Rinjiro OHNO and Sigeyuki TANIHUI: Cytological effects of extracts from noxious plants. III. Meiotic abnormalities caused by water extracts from *Arisaema japonicum*. Jap. Jour. Genet. **35** (1960): 167-176.

有毒植物抽出溶液の分裂細胞におよぼす影響

III. テンナンショウ (*Arisaema japonicum*) 抽出液による 花粉母細胞分裂の異常

大 野 林 二 郎・谷 藤 茂 行

北海道大学理学部植物学教室

Received June 3, 1960

Résumé

This is a report on the cytological effects of water extracts of *Arisaema japonicum* on PMCs of *Trillium kamtschaticum* Pall. ($2n=10, 5II$).

The water extracts were prepared by immersing 10, 20, and 40 grams of ground bulbs of *Arisaema* into 100 cc of the distilled water for 12 hours at 0°C. The flower buds of *Trillium*, after the removal of sepals and petals, were immersed into the extract for 3 or 6 hours. After the treatment the PMCs were fixed for observation every other day.

The major results obtained are summarized as follows:

1) Immediately after the treatment, the following aberrations were observed: the clumping and clotting of chromosomes at prometaphase or at MI; the over-contraction, slight stickiness of chromosomes at MI and at AI.

2) A few days after the treatment, the chromosomal anomalies observed are: the chromosome lagging and their disturbance in migration to poles. In some TI cells, the lagging of one univalent was observed. The lagging of two homologous univalents was of rare occurrence. The precocious separation of chromatids of the lagging univalent(s), though it was considerable frequent in the streptomycin-treatment, was not observed at all.

There occurred abnormal cells at TI about 23 per cent which showed non-convergence of chromosomes at one or both polar regions. It seems probable that the abnormality might result from the upset of the polar function caused by the extracts. The close juxtaposition of the two groups of chromosomes at TI and at interphase, unequal separation of chromosomes at AI and at TI, and the abnormality in formation of the cell wall were also recognized.

Botanical Institute, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo, Japan.

著者らは、先に有毒植物の水抽出液が、植物花粉母細胞分裂 (Ohno, 投稿中) および体細胞分裂の染色体に及ぼす影響 (Ohno & Tanihara, 投稿中) を報告したが、今回テンナンショウ (*Arisaema japonicum*) 抽出液の花粉母細胞分裂に対する影響を観察したので報告する。

材 料 お よ び 方 法

処理された材料は *Trillium kamtschaticum* Pall. ($2n=10$) であり、この植物の染色体は長さの順に A, B, C, D, E とされている (図 1)。さらにはほとんどすべての細胞において二価染色体が形成され、しかも動原体接合を行なうことが知られている (Matsuura 1941)。有毒植物たる *Arisaema japonicum* は、函館山、および大成村 (北海道南部) 産のもので、冷蔵庫

(1°-4°C) にて約半年貯蔵せるものが使用された。水抽出液は、すりおろした塊茎 10, 20, 40g をそれぞれ 100cc の蒸溜水と混ぜ、0°C にて 12 時間放置し、濾過せるものを使用した（それぞれの処理液を 10d, 20d, 40d と略称する）。処理方法は、萼片および花弁を取除いて葯の露出せる花芽を各液に浸し、処理時間は 3 時間と 6 時間である。処理後水洗して、直後および 24 時間おきに aceto-carmin によって固定染色をした。多くは pachytene または diplotene, 一部は leptotene あるいは MI, AI あたりより処理を開始した。なお処理開始時のおおよその分裂過程を知るために、6 本中 1 本の葯をあらかじめ観察した。異常細胞の観察は主に MI, AI, TI, interphase, MII においてなされた。なお対照として leptotene~zygotene より蒸溜水に 3 時間浸した個体を観察したが、MII まではほとんど異常は見られなかった。

観 察 結 果

1) 処理直後における異常

leptotene, diplotene, MI, または AI より 10d, 3 時間および 6 時間処理の直後においては、ほとんど異常が認められなかった。

leptotene か zygotene または diplotene より 20d, 3 時間, 6 時間処理の直後では、前期での異常が目立つ。すなわち前期のごく終りの染色体が集まって一塊となる clumping (図 6), および均一なる染色質の球となってしまうもの (図 5) 等が多く認められた。なお少数混在せる MI 染色体の高度の over-contraction も見られた (図 2)。

MI より 20d, 3 または 6 時間処理を行なったものの直後では、MI 染色体の幾分の over-contraction および c.ottling (図 3) が認められ、少数の異常前期像が混在する。

40d, 3 時間処理を MI, AI より開始せるものでは、MI, AI の各染色体が非常に contract し、pycnotic または sticky となる (図 11, 12)。従って AI において、両極に分離する各一価染色体の染色分体の末端が離れにくい像を示す。

また 40d, 6 時間処理 (diplotene より) の処理直後では、diplotene または中期直前の染色体が強度の clotting を示し、pycnotic mass となる像が多く見られた。さらに処理直後に TI, MII を示す処理個体では、隔膜形成異常および染色体の clotting 等の異常も認められた。

2) 処理後時間の経過せるものの異常

処理直後において認められた染色体の stickiness, および over-contraction は、時間の経過によって消失する。すなわち 20d, 6 時間処理 (MI より), 40d, 6 時間処理 (diplotene より) それぞれ 24 時間後の MI, AI における染色体が軽度の over-contraction を示した程度である。

染色体の切断に関する異常は、10d, 3 および 6 時間処理 (pachytene または diplotene より) 24, 48, 72 時間後において、ならびに 20d, 3 時間処理 (pachytene あたりより) 96 時間後の AI, TI においてまれに見られた程度である。従って本有毒物質が radiomimetic effects を持つと結論するには不十分であった。少数の観察例について述べると、MI での染色体切断 (図 4, 20d, 3 時間処理, 72 時間後), 染色体的切断と染色分体端の再融合による TI での bridge と acentric fragment (図 14, 20d, 3 時間処理, 96 時間後), および TI における acentric fragment が出現し、AI, TI における染色分体の切断は観察されなかった。

次に認められた著しき異常は、AI, TI における染色体の両極への異常分離, およびそれによる interphase での異常である。この種の異常が比較的多く認められたものは、10d, 6 時間処理 (diplotene より), 48 時間後のものであり、この処理個体の TI における異常細胞頻度は表 1 のごとくである。

Figs. 1, 7. Normal cells in control plants. 1. Control cell at 1st metaphase showing regular 5 bivalents. 7. Control cell at 1st anaphase.

Figs. 2-6, and 8-15. Abnormal cells treated with *Arisaema* extracts. 2. Over-contraction of chromosomes at 1st metaphase. 3. Slight clotting of chromosomes at 1st metaphase. 4. Chromosomal breakage at 1st metaphase (rare occurrence). 5. Abnormal nuclei at prophase showing the homogenous structure of chromatin mass. 6. Clotting of chromosomes at early metaphase. 8. Unequal segregation of D-chromosome at 1st anaphase. 9, 10. Non-convergence of chromosomes at 1st anaphase (dispersive II type, cf. Fig. A). 11. Stickiness of chromosomes at 1st anaphase. 12. Stickiness and over-contraction of chromosomes at 1st anaphase. 13. Convergence of almost all of the univalents at one region, and abnormal formation of cell-wall (aggregative type). 14. Chromatid bridge and acentric fragment at 1st anaphase. 15. Lagging of two univalents of homologous chromosomes at 1st telophase.

Figs. 16-30. Abnormal cells treated with *Arisaema* extracts. 16. Lagging of one univalent at 1st telophase. 17. Lagging of two homologous univalents. 18, 19. Non-convergence of chromosomes at one polar region (dispersive I). 20, 21. Imperfect convergence of chromosomes at both polar regions (dispersive II). 22, 23. Approach of two polar groups of chromosomes at 1st telophase (aggregative type). 24. Unequal segregation (presumably) at 1st telophase. 25, 26. Interphase cells following the stage shown in Fig. 18, 19. Note the microcyte formation in Fig. 25. 27, 28. Interphase cells following the stage shown in Fig. 20, 21. 29. Abnormal interphase or tetrad cell. 30. Extra cell-wall formation at 2nd metaphase (cf. Fig. B).

Fig.A. Abnormal cell at late anaphase or early telophase, showing the random dispersion of univalents (dispersive II type, cf. Fig. 10). Fig.B. Abnormal cell at 2nd metaphase showing the formation of microcyte including B-chromosome (cf. Fig. 30). Fig.C. Abnormal cell at 1st anaphase showing the unequal segregation of A- and D-univalents.

AI, TI における異常現象には, aggregative なるものと, dispersive なるものとが区別される。aggregative なものの 1 つとしては, AI 状態ですべて一価染色体 (10 個) となった染色体の両極に別れぬ像が 1 例のみ認められた (図 13)。その細胞においては, 1 個の一価染色体以外は一箇所に集中しており, さらに染色体自体の構造はまだ外型が判然としていて, AI および早期の TI のものであるにもかかわらず, 中央に隔壁形成がみられる。このような異常は TI, および interphase において 1 核細胞となることが期待されるが, 判然と確定出来る像として, それを見出すことは困難であった。一方図 22, 23 に示されるごとき像, すなわち 2 極に収斂した染色体群が非常に接近している像が高頻度にみられた。図 22 の示す像は, 1 個の一価染色体のみはずれているが, 一般的にいつてこの種の 2 極接近像は, 明らかに紡錘体の構造異常であるにしても, 両極のもつところの染色体を収斂せしむる機能は消失していない。すなわち両極を結ぶ紡錘体軸が細胞の中心軸よりはずれる現象であり, 表 1 では aggregative 型として示した。interphase でのこの種の異常現象と隔壁形成との関係は, 全く不調和的なものであり, 無核細胞と 2 核細胞に分割したり, 一方の核を横切って隔膜の生ずる場合もある。

dispersive なものとしては, 先ず一価染色体が細胞内に一様に散在するものがある (図 9, 10, A, 21; 表 1 では dispersive II とした) なお本実験においては, AI, TI における二価染色体の存在はほとんどみられていない。ただし図 9 に示される 1 細胞では, 中央に位置する A 染色体のみが動原体の箇所にて対合し, 二価染色体となっている。この細胞は非常に特殊なもので, E 染色体と思われる一価染色体が 4 個存在し $2n=12$ となる。しかしこの染色体数の異常は, この個体が diploene より処理を受けたものであるゆえ, 本抽出液処理とは無関係である。図 10 (図 A) は, A, B, C, D, E 各一価染色体の配列が全く機会的である。この異常の変型として, 10 個の一価染色体のうち, 2~3 個のみが幾分収斂しているらしく思われる像もあった。そしてこの場合は, それが偶然性によるものか, あるいは極機能の部分的残存を意味するものかを判定するのが困難であるが, しかし後述のごとく, それは両極での機能の混乱による現象であるから, 同じく dispersive II 型に含められた。

次に興味のあることは, 一方の極では正常に染色体が収斂するが, 他方の極では 5 本の一価染色体が全く分散したり, 部分的に分散したりする例である (図 18, 19, dispersive I, なお表 1 の dispersive I 型には, 1 個の一価染色体遅滞も含めてある)。図 18, 19, 20, 21 に示される細胞の染色体は多分にその形態が不鮮明になっていて, TI およびそれに近いものであることを示すから, これらが極へ収斂する以前のものと考えるのは適当ではない, 図 18 に示

Table 1. Frequencies of normal and abnormal TI cells of *Trillium kamtschaticum* pall. treated with *Arisaema* extracts (10d, for 6hrs., 48hrs. later).

Total cells	Normal cells	Abnormal cells			
		Dispersive I*	Dispersive II**	Aggregative***	Cell wall abnormal
331	231	58	19	21	2

* Upset of polar function only at one polar region (cf. Figs. 16, 18, 19).

** Upset of polar function at both polar regions (cf. Figs. 9, 10, 15, 17, 20, 21).

*** Close approach of two polar groups of chromosomes (cf. Figs. 22, 23).

される異常は、右極側では上方に A, B, 下方に C, E, および D 各一価染色体と散在するが、これは 5 本の染色体総てが収斂性から解放されたものか、または A, B と C, E それぞれ 2 本づつのみが極に集まって他は散在したかのいずれかであろう。どちらにしても、一方の極のみ正常機能を消失した像である。これ等の細胞が、図 25, 26, 27, 28, 29 に示されるような型の異常細胞となるものである。図 27 を除き、いずれもほぼ中央に隔膜形成が判然としているが、図 25, 29 の細胞では、さらに余分の隔膜形成がみられる。図 27, 28 に示される細胞に関しては、同一葯内の他細胞が、多く AI, TI, または interphase であることから、それが Tetrad の異常細胞である可能性は小さいものであると思われる。また図 30 (図 B) に示される像は、MII であるが、B 染色体のみ新たな隔膜形成によって小細胞の内に存在している。すなわち隔膜形成の異常は TI, interphase のみならず、MII においても見られる。なお図 8 に示される AI 像では、左極側の 4 本の一価染色体は幾分散在的であり、また D 染色体が 2 個とも右極側に移行している。同様に図 C においては、A, D 染色体の不均等分離が観察される。また図 24 に示される像は、1 極核形成の不完全型であって、2 個の一価染色体が極群よりはずれたもの、あるいはまた不均等分離であるとも考えられよう。しかしこの不均等分離の頻度は非常に低いものであった。

次に比較的よく観察された異常として、TI における遅滞染色体の出現があげられる。ここで問題とした遅滞染色体は、ごく少数みられた acentric fragments, および 1 極側のみ 2 または 3 個の一価染色体が極に収斂しない像 (dispersive I) は除外してある。図 16 は B 染色体の一価遅滞染色体であり、図 15, 17 は夫々、D, A 染色体の 2 個の相同一価染色体の遅滞である。これら遅滞染色体はすべて一価染色体単位であって、染色体分に早期に分離することはない。この遅滞染色体の種類を少数例ながらまとめたのが表 2 である。

Table 2. The frequency of each type of lagging chromosomes at TI of *Trillium kamtschaticum* treated with *Arisaema* extracts.

Chromosomes	Cells with one univalent-laggard	Cells with two univalent-laggards	
		homologous	non-homologous
A	1	1	
B	3		
C	4		
D	5	1	
E	2		
A ⁻ or B ⁺ C ⁺ and E	1		1
Total	16	2	1

考 察

Arisaema japonicum の有毒成分の化学的組成については、著者等の調べた範囲では、saponin の一種としてのみ知られている (刈米・木村 1959)。すなわち著者ら (Ohno & Tani huzi, 第 II 報) は、この水抽出液を *Trillium kamtschaticum* の根端細胞に作用させて、中間および後期、終期における染色体の stickiness, さらにその細長化を報告している。このたびの実験における花粉母細胞分裂に対する作用では、stickiness はごく軽度でありまた染色体の細長化については全く認められず、むしろ著しき contraction が観察されたが、この両者の相異点の理由については、今後さらに詳細なる調査をするつもりである。

(1) 遅滞染色体の出現：一般に減数分裂における遅滞染色体の出現は比較的容易に起る異常であり、本実験でもわずかではあるが観察された。ただし表 2 において遅滞染色体として取扱ったものは、TI および Interphase において 1 個の一価染色体が極から取残される場合と、2 個の一価染色体が、両極に向う染色体群から取残された場合のみであり、1 極側での部分的収斂性欠除のため、2~3 個の染色体が極群からはずれるものは除外してある。この遅滞染色体に関しては、1 個の一価染色体のもののみが高頻度であり、2 個の相同一価染色体の遅滞例は少ない (表 2 参照)。これは著者ら (未発表) が同じ処理方法により、dihydro-streptomycin sulfate 水溶液を花粉母細胞に作用せしめた場合の結果 (表 3) とはかなり様子を異にしている。すなわち streptomycin 処理の場合では、両者の頻度が同程度であった。また streptomycin 処理の場合には、遅滞染色体の約 16% が染色分体へ precocious に分離していたが、本実験の場合ではすべてが一価染色体単位で precocious な分離はない。なお A, B, C, D, E 各染色体のいずれが遅滞しやすいかとの問題に関しては、streptomycin の場合では染色体長の短い順に多くなっているが、本抽出液処理の場合では出現頻度が少ないので論議できなかった。

Table 3. The frequency of each type of lagging chromosomes at TI of *Trillium kamtschaticum* treated with dihydro-streptomycin sulfate (100ppm, for 3hrs.) (Ohno & Tanihuzi, unpublished)

Chromosomes	Relative length of chromosomes*	Cells with one univalent laggard	Cells with two univalent laggards	
			homologous	non-homologous
A	29.54	9	4	The count was not made.
B	20.25	13	6	
C	19.41	24	36	
D	16.54			
E	14.27	13	12	
Total	100.00	59	58	?

* Cited from Matsuura and Takizawa (1946).

(2) 染色体の極における非収斂性：まず第 1 に dispersive I の異常型について考察を進めてみると、1 極側での完全な収斂性を示さない各一価染色体は、A, B, C, D, E の 5 本であるから、従って MI の赤道面における二価染色体の配列、および各一価染色体ごとに別れる初期の過程は正常で、その後 1 極側でのみ各染色体は散在してしまったものなのであろう。このような異常は両極側での異常とともに、Hagi & Kayano (1955) が北日本原産の *Trillium kamtschaticum* を南日本の福岡に移植した際の異常型の 1 つとして観察報告し、極の機能消失と推論している。

第 2 に、すべての染色体が一価染色体となって細胞内に散在する型 (dispersive II) についてであるが、その成因に関しては種々の場合が仮定される。

まず最初に二価染色体の赤道面への配列および各一価染色体への分離までは正常であるが、紡錘体自体の不完全のためか、あるいは染色体と紡錘体との関連性欠除のためにそのまま散在してしまう場合や、attractive fibre の形成も正常で染色体の移行運動は起こるが、極における染色体の収斂が完全でない場合や、さらにまた二価染色体が赤道面に集まらず細胞内に散在し、後に一価染色体に別れる場合等が考えられる。いずれの場合も想定可能であるが、しかし 1 極側での機能消失が起こる以上、当然両極側での機能消失も起こりうるであろう。少なくとも dispersive II 型には、両極の異常に由来する像も含まれるはずである。

本実験では aggregative 型の例も観察されているから、上述の諸異常現象を統一的に解釈するには幾分の困難もある。しかしそれ以外に見られた異常現象に関しては、極の構成過程かまたは機能の阻害が起こったと考えるとよく説明される。すなわち 1 極における完全または不完全な極機能消失は、dispersive I 型を生ずることになり、5 本の染色体が散在したり、1 個の遅滯染色体の出現や、2~3 個の非同相染色体が極よりはずれる像をもたらしこととなる。また両極での部分的または完全な機能消失が起これば、2 個以上の遅滯染色体が両極の染色体群より由来したり、すべての染色体が散在してしまう像になろう。1 極が完全に阻害され、他極の受けた影響が部分的であれば、10 個中の 2~4 個の一価染色体のみが集まる像の出現も期待されるわけである。

染色体の後期における極への移行に関し、動原体が重要な働きを持つことは明らかなことであり、また attractive fibre が動原体より作られると Matsuura (1941), Wada (1954) らは主張している。しかし本実験の場合に、動原体の機能が阻害されたと考えるのはあまり適当とは思われない。なぜならば 1 極側のみ 5 本の染色体が散在する例において、その 5 本の染色体の動原体のみが後期にはいつてから影響を受けることはまず考えられない。さらにまた遅滯染色体の出現が、MI での desynapsis および一価染色体の赤道面よりの離脱によると考えると、2 個の相同染色体同志の遅滯が比較的多く期待されるにもかかわらず、その頻度は少ないこと、および遅滯染色体の各染色分体への precocious separation も見られないことなどから説明はできない。

紡錘体または attractoplasm および attractive fibre の存在は、現在では生体観察、電子顕微鏡的観察などから立証され、高等植物の極に関しても、可視的構造物としてではないにしても、その物質的基盤の上での存在は否定できないようである (Kusanagi & Tanaka 1959, Makino, Hori & Ohnuki 1959, Satô 1958, Shimamura 1940, Wada 1954)。

人為的に誘起した紡錘体異常に関する報告は、colchicine 以外に各種抗生物質、紫外線などによるものがある (Wilson & Bowen 1951, 1954, Satô 1956, Bloom, Zirkle & Uretz 1955)。また雑種性植物においても、この異常はよく見いだされており、Darlington & Thomas (1937) は *Festuca-Lolium* derivative の MI において、紡錘体が細分化して平行にならんだり、極においてその収斂が起こらない像も観察し、通常は diffused particles として存在して正常極が形成される時のみ集合、合着するところの pole-determinants を想定している。Vaarama (1949) は *Ribes nigrum* の colchicine 処理四倍体の花粉母細胞分裂を研究し、紡錘体が独立の 2 個に分れることを報告している。さらにまた、紡錘体の MI 極での収斂性消失が、劣性遺伝子によって支配されるものとする Clark (1940) の *Zea* における報告もある。最近 Walters (1958) は *Bromus* の種間雑種における花粉母細胞分裂の観察から、spindle organizer の存在を仮定している。彼の主張によればこれは compound structure であって、異常条件下においては sub-structure として機能を持つようになり、余分の紡錘体を形成したりするときのものであると述べている。*Bromus* の例では雑種であることがこの種の異常の出現

条件であろうが、しかし紡錘体自体の機能消失に関してはあまり考慮していない。本実験においてみられた極における染色体の non-convergence という現象の生因に関しては、それが始めから diffused poles として形成されたのか、あるいはまた spindle organizer の如きものが異常に分裂して生じたものか、あるいは一度は単一の単位であった極が、後に形態的に細分化するのか、さらにまた、構造変化はともあれ、一度完成された極が染色体を収斂せしめる機能を消失したのかという問題は非常に興味のあることである。この問題に関しては、影響を受けはじめた時の紡錘体の分化程度、すなわち形成過程がどの程度のところ迄進んでいたかということも当然考慮に入れなければならない。紡錘体形成のごく初期から強度の影響を受けた場合には、その全面的不形成も起り得るであろうが、もしその影響力が不完全なる軽度のものであって、diffused poles として形成されてゆくものだとすると、1 極のみ収斂せぬものに比して、両極とも diffused poles となるものがむしろ高頻度に出現するのではないだろうか。すなわち 1 極側での部分的または全面的機能消失 (dispersive I) よりも両極側でのそれ (dispersive II) が多いことが期待されよう。他方極分化が可成り完成されてから影響を受けたとすると、同一細胞内の 2 極は同程度の影響を受けることが多いとも思われるが、しかし両極がある程度機能的に独立したものと考えれば、極分化以前からその影響を受けた場合よりも 1 極異常が高頻度であることが期待されよう。表 1 の示すところでは、1 極側の機能消失 (dispersive I) 58 細胞に対し、両極側でのそれ (dispersive II, 2 個以上の遅滯染色体のある TI 細胞も含む) は 19 細胞である。従って本実験で観察された異常型 (aggregative は除外) については、完成された極の機能が抽出液処理によって積極的に解消されたと考えた方がよいことを示唆しているように思われる。2 極接近像については、極の機能ではなしに、紡錘体全体の構造上の変化をもたらしたとも考えられよう。なお上述の異常型を高頻度に生じた個体 10d, 6 時間処理) は, diplotene より処理を受けたものであったが、等しく前期 (pachytene~diplotene) より処理を受けた個体が、処理後 24 時間経過した時には少数の前期像を含むものが多かったにもかかわらず、この個体ではすべてが MI または AI であった事から考え、それがかなり遅い前期より影響を受けた可能性もある。また同様の処理をより早い leptotene~pachytene あたりより開始した個体では、TI において遅滯染色体を持ったわずかの異常細胞しか見いだされなかった。しかしながら、この処理区の個体数は 1 個体であるうえに、直接薬を浸す処理方法においては、効果のあらわれ方の変異も比較的高いから、本抽出液が早期よりの紡錘体 (または極) 形成に影響を与えないと結論することはできない。さらにまた本実験においては、紡錘体構造に関する観察はなされていないから、より詳細なる知見をうることはできないので、上述の論考は 1 つの推論に留まるものであることを記しておく。

終りにあたり、終始御懇篤なる御指導、御助言を賜った、松浦一教授に対し、深く感謝の意を表します。

要 約

Arisaema japonicum 塊茎の水抽出液を *Trillium kamtschaticum* の花粉母細胞 (leptotene, diplotene, diakinesis, および metaphase) に作用せしめて、次の知見が得られた。

A) 処理直後の観察。

- 1) 前期における核が、均一なる染色質の塊りとなる現象がみられた。
- 2) 前期の終り頃の染色体の clumping, および第 1 中期での染色体の clotting がみられた。
- 3) 第 1 中期および後期の染色体の stickiness, および over-contraction が出現した。

B) 処理後時間の経過せるものでの観察。

- 1) 第 1 終期において、2 核 (2 極染色体群) の接近せる 異常型 (aggregative 型) が高頻

度にみられた。

2) 第 1 後期において、染色体の不均等分離現象が少数ながらみられた。

3) 第 1 終期において、1 個の一価染色体の遅滞が多く出現した。dihydro-streptomycin sulfate 処理の結果 (Ohno & Tanihuzi 未発表) と比較して論じられた。

4) 第 1 終期において、1 極側の 5 本の染色体が収斂しない像、および 5 本中の 2~3 個が極群より離脱し散在する像 (dispersive I) が観察された。さらにすべての一価染色体 (10 個) が一様に細胞内に散在する像 (dispersive II) もみられた。

5) 第 1 終期における遅滞染色体の出現様式、および 4) に述べられた異常型のそれ等から、この抽出液の作用は完成された極の機能を阻害または停止させるものと推論した。

6) 第 1 終期および中間期、さらに第 2 中期での隔膜形成の異常も観察された。

引 用 文 献

- Bowen, C.C. and Wilson, G.B. 1954. A comparison of the effects of several antibiotic agents. *Jour. Hered.* **45**: 3-9.
- Bloom, W., Zirkle R.E. and Uretz, R.B. 1955. Irradiation of parts of individual cells. III. Effects of chromosomal and extrachromosomal irradiation on chromosome movements. *Ann. N.Y. Acad. Sc.* **59**: 503-513.
- Clark, F.J. 1940. Cytogenetic studies of divergent meiotic spindle formation in *Zea mays*. *Amer. Jour. Bot.* **27**: 547-559.
- Darlington, C.D. and Thomas, P.T. 1937. The breakdown of cell-division in a *Festuca-Lolium* derivative. *Ann. Bot.* **1**: 747-762.
- Haza, T. and Kayano, H. 1955. New types of meiotic abnormalities in *Trillium kamschaticum* Pall. *Cytologia* **20**: 218-224.
- 刈米達夫・木村雄四郎. 1959. 最新和漢薬用植物 (東京)
- Kusanagi, A. and Tanaka, N. 1959. Cytological studies on *Luzula* chromosome. I. The centromere problem. *Jap. Jour. Genet.* **34**: 169-173.
- Makino, S., Hori H. and Ohnuki, Y. 1959. Some experiments on the demonstration of the fibrous structure of the mitotic spindle (a preliminary report). *Jap. Jour. Genet.* **34**: 334-343. (in Japanese).
- Matsuura, H. 1941. Chromosomes studies on *Trillium kamschaticum* Pall. XIII. The structure and behavior of the kinetochore. *Cytologia* **11**: 369-379.
- . 1941. Ibid. XIV. Primary and secondary chiasmata. *Cytologia* **11**: 380-387.
- . and Takizawa, S. 1946. Chromosome studies on *Trillium kamschaticum* Pall. and its allies. XX. A statistical analysis on the chromosome association in a triploid species, *T. Hagae*. *Jour. Fac. Sci Hokkaido Univ. Ser. V.* **6**: 37-55. (in Japanese)
- Ohno, R. 1960. Cytological effects of extracts from noxious plants. I. (in Japanese) *Jap. Jour. Genet.* **35**: 120-124
- Ohno, R. and Tanihuzi, S. 1960. Ibid. II. (in Japanese), *Ibid.* **35**: 125-132.
- Satô, S. 1956. Effects of several antibiotics on the mitotic cells. *La Kromosomo* **30-31**: 1051-1069. (in Japanese).
- . 1958. Electron microscope studies on the mitotic figure. I. Fine structure of the metaphase spindle. *Cytologia* **23**: 383-394.
- Shimamura, T. 1940. Studies on the effect of the centrifugal force upon mitosis. *Cytologia* **11**: 183-216.
- Vaarama, A. 1949. Spindle abnormalities and variation in chromosome number in *Ribes nigrum*. *Hereditas* **35**: 136-162.
- Wada, B. 1954. The mechanism of mitosis based on studies of the submicroscopic structure in *Tradescantia* cells in vivo. (in Japanese). *Symposia Cell. Chem.* **2**: 9-35.
- Walters, M. S. 1958. Aberrant chromosome movement and spindle formation in meiosis of *Eromus* hybrids: An interpretation of spindle organization. *Amer. Jour. Bot.* **45**: 271-289.
- Wilson, G.B. and Bowen, C.C. 1951. Cytological effects of some more antibiotics. *Jour. Hered.* **42**: 251-255.