胞染色体, 2n=36 (×Ca 1500)  
a. 静岡種, b. 高知種, c. F<sub>1</sub>  
Somatic plates in root tip cells of *Edgeworthia papyrifera*.  
a. Shizuoka v. b. Kochi v. c. F<sub>1</sub> hybrid

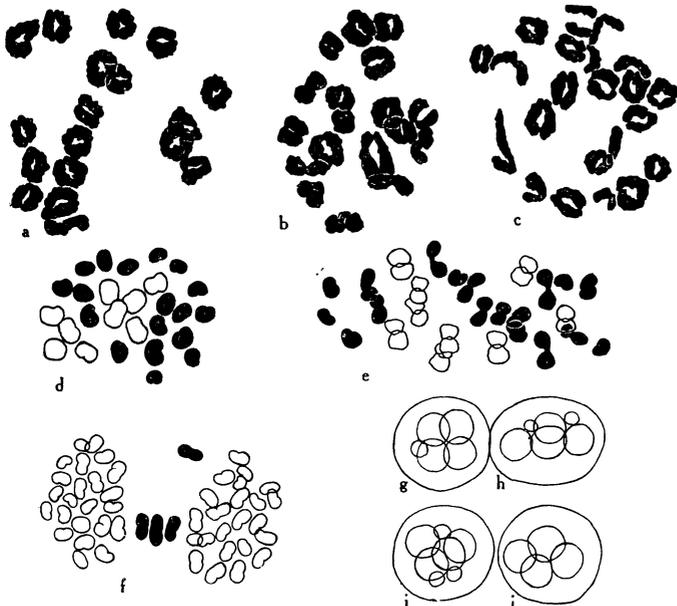


Fig. 5 両親と F<sub>1</sub> の成熟分裂  
a—c. 第一分裂前期 a 静岡種 18<sub>II</sub> · b 高知種 18<sub>II</sub> · c F<sub>1</sub> 13<sub>II</sub>+10<sub>I</sub>  
d—e. F<sub>1</sub> の第一分裂中期 9<sub>II</sub>+18<sub>I</sub>  
f. F<sub>1</sub> の第二分裂中期 g—j. F<sub>1</sub> の花粉四〜七分子  
(a—f×Ca 2000 · g—j×Ca 800)

Diakinesis of the pollen mother cell in parents and F<sub>1</sub> hybrid.  
a—c. prophases in the first maturation division.  
a. Shizuoka v. b. Kochi v. c. F<sub>1</sub> hybrid  
d—e. First metaphases of F<sub>1</sub> hybrid  
f. Second metaphases of " "  
g—i. Abnormalities of microspores

また、大きさ(直径)は第3表のように、F<sub>1</sub>には大小の2群があつて、変異の巾も広く不揃であるが(第3図)、内容の充実した正常花粉は、両親に比べて大差はみとめられなかつた。

#### 4) 細胞学的観察

ミツマタの体細胞染色体数は、前に述べたように SUGIURA および倉田によつて算定されており<sup>4)</sup>、私の観察でも高知種、静岡種、F<sub>1</sub>ともに同じく 2n=36 であつた。形態は V 字型のものがほとんどで(第4図)、かなり大小の差があつて、長大なものは静岡種に5対、高知種に4対みられた。

成熟分裂で、両親の第一分裂中期に

における染色体接合は 18<sub>II</sub> (第5図 a, b) を示し、二価染色体の結合は固く、正しく分裂して両極に移行し、第二分裂でも異状はみとめられず、娘核は均等分裂を行つて両極にわかれ、花粉四分子を形成する。

F<sub>1</sub> は染色体の行動が不規則で、第一分裂前期に平行した2本からなるものと、1本からなるものがあつて、中期にかけて、前者は二価染色体を、後者は一価染色体を形成する(第5図 c, d, e)。その接合型は 9<sub>II</sub>+18<sub>I</sub>~14<sub>II</sub>+8<sub>I</sub> で、第4表のように 9<sub>II</sub>+18<sub>I</sub> が最も多く、観察数の約 60% であつた。移動期にかけて、二価染色体は正

しく分裂を行い、一価染色体の多くのものも、二価染色体と同時期、あるいは、それよりも早く均等分裂して一分染色体となり、両極に移行するが、1～5個はそのまま核板に残存(第5表)している。

第二分裂では、9～14個の二分染色体は均等分裂を行って正しい行動をとるが、一分染色体は再び分裂することなく、機械的に配分されて両極に移行する。第一分裂で核板に残存した一価染色体は、その後均等分裂は行いが、主核に

Table 4. F<sub>1</sub> の染色体接合  
Frequencies of bivalents and univalents  
in first metaphases of PMC.

| 接合型<br>type                       | 頻度<br>frequency | %     |
|-----------------------------------|-----------------|-------|
| 9 <sub>II</sub> +18 <sub>I</sub>  | 54              | 61.36 |
| 10 <sub>II</sub> +16 <sub>I</sub> | 7               | 7.95  |
| 11 <sub>II</sub> +14 <sub>I</sub> | 5               | 5.68  |
| 12 <sub>II</sub> +12 <sub>I</sub> | 12              | 13.64 |
| 13 <sub>II</sub> +10 <sub>I</sub> | 8               | 9.09  |
| 14 <sub>II</sub> +8 <sub>I</sub>  | 2               | 2.27  |
| 計                                 | 88              | 99.99 |

Table 5. F<sub>1</sub> の第一分裂後期における遅滞染色体  
Frequencies of the number of delayed chromosome on the first telopase in F<sub>1</sub> hybrid.

| 遅滞染色体数<br>number of delayed<br>chromosomes | 0    | 1    | 2     | 3     | 4     | 5    | 計   |
|--|------|------|-------|-------|-------|------|-----|
| 観察数<br>frequency                           | 1    | 1    | 15    | 20    | 21    | 2    | 60  |
| %  | 1.67 | 1.67 | 25.00 | 33.33 | 35.00 | 3.33 | 100 |

Table 6. 第二分裂後期(四分子形成)にみられた異状  
Abnormalities in microspore formation in F<sub>1</sub> hybrid.

| 分子数<br>number of pollen | 4     | 5     | 6     | 7     | 8    | 計   |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-----|
| 観察数<br>frequency        | 19    | 37    | 45    | 17    | 4    | 122 |
| %                       | 15.57 | 30.33 | 36.89 | 13.93 | 3.28 | 100 |

合流することなく、そのまま小核を形成するものが多い。したがって、正しく花粉四分子が形成される場合はきわめて少なく、五分子～七分子(第6表)が多くみられた。

#### 4. 考 察

高知種および静岡種の形態的な差異については、前述のように、すでにくわしく研究され、明らかになっているが、以上の調査結果からみて、それらの特性ばかりでなく、細胞遺伝学的にもかなり大きな品種差のあることがみとめられた。

すなわち、体細胞染色体数は、いずれも  $2n=36$  で、染色体の形は大小のV字型が多く、それぞれの核型を決定するまでにはいたらなかつたが、大型のものは高知種に4対、静岡種に5対みられたこと、また、両品種の F<sub>1</sub> の成熟分裂における染色体接合からも、うなづかれる。

ミツマタの成熟分裂について、SUGIURA によれば、成熟第一分裂前期には、四価染色体が見受けられ、中期には、しばしば二次接合が観察されたと述べ、ミツマタは四倍体であろうと報告している<sup>4)</sup>。私の観察では、高知種、静岡種ともに、そのような現象はみられず、18個の完全な二価染色体を形成し、第一、第二分裂を通じて異状はみとめられなかつた。

しかし、 $F_1$  の第一分裂前期、中期における染色体の接合型の頻度と、コルヒチン処理によつて育成した静岡種の倍数体ならびに倍数体と静岡種の交配によつて得られた三倍体（六倍体、未発表）の成熟分裂における染色体接合、花粉および種子の稔性と、ちんちよげ科に属する多くの植物のゲノムが<sup>67)</sup> 9個であること等から推察して、ミツマタの栽培品種は、 $n=9$  を基とした2組ずつ異つた4個のゲノムを有する異質四倍体であると考えられる。

すなわち、高知種および静岡種の共通したゲノムをE、両品種の異つているゲノムをKおよびSとすれば、高知種はEEKK、静岡種はEESSとなり、 $F_1$  はEEKSのゲノム式によつて表わすことができよう。

$F_1$  の成熟分裂における染色体接合型は、 $9_{II}+18_I$  をモードとして、その他にも種々な接合型がみられたことは、KおよびSゲノムのなかには、相同、あるいは部分相同の染色体が含まれているものと考えられる。また、第一分裂において、二価染色体の分裂にともない、一価染色体が均等分裂を行つて両極に移行し、第二分裂では、さらに分裂することなく、機械的に両極に配分されることは、染色体の行動が、小麦型に属しているものと思われる<sup>69)</sup>。

しかし、この一価染色体の1～5個は、均等分裂後も核板に残つて、そのまま小核を形成するものもあるから、花粉四分子の形成にあつては、多くの異状がみとめられ、花粉は両親にはみられない小形花粉が含まれている。したがつて、内容の充実した正常と思われる配偶子にも、正しいゲノムをもつたものは少ないことが想像される。

$F_1$  植物の外部形態は、ほぼ両親の中間型であるが、静岡種より生長よく、また、切株からの萌芽力もきわめて旺盛で、この萌芽自体から発根し、高知種の根萌芽苗（ひこばえ）と同じように、親株からたやすく分割して繁殖させうる。

これらの特性から考えて、普通植付後2～3年ごとに、地際から刈取つて収穫、萌芽更新を行うミツマタでは、栽培上すぐれたいろいろの特性を取り入れることによつて、今後、さらにすぐれた品種を育成することも可能であろう。

## 5. 摘 要

1) ミツマタ品種の遺伝的関係を調査し、既存品種よりもすぐれた品種を育成するために、交雑育種を試み、まず高知種×静岡種の  $F_1$  を得た。

2)  $F_1$  の外部形態は、両親の中間型で、静岡種より生長がよく、切株からの萌芽力も旺盛である。また、萌芽枝自体から、よく発根し、株分けによる繁殖がやさしい。

3) 両親の成熟分裂における染色体接合は  $18_{II}$  を示し、その結合は固く、異状はみとめられなかつたが、 $F_1$  は  $9_{II}+18_I$  をモードに、その他にも種々な接合型がみられ、高知種と静岡種との間には、遺伝的にもかなり大きな差がある。

4)  $F_1$  の染色体接合型と、人為倍数体の染色体接合、花粉および種子稔性等からみて、高知種はEEKK、静岡種はEESS、 $F_1$  はEEKSのゲノム式によつて表わすことのできる異質四倍体と考えられる。

5) 第一分裂で、一価染色体は均等分裂を行つて両極に移行し、第二分裂では機械的に配分されるが、均等分裂後も1～5個は核板に残存し、小核を形成するものもあつて、花粉四分子の形成には、多くの異状がみとめられた。

6) 成熟分裂における染色体の行動は、小麦型に属すると思われる。

7) 以上のような予備的研究によつて、すぐれた特性をもつた新しい品種の育成が可能であると推定される。

#### 参 考 文 献

- 1) 中平幸助：特用樹種の育種に関する研究 (2) ミツマタの稔性について，育種学雑誌，2 卷 3 号 (1953)
- 2) 高知県農業試験場別府分場：栝三極試験成績書 (1953)
- 3) 中平幸助：ミツマタの増産品種とその増殖法，農業及園芸，27 卷 4 号 (1952)
- 4) T. SUGIURA: Studies on Chromosome Numbers in Higher Plants, with Special Reference to Cytokinesis, I. Cytologia, Vol. 7. (1936)
- 5) 倉田益二郎：毛茸による特用樹種の品種識別に関する研究，林業試験場研究報告，40 号 (1948)
- 6) 盛永俊太郎：栽培植物と倍数性，農学綜報，第一輯倍数性，(1947)
- 7) Darlington and Janaki Amml: Chromosome Atlas of Cultivated Plants (1945)
- 8) 西山市三：細胞遺伝学研究法 (1949)
- 9) 松村清二：コムギの細胞遺伝と育種 (1950)

Kôtsuke NAKAMURA: Studies on the Breeding of Trees of Special Use. III.  
Intervarietal F<sub>1</sub> Hybrids of Mitsumata (*Edgeworthia papyrifera*).

Résumé

1. For obtaining a superior variety compared with now cultivated ones, an attempt was made to grow F<sub>1</sub> plants between Kochi and Shizuoka varieties of Mitsumata (*Edgeworthia papyrifera*). Morphological and cytological characteristics are reported here.

2. Morphologically, F<sub>1</sub> plants show the intermediate forms of the parents as shown in Figure 1. They grow more vigorously and bear more sprouts, which facilitate propagating their strain by stooling, compared with Shizuoka variety plants. Number of sprouts is less than those in Kochi variety.

3. Large variation was observed in the chromosome conjugation in PMC of F<sub>1</sub> plants although the conjugation in parent varieties was always regular and steady showing 18<sub>II</sub> chromosomes. In F<sub>1</sub> plants, mode of conjugation figure was 9<sub>II</sub>+18<sub>I</sub>. The other figures and their frequencies are presented in Table 4.

4. Figures of chromosome conjugation and observations on pollen of F<sub>1</sub> plants suggest that the genom types of Kochi, Shizuoka varieties and their F<sub>1</sub> hybrids are respectively described as EEKK, EESS and EEKS.

5. Univalent chromosomes divide themselves in the first maturation division and move toward either poles, but almost always we can see 1—5 delayed chromosomes which form later micronucleus and cause the abnormality in pollen tetrad formation. In the second division chromosomes from original univalent ones do not divide and are distributed by chance.

6. The behavior of chromosomes during maturation division is considered to belong to *Triticum* type.

7. There are some possibility to obtain better varieties by means of cytogenetic method of breeding.