Rinsuke Kanezawa and Masashi Go 1948. On the morphological changes in some polyploid forest trees which were induced by colchicine treatments. *Jap. Jour. Genet.* 23. : 77~81. (With English résumé, p. 81)

林木人爲倍數體の外部形態の變化

金澤林助・郷 正 士

東京大學農學部造林學研究室

昭和 23 年 2 月 2 日受領

林木育種は林木の遺傳現象の究明は勿論、量的並に質的の品種改良を目的として居ることは言うまでもない。量的の品種改良は生長の早いもの或は強剛なもの等の育成に依つて行われ、質的には生産物の物理化學的研究に依つて明かにされるもので、何れにしても目的達成までは極めて長年月を要する。量的或は質的改良を同時に達成することが極めて望ましいところであるが量的にも質的にもより優れて居る倍數體が改良の對象となつたのは餘り古くはない。はじめは自然に於て發見せられた林木の倍數體が單に細胞遺傳學の上からのみでなく生産的見地より改めて研究せられ、1939年頃より積極的な林木の人爲倍數體の育成が試みられるようになった交雜或は物理化學的處理等種々な方法もあるが、コルヒチン處理に依つて育成せられたものが最も多く、核學的に倍加を確認せられたものはすでに9科12屬16種以上に達して居る(Dermen '41, Dermen & Bain '41, Graner '41, Harland '40, Jensen & Levan '41, 金澤及大村 '42, '43, 金澤及長井 '44, Lattin '40, Mendes '39, '45, Mirov & Stockwell '39, Sidorov & Sokolov '41, Stephens '40, '42)。茲に林木の染色體倍加に伴う外部形態特に氣孔の變化について報告するものである。

材 料 及 方 法

コルヒチン處理は各樹種共 1942 年春 0.025~0.4% の種々な濃度を用いて、注射或は濾紙上發芽處理を行い、イチヨウのみは注射法を用いた。各樹種共處理後5年を経て居り、核學的に特に地上部の倍加を幼葉を用いて確認した。之等7樹種の外部形態特に氣孔に重點を置き、葉の厚さ或は毛茸の大きさ等について觀察し、材料採取は茂道松は特に混數體の二倍性

第1表 實 驗 材 料

學 名	和 名	處理方法	摘 要
<i>Ginkgo biloba</i> L.	イ チ ヨ ウ	0.2% 注射	子葉より上部 2~3mm で切斷其處より注射し側芽より得た。 24~26°C の發芽試験で前後15~20日間處理し、乾燥せる時は水と 0.3% コルヒチンを交互に滴下した。
<i>Pinus densi-Thunbergii</i> Ueki	茂 道 松	0.4% 濾紙上發芽	
<i>Thuja occidentalis</i> L.	ニ オ イ ヒ バ	〃	
<i>Chamaecyparis obtusa</i> S. et Z.	ヒ ノ キ	〃	
<i>Robinia pseudacacia</i> L.	ニセアカシア	〃	
<i>Paulownia tomentosa</i> Steud.	キ リ	〃	
<i>P. Kawakami</i> T. Ito	タイワンギリ	〃	

と四倍性の部分より採取し、他は二倍體及四倍體各樹種 1 個體づゝにつき葉の相對的位置を
スンプ法に依り或は直接檢鏡した。供試材料は第 1 表の如くである。

観 察 結 果

各樹種の核學的研究は多くの研究者に依り、發表せられて居り、イチヨウ $n=12$, アイグロ
マツ $n=12$, ニオイヒバ $n=11$, ヒノキ $n=11$, ニセアカシア $n=10, 11$, キリ $2n=20$
等決定せられて居る。特に裸子植物は染色體が長く $10\sim 15\mu$ 位であるのに對し、キリは 1μ
前後で極めて短い、又ニセアカシアに於ては附隨體を有するものがあり恐らく $2n=20$ であ
ろうが未だ確定するには到らなかつた。

外部形態の中で着葉數は減じ葉の厚さはタイワンギリでは殆んど差はないが、ヒノキでは
67.6% 増し一般的に増大して居る。氣孔の大きさは倍數體の指標として多く用いられ、之
のみで倍加を認定して居る場合もある (Dermen & Scott '38, Graner '40, 戸田 '42, 平
吉 '42)。孔邊細胞は何れも倍加に伴つて $12\sim 16\%$ も増大し處理した當時の如く不規則な
形を呈するものは殆んどなく、一般的倍數體の特徴を示して居る、併しニオイヒバ及タイワ

第 2 表 孔邊細胞の大きさと氣孔出現數

樹 種	イチヨウ	茂 道 松	ニオイヒバ	ヒ ノ キ	ニセアカシア	キ リ	タイワンギリ
染色 $2x$	24	24	22	22	ca. 20	40	40
體數 $4x$	48	48	44	44	ca. 40	80	80
長さ $2x$	41.30 $\pm$ 0.165	18.72 $\pm$ 0.128	29.71 $\pm$ 0.128	26.25 $\pm$ 0.113	17.35 $\pm$ 0.083	28.2 $\pm$ 60.104	25.26 $\pm$ 0.109
μ $4x$	58.73 $\pm$ 0.218	26.13 $\pm$ 0.248	33.29 $\pm$ 0.184	33.83 $\pm$ 0.158	28.18 $\pm$ 0.116	40.38 $\pm$ 0.157	28.71 $\pm$ 0.120
割 $2x$	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
合 $4x$	142.2	139.6	112.0	128.9	162.4	141.0	113.7
巾 $2x$	33.99 $\pm$ 0.146	14.13 $\pm$ 0.338	24.85 $\pm$ 0.105	19.75 $\pm$ 0.131	11.52 $\pm$ 0.003	18.00 $\pm$ 0.081	19.51 $\pm$ 0.008
μ $4x$	45.11 $\pm$ 0.218	18.11 $\pm$ 0.188	27.61 $\pm$ 0.154	24.99 $\pm$ 0.105	16.71 $\pm$ 0.113	22.75 $\pm$ 0.100	21.22 $\pm$ 0.150
割 $2x$	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
合 $4x$	132.7	128.2	111.0	131.0	142.2	125.4	108.8
測定 $2x$	300	300	300	300	300	300	300
數 $4x$	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
1mm ² $2x$	67.9	152.9	271.4	826.3	121.7	56.1	49.3
出現 數 $4x$	38.7	108.7	133.9	629.1	91.3	30.6	47.9
割 $2x$	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
合 $4x$	57.1	71.1	49.3	76.1	75.0	54.5	97.0
測定 $2x$	576	87mm	576	127	576	576	576
面積 mm ² $4x$	〃	126	〃	〃	〃	〃	〃

ンギリに於ては其差が僅少である。出現數は一般に倍加に伴い減少することが明かであるが、タイワンギリでは其差僅かに 3% に過ぎない數値を示した。茂道松は二倍體とそれ自身の四倍體との比較であり、陥没氣孔のため判然と大きさを測定出來なかつたが、倍加に伴い氣孔は増大し出現數は減少することが明かに認められた。ニオイヒバ及ヒノキの氣孔は鱗片葉の基部に偏在するため 1mm^2 に換算して過大な數値を示して居る(第 2 表)。

尙毛茸はニセアカシア、キリ及タイワンギリについて見るに、長さに於ても太さに於ても何れも増大して居り、特にタイワンギリに於ては四倍體の長さは大小の差が著しい巾を示し、毛茸の分岐したものは枝の部分を含めずに測定した。

論 議 及 結 論

林木人爲倍數體の育成にあつて、外部形態より容易に染色體の數の異常を知り得るならば極めて好都合であるばかりでなく、染色體數と氣孔の大きさ或は出現數更に又諸器官との關係等興味ある問題も解決せられるであろう。自然に現われた林木の倍數體或は交雜に依つて育成されたものについて、外部形態特に氣孔の大きさや出現數に關して多くの研究者に依り論ぜられて居り(Bergström '38, '40, Duffield '43, Frost & Krug '44, Hagerup '40, Johnsson '40, Löve '44, 松浦 '37, Melander '38, Müntzing '36, Sax & Sax '37, 竹中 '42) 又コルヒチン處理に依つて育成せられたものについても研究され、一般に染色體の倍加につれて諸器官が増大することが認められて居る。本實驗に於ては特に混數體の茂道松に於て四倍性の部分を二倍性の部分に比較すれば明かに氣孔の大きさが増大しているが、出現數は減少して居ることが認められた。

林木のコルヒチン處理をした場合に特質上止むを得ず外部形態特に氣孔のみの變化に依り倍加を推定する場合があるが、一般に種子處理に於ては根部の倍加と地上部の外部形態の變化に依つて認定して居たが(Jensen & Levan '39, 金澤・大村 '42, '43), これとて尙不確實と言わざるを得ないし、育種の目的物が地上部にある限りは地上部の倍加を確認せねば充分とは言にくい。林木は野生性に富み而も個體變異が極めて大きく、氣孔についても個體間に於ては勿論、1 個體についても尙巨大な林木に於ては大きな變異の巾をもつて居る。従つて倍加した個體と二倍體の差異が二倍體同志間の差異より小なる場合は、外部形態のみによつて倍加したとするには餘りに危険であり、増減を示す場合結局は比較の問題に歸せられる。

變異の巾が二倍性個體と之と相對的位置にある四倍性個體とを比較するならば或は増減が比例するかも知れぬが、之は混數體をなす二倍體と四倍體以外には判定出來ない。即ち二倍體が最小の氣孔を有し四倍體が最大の氣孔を有する場合には著しい差異が現われ、逆の場合には何れが大であるかは判定出來ない。従つて二倍體の對照となるものの位置如何に依つて四倍體の氣孔の大きさ或は出現數の値が二倍體より大きいこともあれば小さいこともあり、種々な場合の現われるのは當然であり、Melander('38)Johnsson('40)の *Populus tremula* や Duffield('43)の *Acer rubrum* の例に依つても明かであり(第 3 表)、之等を解決するには數多くの混數體を育成して検討せねばならないであろう。

林木は一般農作物よりも成長に多くの年を要し、また年月を経過するにつれて變化するものと想像せられ、コルヒチン處理當時とは次第に趣を異にするであろう、即ち藥害も次第に消失し又生理的にも環境に順化するもののように考えられる。本實驗に於てキリは處理後

第 3 表 倍數體の氣孔の大きさと出現數

研 究 者	<i>Populus tremula</i>			研 究 者	<i>Acer rubrum</i>			
	氣 孔 の 大 き さ μ				氣 孔 の 大 き さ μ		出 現 數 1mm ²	
	二倍體	三倍體	四倍體		六倍體	八倍體	六倍體	八倍體
Melander '38	15.90	—	20.20	Duffield '43	14.7	13.7	862	696
John son '40	18.48	20.40	—	"	14.5	—	638	—
"	20.80	22.80	—	"	12.9	—	730	—

既に 5 年を経過し、特に大きな葉を有し而も落葉であるためか不明であるが、勿論處理當時に二倍體は小さく其後生長と共に葉が大きくなつたことも一つの原因であろうが、併し他のものに比して二倍體と四倍體の差が處理當時に比し一般に小さくなつて居る、或は鉢植のため栄養的影響に依るものかも知れないが、毛茸の太さのみは處理當時より一層の増大を示し差は益々大きくなつて居ることよりすれば、一概に栄養的變化とは言ひ切れぬところもある(第 4 表)、更に又タイワンギリについては現在殆んど差がないと言ひ得るし、Wettstein が

第 4 表 キリの處理當時より現在までの變化

項 目	時 期	四 倍 體	二 倍 體	差 μ	増減%	測定數
氣 孔 の 長 さ μ	處理當年	54.8±0.42	24.4±0.11	30.4	100.0	995個
	5 年 後	40.4±0.16	28.6±0.10	11.8	38.8	300
氣 孔 出 現 數	處理當年	54±1.82	209±2.56	155	100.0	8.94 ^{mm²}
	5 年 後	176±0.07	323±0.06	147	94.8	5.76
毛 茸 の 長 さ μ	處理當年	389±4.30	155±2.90	233	100.0	157本
	5 年 後	350±5.44	189±4.40	161	69.1	100
毛 茸 の 太 さ μ	處理當年	46.6±0.27	36.6±0.58	10.0	100.0	157本
	5 年 後	68.5±0.33	41.5±0.84	27.0	270.0	100

コケで實驗した如く世代數を重ねるにつれて二倍體に近付くことが、林木の如き多年生のものにも言ひ得るかも知れぬし、二倍體が現在の環境に最もよく適合して居るため、生理的に異常な状態にある倍數體も次第に順化して行くようにも想像され、一に今後の研究に俟つ外はないが、外部形態の變化に關して此點--應考慮すべきであらう。

林木をコルヒチン處理した時倍加が部分的に限定せられることがある (Dermen & Scott '38, Dermen '41)。かかる混數體の發生に關して Dermen & Bain ('41, '44a, b) がツルコケモモで詳しく論じ、木本植物のコルヒチン處理に示唆を與えて居り、又戻ると云う現象は屢々見受けられるが (Lattin '40)、體細胞減數分裂 (桑田 '43) 或は可逆的な正常分裂をなすこともあらうが (島村 '42)、むしろ混數體中の二倍性細胞が四倍性細胞以上に活動した場合と考えるのが至當であらう。

要するに外部形態によつて染色體倍加を斷定することは非常に危険であるが、比較の基準に依つては豫備的調査として有效な手段であり、育種の目的が地上部にある限り地上部の倍加を確認せねばならない、而も之のみで満足すべきものではなく、更に接木等に依り開花促進をなし減數分裂の觀察も必要である。

本實驗中、中村賢太郎、野口彌吉、篠遠喜人、和田文吾並に保井コノ諸博士によつてあたえられた御助言に對し深甚なる感謝の意を表するものである。

文 献

- Bain, H. F. & H. Dermen 1944, Amer. Journ. Bot. 31, 581: Bergström, I. 1938, Hereditas 24, 210; 1940, 同 26, 191: Dermen, H. 1941, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 38, 141: Dermen, H. & H. F. Bain 1941, 同 38, 400; 1944, Amer. Journ. Bot. 31, 581: Dermen, H. & D. H. Scott 1938, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 36, 299: Duffield, I. W. 1943, Chronica Botanica 7, 390: Frost, H. B. & C. A. Krug 1942, Genetics 27, 619: Graner, E. A. 1940, Journ. Agron., S. Paulo 3, 83: Hagerup, O. 1940, Hereditas 26, 399: 平吉功 1942, 植動 10, 766: Jensen, H. & A. Levan 1941, Hereditas 27, 220: Johnsson H. 1940, 同 26, 321: 金澤林助及大村章 1942, 1943, 植動 10, 1122: 11, 329: 桑田義備 1943, 細胞核の分裂, 東京. Lattin, G. 1940, Züchter 12, 225: Löve, A. 1944, Svensk Bot. Tidskr. 38, 381: 松浦一 1937, 植動 5, 15: Melander, Y. 1938, Hereditas 24, 187: Müntzing, A. 1936, 同 21, 383: Sax, K. 1938, Journ. Arn. Arb. 19, 437: Sax, K. & H. J. Sax 1937, 同 18, 164: 島村環 1942, 遺傳學雜誌 18, 92: 竹中要 1943, 同 19, 21, 戸田良吉 1942, 植動 10, 485.

Résumé

The morphological changes in relation to chromosome doubling were discussed, especially on size and number of stomata in 7 species (Table 1) of tetraploid forest trees which were induced by colchicine treatments in the spring of 1942.

(1) Generally speaking, stoma size increases and stoma number decreases according to the chromosome doubling in the same individual, but forest trees show great individual variation, so it is not safe to compare the morphological changes in a small number of different individuals.

(2) When chromosome doubling is confined to epidermis or tetraploid sector, it cannot be concluded by only morphological changes whether the tree is totally tetraploid or not.

(3) Moreover, it may be considered that large stomata will be found at the leaves of first year's growth in the treated seedlings, but will become small according to acclimation as the years go by.

From the above, it is clear that size and number of stomata are helpful in a preliminary survey of polyploidy, but are not its absolute indices.