

# 薄荷の育種学的研究 第7報

日本薄荷と *M. rotundifolia* (L.) HUD. との F<sub>1</sub> の細胞遺伝学的研究\*

池田長守・宇渡清六・岸本 修

## Studies of mint Breeding VII

Cytogenetical studies on the F<sub>1</sub> hybrid which involves *M. arvensis* L.  
var. *piperascens* MAL. and *M. rotundifolia* (L.) HUD.

Nagamori IKEDA, Seiroku UDO and Osamu KISHIMOTO.

*M. rotundifolia* (L.) HUD. is nearly as widely diffused over Europe, especially common in the western Mediterranean district. The number of chromosomes of this species is found to be 24 in somatic cells and 12<sub>n</sub> at MI of PMC's. It is the least number in the species belonging to the genus *Mentha*, and so this species is supposed to be one of the prototypes or the types connected to the prototypes of *Mentha*. *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. (Japanese mint) is cultivated and widely found in Japan and China. The number of its chromosomes is found to be 96 in somatic cells and 48<sub>n</sub> at MI of PMC's. The latter is one of the species having the largest number of chromosomes in *Mentha*.

The authors raised F<sub>1</sub> hybrid which involves both the species to see the possibility to improve the Japanese mint. In this paper the authors tried to infer the phylogenetical relationships between them as a problem of the fundamental studies of mint breeding.

The Japanese mint was pollinated by *M. rotundifolia* in 1953. The next year F<sub>1</sub> plant was raised. This plant was so matroclinous that the authors supposed that the cross was not success, until the fluorecence appeared. For instance, F<sub>1</sub> finely pubescent throughout; leaves lanceolate, acute on the apex, narrowed at the base, sharply serrate with low teeth, not wrinkled, greyish green, slender-petioled, as the Japanese mint. Concerning the flavour of stems and leaves, habit of runner etc, F<sub>1</sub> was similar to the Japanese mint too. But as to the shape of inflorescence and date of flowering, F<sub>1</sub> was intermediate.

Anthers became atrophied, no fertile pollen was found in pollen sacs and the percentage of seeds set by means of open pollination was very low (0.05%) in the F<sub>1</sub> plant, as the previously reported interspecific F<sub>1</sub>'s of *Mentha*.

The number of chromosomes of F<sub>1</sub> was found to be 60 when examined in the root-tip cells. This is the sum of the numbers of gemini which are found at MI of PMC's in the parents. At MI of PMC's in F<sub>1</sub>, 2-10 bivalent chromosomes were found, the mode being 6. The rest were all univalents. Consequently, it is natural that abnormality occurs in the course of formation of pollen tetrads. And only 6% of them were normal.

\* 本研究の要旨は昭和30年10月、日本育種学会第9回講演会において発表。

If the authors assume that 12 is the basic numbers of chromosomes in *Mentha*,  $F_1$  receives 4 sets (genomes) from the Japanese mint, and one set from *M. rotundifolia*. At MI of PMC's in  $F_1$ , appearance of 2-10 bivalents means that the genome of *M. rotundifolia* is partially homologous to one of the genomes of the Japanese mint, because the latter is allopolyploid and so gemini are the products of allosyndesis. From the fact above stated, it can be said that the ancestor of *M. rotundifolia* is one of the ancestors of the Japanese mint, though they are now distributed separately on the earth.

## I 緒 言

*M. rotundifolia* は西部地中海沿岸地域に最も普通で、道路端や荒蕪地に野生する。北はオランダやデンマークのバルト海の島々にまで分布するが、一般に暖地を好み、北米、メキシコにも古くから帰化している。この種は薄荷属の他の種よりも乾燥に堪える能力が強いと言われる<sup>2)</sup>。その染色体数については、HEIMANS (1938)<sup>3)</sup> の  $2n=18$  があるが、RUTTLE (1931)<sup>4)</sup>、長尾 (1941)<sup>5)</sup>、池田, 宇渡 (1954a)<sup>6)</sup>、津田 (1954)<sup>4)</sup> はいずれも  $2n=24$  を報告する。即ち本種は薄荷属中染色体数の最少種であり、本属の原型の一つ又はそれにつながる種と考えられる。一方日本薄荷はわが国各地や支那大陸揚子江下流地方で栽培せられ、又野生もあつて、極東の原産と考えられる。その染色体数は  $2n=96$  で、本属中染色体数の最多種の一つである。

薄荷属は種間に容易に自然雑種を作り、出来た雑種は稔性の有無にかかわらず、根茎或は匍匐茎によつて繁殖する。それゆゑ歐洲ではいろいろの種間雑種が存在すると信ぜられる。分布地域を異にする上記2種間雑種は記載されてないが、日本薄荷の近縁種である歐洲産の *M. arvensis* と *M. rotundifolia* との自然雑種が BRIQUET (1895)<sup>1)</sup> によつて記載されている。即ち氏は、*M. carinthiaca* Host. 及び *M. Muellieriana* F. Sch. の両種はこの自然雑種であつて、「非常に稀である」と述べている。

筆者等は *M. rotundifolia* の耐旱性、耐病性を日本薄荷に取入れる可能性を知るために、又原産地を異にする両種の類縁関係を推定するために、両者の交雑実験を行つた。此処には種間雑種  $F_1$  の形態的、生理的諸性質並びに核学的観察の結果を報告する。

本研究にあたり、元京都大学教授香川冬夫博士、岡山大学理学部大倉永治教授には、懇切なる御教示、有益なる御助言を賜つた。茲にその御厚意に対して深甚の謝意を表する。

## II 実験材料及び方法

本実験に用いた交雑親〔3〕\* *M. rotundifolia* (L.) HUD. 及び *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. (日本薄荷、品種〔28〕白花種、〔35〕三美) は共に岡山県立農業試験場倉敷分場の品種保存栽培系統である。〔3〕の原産地からの輸入経路はわからない。〔28〕は倉敷市安江産、〔35〕は倉敷分場育成、共に経済栽培品種である。雑種  $F_1$  は日本薄荷を母とし、*M. rotundifolia* を父としたもので、その育成経過は次の如くである。

$F_1$  の育成経過。1953年正逆両交雑を213花について行い、種子29個を得た。翌年播種して3個の  $F_1$  植物を得たが、発芽後間もなく及びその年の冬に夫々1個体宛枯死し、1955年実験に供し得たのは1個体〔 $F_1 2$ 〕のみであつた(第1表)。

〔 〕\* 内の番号は本研究室登録系統番号。

Table 1. Process of F<sub>1</sub> breeding

Parents by line no.	1953			1954 seeds germinated	1955 F <sub>1</sub> lines raised
	No. of flowers crossed	No. of seeds acquired	% of seeds set		
[3] × [35]	32	12	9.38	1	0
[28] × [3]	89	13	2.34	2	1
[35] × [3]	92	4		0	0
Total	213	29		3	1

Note: [28], [35] Japanese mint [3] *M. rotundifolia*

体細胞染色体の観察は根端細胞により、又減数分裂の観察は花粉母細胞によつた。而して何れにおいても前報<sup>7)</sup>と同様の固定、観察法を用いた。

### III 観 察 結 果

#### (1) 營養器官の外部形態

F<sub>1</sub> の外部形態は日本薄荷に近い。

葉：*M. rotundifolia* は卵円形又は広楕円形、鈍頭、心脚、無柄、葉脈深く皺多く、葉縁には波状の鈍い鋸歯を持つ。色は稍黄味を帯びた鮮明な緑色。日本薄荷は披針形乃至長楕円形、鋭脚、有柄、皺無く、上半部に粗な鋭鋸歯を持つ。色は灰色がかつた緑色。F<sub>1</sub> の葉の諸形質は日本薄荷のそれと変わらない。

花序：*M. rotundifolia* は短い、花の密生した円柱状の穂状花序が、梢頭枝端に頂生している。日本薄荷では、花は茎の中央部以上の葉腋に簇生し、短い花梗の先端に着き、輪繖花序を形成する。F<sub>1</sub> では花房が葉腋から腋出しているが、梢頭に進むに従つて葉は短小となり、花期の終に近づき、花が咲き進むと、枝端は穂状を呈するようになる。即ち既報の日本薄荷との雑種の F<sub>1</sub><sup>7,8)</sup> より一層日本薄荷に近い形状を示す。

その他 *rotundifolia* の茎葉には特有の分枝せる綿毛が密生し、日本薄荷には分枝しない短毛を密布する。然るに F<sub>1</sub> は無毛に近く、只萼の裂片上に棘毛の発達が著しいのみで、*rotundifolia* 親の分枝毛茸は見られない。花冠の色は *rotundifolia* では白色に近い極淡い紫色、日本薄荷では「白花種」という品種名が示す如く純白、F<sub>1</sub> は淡紫色で、且花卉にかすかな紫斑があり、両親の何れよりも着色度が高い。又 F<sub>1</sub> は茎、葉縁（特に若葉）、萼の裂片部にアントキアンによる着色が顯著だが、両親にはない。

#### (2) 生理的性質

*M. rotundifolia* は早生で例年7月上旬（1955年には7月4日）に開花する。日本薄荷（白花種）の開花は8月中旬（1955年には8月13日）であるが、F<sub>1</sub> は7月下旬（1955年には7月25日）に開花した。即ち F<sub>1</sub> の開花始期は丁度両親の中間である。日本薄荷の茎葉はメントールの芳香を持ち、*rotundifolia* の茎葉はそれとは別の特異な芳香を持つが、F<sub>1</sub> の茎葉の香は日本薄荷に近い。繁殖茎の習性も F<sub>1</sub> は日本薄荷の如く地下性で、*rotundifolia* のそれが匍匐枝となつて地上を走るのとは著しく趣を異にする。

#### (3) 生殖器官

既報日本薄荷品種<sup>6,7,8)</sup>と同様、白花種は葯は完全であり、花粉の73%は醋酸カーミンに染ま

る稔性花粉である。又放任で36%の結実率を示した。

*M. rotundifolia* は年によつて若干の完全葯を着け、その中には醋酸カーミンに染まる有効花粉を容れる(1953年の調査によれば完全葯率約0.1%, 完全葯中の稔性花粉87.6%)が、1955年の調査では完全葯、従つて有効花粉は全く見られなかつた。花粉の生長を追跡すると開花4~5日前までは正常に發育するが、3日位前から生長を中止し内容を失つて開花前日には全く萎縮し

Table 2. Frequency of completely developed anthers

Line no.	No. of completely developed anthers in one flower					Total		% of completely developed anthers
	0	1	2	3	4	Anthers	Flowers	
[3]	100	0	0	0	0	0	100	0
[F <sub>1</sub> 2]	400	0	0	0	0	0	400	0
[28]	0	0	2	1	97	395	100	98.8

Table 3. Pollen fertility determined by acetocarmine staining

Line no.	No. of pollens			Pollen fertility %
	Fertile	Sterile	Total	
[3]	no fertile pollen found			0
[F <sub>1</sub> 2]	"			0
[28]	183	67	250	73.2

Table 4. Percentage of seeds set by means of open pollination

Line no.	No. of flowers tested	No. of seeds acquired	% of seeds set
[3]	100	184	46.00
[F <sub>1</sub> 2]	1000	2	0.05
[28]	100	145	36.25

てしまう。\* しかるに放任受精せしめた場合の結実率は約46%を示した。\*\*

F<sub>1</sub>においては雄性配偶子は不完全な4分子形成後、發育を停止して退化するようで、痕跡を示す葯の内容は空虚で、萎縮未完成の花粉粒さえも見られない。結実率も低く、1000個の花を調査して2個の種子を得たに過ぎなかつた。

#### (4) 細胞学的觀察

日本薄荷(白花種)は $2n=96^p$ 、MIでは $48_{II}$ 、MIIでは両娘核に夫々 $48_I$ が見られ、既報品種<sup>6,7)</sup>と同様成熟分裂は正常であつた。又*M. rotundifolia*は $2n=24^s$ 、MIには $12_{II}$ 、又MIIには両核板共 $12_I$ が觀察され、共に異常は認められなかつた。

\* 本実験の交雑親とした*rotundifolia* [3]の系統は上記の如く雄性生殖器官の發達が悪いが本研究室保存の*rotundifolia*の他の三系統では雄性生殖器官は全く正常で、その中の一系統[181]は完全葯率97.5%、完全葯中の稔性花粉は91.7%であつた。

\*\* この理由に就いては目下研究中である。

根端で調査した  $F_1$  の体細胞染色体数は予期の如く 60 であった。MI には多価染色体の出現なく、2 価染色体と 1 価染色体のみであった。2 価染色体の出現頻度は第 5 表に示す如く 2 乃至

Table 5. Chromosome configurations at MI of PMC's in  $F_1$  line

Type	2II + 56I	3II + 54I	4II + 52I	5II + 50I	6II + 48I	7II + 46I	8II + 44I	9II + 42I	10II + 40I	Total
Frequency	1	2	3	5	8	4	2	1	1	27

10, モードは 6 である。後期には多くの遅滞染色体を残す。

花粉 4 分子は第 6 表に示す如く、両親に於いて異常は稀である。 $F_1$  に於いては MI における染色体の行動からも想像される如く、AII における染色体の分配は不規則で、正常 4 分子の生ずる率は僅 6% に過ぎなかつた。2 分子、3 分子の如き巨大分胞子或は小数染色体を含む小分胞子が出現し、一般に分胞子の数は正常の数 4 に充たない。このように巨大分胞子の出来る頻度の高いことは、MI に現れる数多い 1 価の残留染色体が、日本薄荷×オランダハツカの  $F_1$  の場合と同様、隔膜の新形成を妨げるためと考えられる。

Table 6. Irregularity of pollen tetrad

No. of normal type spores	No. of small type spores	Frequency		
		[28]	[ $F_1$ 2]	[3]
1	0		7	
1	1		3	
2	0		94	
2	1		34	
2	2		14	
3	0	6	25	8
3	1		9	
4	0	95	12	92
4	1		2	
Total		101	200	100
% of normal tetrads		94.1	6.0	92.0

#### IV 考 察

薄荷属の種間には 12 を基本染色体数とする倍数関係があり<sup>2)</sup>、12 個の染色体をもつてゲノムを構成するものと仮定すると、体細胞染色体の観察の結果、 $F_1$  植物の染色体構成は日本薄荷からの 4 ゲノムと *M. rotundifolia* からの 1 ゲノム、計 5 ゲノム ( $2n = 60$ ) であると考えられる。この  $F_1$  の MI において、2 乃至 10 個の 2 価染色体が現れる事は、 $F_1$  が含む 5 ゲノム中 3 ゲノムは非相同であり、残りの 2 ゲノムは部分相同であることを意味する。但後者は 12 個の染色体中 10 個まで接合能力をもつ。既報<sup>6)</sup> の如く、日本薄荷は異質倍数体と考えられるから、部分相同の 2 ゲノムは日本薄荷及び *M. rotundifolia* から、それぞれ 1 組宛来たもので、従つて 2 価染色体は異親接合と考えるのが妥当のようである。

津田<sup>6)</sup> は *M. rotundifolia* の PMC の減数分裂の際に、デアキネシスにおける 4 価染色体、MI, MII における第 2 次接合、第 1 分裂における染色体の非還元、又第 1, 第 2 分裂の後期、終期における遅滞染色体等の異常を観察して、本種を同質 4 倍体、或は少くとも親和力の高い 6 染色体より成る 4 ゲノムを有する 4 倍体であると推定している。もしこの推定が正しいとするならば、 $F_1$  の 2 価染色体の一部は *rotundifolia* の染色体の同親接合であり、従つて残りは日本薄荷の同親接合ということにならねばならない。併し筆者等の観察では (1) 両親種の

PMC の MI において4価染色体の出現がない。(日本薄荷では第3報, 第4報, 第5報のいずれの観察においても認められなかつた。)(2) 既報日本薄荷×オランダハツカの F<sub>1</sub> (第4報) 及び日本薄荷× *M. spicata* の F<sub>1</sub> (第5報) の PMC の MI において, 4価染色体の出現や, 日本薄荷から来た染色体の同親接合と確認されるような場合がなかつた。(3) 本報の雑種 F<sub>1</sub> の PMC の MI においても(その観察数は多くないが, 観察の範囲内で) 4価染色体が見られず又2価染色体の出現が12を越えない。即ちこれらの観察からは同親接合であるという考えを積極的に支持する材料は得られなかつた。

依つて筆者等の見解の如く異親接合と見るならば, 日本薄荷の4ゲノム中の1ゲノムは *M. rotundifolia*\* のゲノムと部分相同であることとなる。この事実によつて, 日本薄荷は現在こそ *M. rotundifolia* と分布区域を異にしているが, その進化のある時期に, 両種の祖先は共通の分布区域を持ち, その際前者は後者の染色体を併呑したと推定することは出来ないだろうか。

## V 摘 要

1. 日本薄荷 × *M. rotundifolia* の F<sub>1</sub> は外部形態的に日本薄荷に近い。又茎葉の香気, 繁殖茎の性状等も日本薄荷と変らない。併し花序の形, 開花期等若干の形質は両親の間であつた。

2. F<sub>1</sub> は葯が退化し, 葯中には稔性花粉を含まない。又放任受精の場合殆んど種子を着けない。

3. PMC の MI において, *M. rotundifolia* では 12<sub>n</sub>, 日本薄荷では 48<sub>n</sub> が観察される。F<sub>1</sub> の体細胞染色体数はその和の60に等しい。

4. F<sub>1</sub> の PMC の MI における2価染色体の出現頻度は2~10で, モードは6, 残りはすべて1価染色体であつた。従つて当然花粉4分子形成の際にも, 染色体の分配に異常が起り, 正常4分子の出現率は6%に過ぎなかつた。

5. 12個を薄荷属の基本染色体数とするならば, F<sub>1</sub> は4ゲノムを日本薄荷から, 又1ゲノムを *M. rotundifolia* から受けている。この F<sub>1</sub> の PMC の MI に2乃至10個の2価染色体の出現することは(日本薄荷は異質倍数体であり, 従つてこれら2価染色体は異親接合と考えられるから) 両親間に, 1部分相同ゲノムのあることを意味し, *M. rotundifolia* の祖先は日本薄荷の祖先の一つであるとの推定を可能ならしめる。

## 引 用 文 献

- 1) BRIQUET, J. 1895: *Labiatae*. In ENGLER und PRANTI, *Natuerliche Pflanzenfamilien*. IV Teil, IIIa. 317~324.
- 2) HEGI, G., GAMO, H. und MARZELL, H. 1914: *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. V Band. 4 Teil. 2335~2357.
- 3) HEIMANS, J. 1938: *Chronica Botanica* 4, 389.\*\*
- 4) 池田長守, 小合龍夫, 1954: 薄荷の育種学的研究 第1報, 日本薄荷の染色体数について. 岡山県立農業試験場臨時報告, 第49号. 69~74.

\* 本実験に用いた〔3〕系統と一応限定したい。というのは〔3〕は既述の如く雄性配偶子の形成に異常があつて, 本種一般と同様に論ずることは出来ないかも知れぬ。

\*\*印間接引用

- 5) 池田長守, 宇渡清六, 1954a: 薄荷の育種学的研究 第2報, 核学的考察に拠る薄荷属の系統学的研究. 岡山大学農学部学術報告, 第4号. 43~49.
  - 6) 池田長守, 小西猛郎, 1954b: 薄荷の育種学的研究 第3報, 日本薄荷の人為倍数体. 岡山大学農学部学術報告. 第5号, 1~9.
  - 7) 池田長守, 宇渡清六, 1955a: 薄荷の育種学的研究 第4報, オランダハツカ及びこれと日本薄荷とのF<sub>1</sub>の細胞遺伝学的研究. 岡山大学農学部学術報告, 第6号. 12~19.
  - 8) 池田長守, 宇渡清六, 1955b: 薄荷の育種学的研究 第5報, 日本薄荷と *M. spicata* L. (pilose form) との F<sub>1</sub> の細胞遺伝学的研究. 岡山大学農学部学術報告, 第7号. 1~7.
  - 9) 長尾正人, 1941: 薄荷草属の細胞遺伝学的研究, 札幌農林学会報, 32~158. 28~36.
  - 10) RUTTLE, M.L. 1931: Cytological and embryological studies on the genus *Mentha*. Gartenbauwiss. 4. 425~468.
  - 11) 津田周彌, 1954: 薄荷属植物の細胞学的研究 (1) 育種学雑誌, 第3巻, 第3, 4号. 7~14.
-



Fig. 1. *M. arvensis* L. var. *piperascens*  
MAL. variety *Sirohana*. ( $\times 1/3$ )

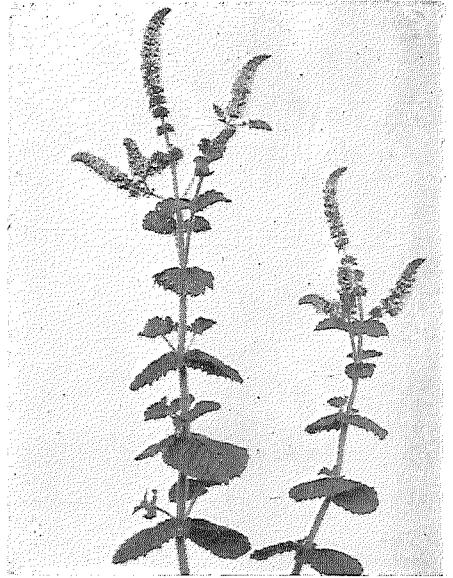


Fig. 2. *M. rotundifolia* (L.) HUP. ( $\times 1/3$ )

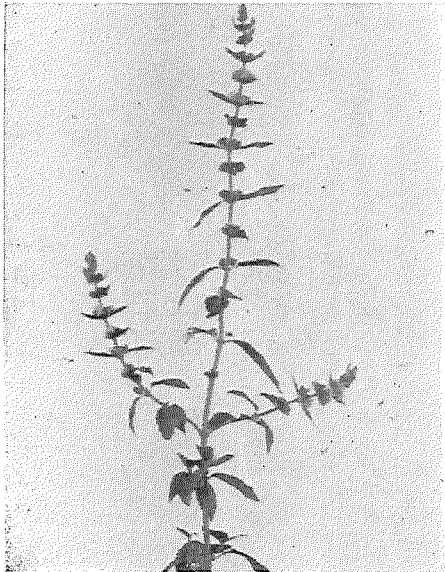


Fig. 3. [F<sub>1</sub> 2] ( $\times 1/3$ )

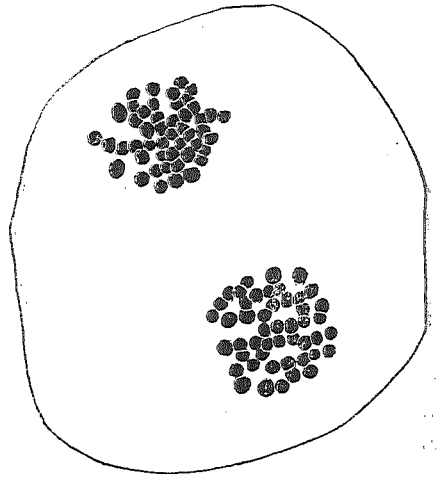


Fig. 4. Polar view at MII in *M. arvensis*  
L. var *piperascens* MAL. ( $\times 2500$ )



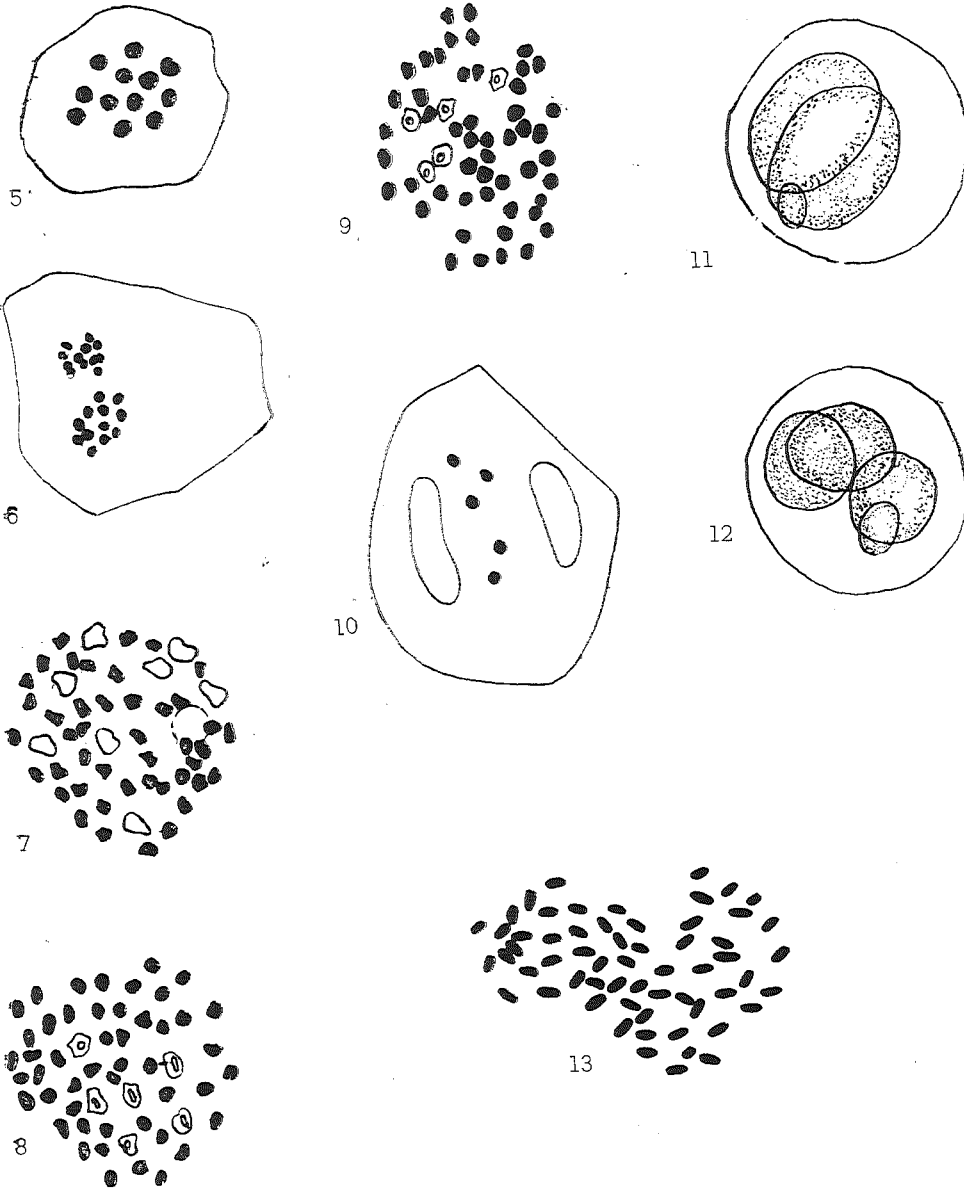


Fig. 5, 6. Meiotic figures in PMC's of *M. rotundifolia* (L.) HUN.  $\times 1800$

5. MI, 12<sub>II</sub> 6. MII 12<sub>I</sub> -12<sub>I</sub>

Fig. 7~10. Meiotic figures in PMC's of [F<sub>1</sub>2].  $\times 1800$

7. Diakinesis, 8<sub>II</sub>+44<sub>I</sub> 8. MI 6<sub>II</sub>+48<sub>I</sub> 9. MI 5<sub>II</sub>+50<sub>I</sub>

10. MII with lagging chromosomes.

Fig. 11, 12. Abnormal pollen tetrads of [F<sub>1</sub>2].  $\times 1100$

Fig. 13. Somatic plate of [F<sub>1</sub>2]. 2n=60  $\times 2500$