

メタセコイアの人為突然変異体について

吉 川 勝 好

ま え が き

メタセコイアは生長が早く、樹形も円錐形を呈し、新緑や紅葉も美しいので、現在では造園樹木としての価値が定着し、公共造園用として広く用いられている。しかし一般の庭園木としては、生長が早過ぎ短年月で高木となるため、人為的に生長を抑制する方法として、矮性化することを試みてきた。既に1952年にはメタセコイアの育種を目的として、コルヒチン処理による人為四倍体を創成したが、生長が極端に遅くまた奇形を呈するため造園樹木としては適さないことがわかった（写真4）。そこでX-線照射による突然変異体の誘起を試みたところ、黄色葉の突然変異体が得られた。本報告はこの変異体の創成過程と造園樹木として利用するため、さし木の発根能力や生長状態をまとめたものである。実験に御協力下さった稲森幸雄助手、大畠誠一講師ならびに本部試験地の方々に厚く御礼を申し上げる。

1. X-線照射による人為突然変異体の誘起

(1) 材料と方法

現在行われている放射線育種の多くは、ガンマー線照射によっているが、1950年代ではX-線もよく使用された。本実験で用いたX-線発生装置は250 kV, 15 mA, 1.0 mm Al, filter を使用、照射距離 30 cm (438R), 出力 48 R/min. のものである。

照射に用いたメタセコイアは、10年生の母樹より採穂した長さ 7~8 cm のさし穂およびさし木2年生苗（根元直径平均 4.2 mm, 苗高 20.0 cm）である。照射は1959年2月13日に行い、照射線量はさし穂については500 R~2,000 R とし、500 R 単位毎の4段階に分け、各20本宛、冬芽に照射した。別に照射しない対照区を設けた。さし木苗もさし穂と同様の4照射区とし、各20本宛照射し、対照区は設けなかった。

照射したさし穂は鋭利な小刀で下端を馬蹄形に削り、0.01%のインドール酢酸溶液に24時間浸漬した後、よく水洗し、鹿沼土を入れたさし木箱にさし付け、京都大学農学部演習林本部試験地のガラス室内に置いた。照射したさし木苗は同試験地の実験苗畑へ移植した。いずれも灌水以外は特別な管理は行わなかった。5月4日にさし木苗の新梢の長さを測定したが、さし木の発根調査は7月10日に行った。いずれもX-線照射による感受性ならびに突然変異の出現状況を調べた。

(2) 結果と考察

(i) さし木の発根状態

さし木の開芽ならびに発根状態は表1に示すように、対照区では80%が活着し、これまで得られたメタセコイアの幼齡母樹からのさし木の活着率と変らなかった。しかし照射区では500 R 区（2本：10%）、1,000 R 区（1本：0.5%）の2区で3本の発根をみたのみで、1,500~2,000 R 区では照射したさし穂の50~90%が切口にカルスを形成していたが、いずれも開芽をみずに枯死した。なお、発根したさし木苗からは突然変異は出現しなかった。

(ii) さし木の開芽状態と突然変異体の検出

照射したさし木苗の開芽状態は表2に示すようであり、X-線の線束がさし木苗全体をカバーで

表1 照射さし穂の開芽と発根状況

照射区	さし付け 本数	開芽本数	カルス形成 本数	活着本数	活着率 %	摘 要*
500 ^R	20	11	20	2	10.0	鱗片を破り開芽, 展葉前 開芽し始め, 緑色見ゆ やや開芽 開芽徴候なし 開芽, 展葉開始
1,000	20	9	20	1	0.5	
1,500	20	0	18	0	0	
2,000	20	0	10	0	0	
cont.	20	20	8	16	80.0	

* 4月3日調査

表2 照射さし木苗の伸長状況

照射区	さし木苗の大きさ		本 数	照 射 部		非 照 射 部		摘 要
	直 径	高 さ		芽 数	新梢の長さ	芽 数	新梢の長さ	
500 ^R	cm	cm	20	4~23	cm 5.0~7.5	9~23	cm 5.0~ 9.5	照射部の殆どどの芽は 開芽せず 照射部の芽は開芽せず
1,000	0.42	19.0	20	3~18	3.3~4.0	6~47	4.0~ 6.9	
1,500	0.40	20.0	20	4~11	0.7~1.0	3~28	1.2~ 7.6	
2,000	0.39	21.0	20	5~37	0	5~17	1.7~10.8	

きず, 有効照射野よりはみ出した部分も多く, 5月4日の調査では, さし木苗の非照射部の冬芽は各照射区とも開芽展葉しており, その伸長状態は表2に示すようである。直接照射を受けた冬芽では500 R, 1,000 R 照射区で一部開芽展葉したものもみられたが, 未開芽のものもあり, とくに1,500 R, 2,000 R 照射区では, さし穂の場合にみられたように開芽能力を失ったものが多かった。このことからメタセイアの冬芽照射による致死線量は1,500 R~2,000 R の間にみられるようである。大庭もスギなどの栄養器管におけるガンマー線による急照射の致死線量は1,500~3,000 R としているが, 本実験においてもほぼこれに近い値を示した。

照射個体のうち1,000 R 照射区から1個体の葉緑素異状による色彩変異として黄色葉の体細胞突然変異体が検出された。大庭によれば林木の放射線照射で体細胞突然変異の発生する有効照射量は400~1,000 R としているが, 本実験で得られた突然変異体もこの線量の高い方で得られた。メタセイコアに放射線を照射して変異体^{4~6)}が得られた例としては, ガンマー線を照射してキメラ状の色彩変異が検出されているが, この変異体は持続性がなかったという。吉川も花木類のレンギョウ, ザクロなどにガンマー線を照射し, 白色または黄色葉の変異体を検出したが, 持続性のあるものは得られなかった。これまで我が国では, 林木に放射線を照射して得られた突然変異体を有効に直接利用した例は少ない。本実験で得られたメタセイコアの突然変異体は永続的なものであると思われたので, これを造園樹木として直接利用するため, その特性ならびに生育状態を調べることにした。

2. 突然変異体の特性

(1) 材料と方法

a) 突然変異体の針葉の形態や色彩ならび開芽, 生育状態を調査した。つぎに葉の色彩変異である変異体は, 葉緑素の含有量が少ないと考えられるので, 葉緑素の含有量と光合成速度を測定した。b) 葉緑素の含有量は, 1974年7月10日に変異体およびその対照個体の頂端より4番目の枝より生葉10 g をとり, Stoll³⁾ 氏の方法より測定した。c) 光合成速度の測定は, 赤外線ガス分析装置を用い, 1974年8月7, 8日に変異体のさし木7年生クローンと対照木のさし木クローンおよび25年生母樹(上賀茂試験地)の南面の小葉枝をとり, 実験開始時の空気中の炭酸ガス濃度が,

室温 33°C で 100 l/hr, 400 ppm の条件下で測定した。

(2) 結果と考察

a) 突然変異体の針葉の形態は図1に示すように、対照の正常なメタセコイアとくらべて、特に大きな違いはないが、小葉枝および針葉がやや短かいようであった(図1参照)。しかしメタセコイアの針葉の大きさには個体差がかなりみられるので、この違いが突然変異による違いなのか確かなことはわからなかった。

変異体の開芽ならび落葉期は正常なメタセコイアと同様であるが、新葉は展葉時に淡黄色を帯び、陽葉は次第に黄色を増すが、陰葉は黄緑から正常に近い葉色となる。生長量は表3に示すように、対照の正常メタセコイアにくらべて劣っている(写真1, 2)

b) 葉緑素含有量は下記に示すように、メタセコイアの変異体は正常なメタセコイアの葉よりも葉緑素(a, b)の含有量が少ないことが判明した。

種 別	葉 緑 素		a/b
	a	b	
メタセコイア変異体	3.0 mg	0.9 mg	3.3
メタセコイア対照	17.9 mg	5.9 mg	3.0

c) 光合成速度は図2に示すように(炭酸ガス量は一般に葉面積によってあらわすが、この図は葉重量によって示した)、正常な対照木にくらべてやや遅いことが認められた。

以上のように変異体は、葉の色彩変異によって葉緑素含有量も減少するなど、正常なメタセコイアにくらべて違いがみられた。後述するようにこのさし木クローンを養成してみても、母樹と同様に針葉は黄色を呈し、人為突然変異体によくみられる変異の戻り現象はみられなかったので、この変異体は体細胞突然変異による永続的変異であり、固定したものとみなし、以後品種名を黄金メタセコイア、*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng cv. 'Yoshikawana' Hiroe と命



写真1 黄金メタセコイアの生育状態 (1981.11撮影)

A: 黄金メタセコイア

a: 対照メタセコイア



写真2 黄金メタセコイア枝葉(黄色)

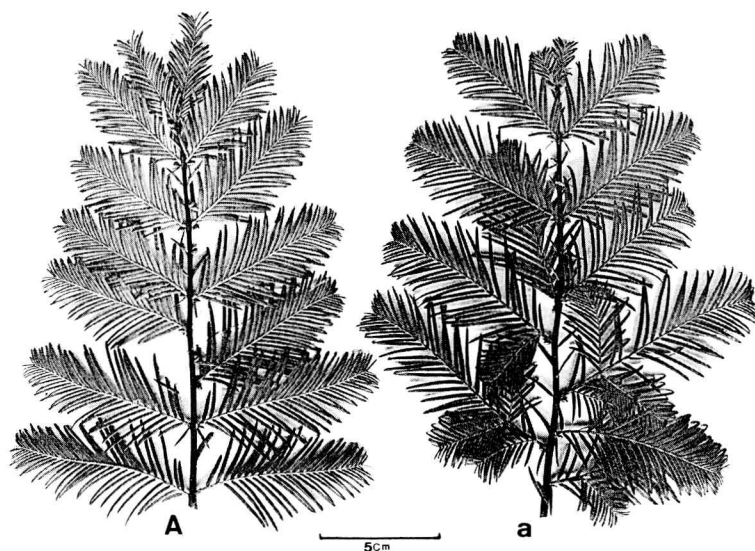


図1 黄金メタセコイアの枝葉の形態
A: 黄金メタセコイア a: メタセコイア (対照)

表3 黄金メタセコイア母樹の生長経過

調査年月 種 別	'75 年 11 月		'81 年 11 月	
	直 径	樹 高	直 径	樹 高
黄金メタセコイア	9.5 ^{cm}	8.70 ^m	17.0 (19.0) ^{cm}	11.58 ^m
対 照	15.0	10.34	24.0 (31.0)	13.16

註 () 内 根元直径

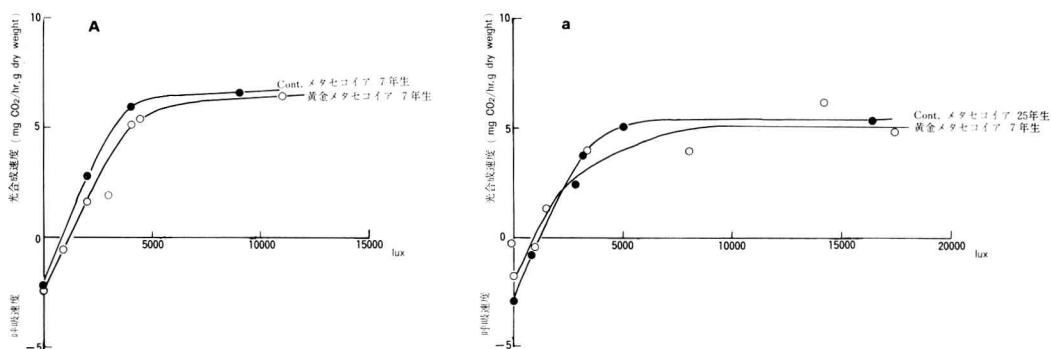


図2 黄金メタセコイアの光合成速度 (測定 '74.7.8)
測定条件 A: 100 l/hr., 400 ppm, 33°C
a: 100 l/nr., 350 ppm, 33°C

名することにした。²⁾

3. 黄金メタセコイアのさし木の活着とクローンの生長

(1) 材料と方法

1980年3月20日表4に示すように、黄金メタセコイアおよびその対照木と、この両者より採穂

して養成した2年生さし木苗より各20本宛さし穂をとり、長さ 19~21 cm に穂作りをし、24時間水道水に浸した後、砂土を入れたさし木箱にさし付け、屋外の木蔭に置き、上部をビニールシートで覆い密閉さしを行った。翌年8月25日にさし木苗を掘取るまで、適宜に灌水を行った以外は放置しておいた。

さし木クローンの生長調査は1969年3月および '78年3月に、黄金メタセコイアとその対照木より採穂し、さし木養成したもの各20本と48本を用いて、2~3年間と7年間の生育経過を測定した。なお、1980年3月、黄金メタセコイア18本（さし木12年生）を大阪府吹田市の万博記念公園に植栽し、公園樹としての適応性を調べることにした。

(2) 結果と考察

(i) さし木の活着率と伸長ならび発根状態

表4に示すように、黄金メタセコイアとその対照の活着率を比較してみると、黄金メタセコイアのほうが対照の正常なメタセコイアよりもやや高かった。これら両者のさし木クローンから採穂したものの活着率も同様の傾向がみられた。なお、さし木の生存率（生存本数/活着本数×100）は83%以上示したが、なかでも対照のさし木苗より採穂したものは93%となり最も高かった。

発根したものの新梢の長さは、表4に示すように、黄金メタセコイアとその対照の母樹から採穂したさし木間では差はみられなかったが、これら両母樹のさし木クローンから採穂したものは、黄金メタセコイアの方が劣っていた。しかし平均発根数では黄金メタセコイアの方が対照よりも多く、根長および根重量でも同様にすぐれた傾向が認められた。

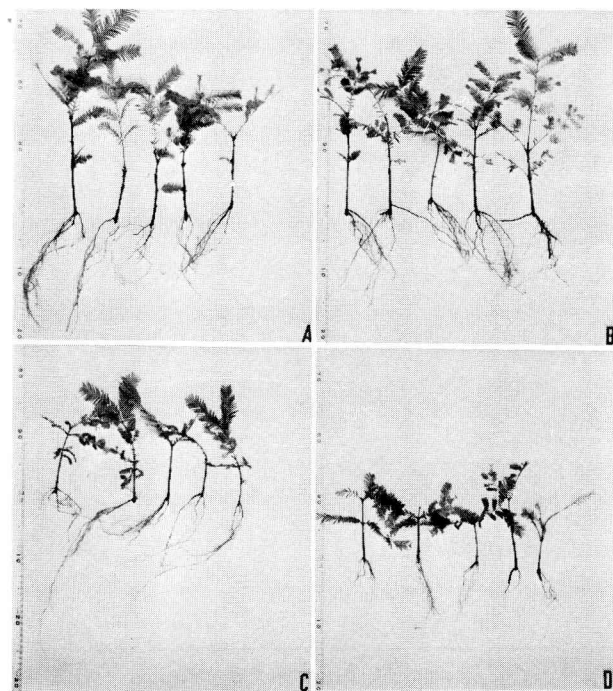


写真3 黄金メタセコイアの発根状態 (1980.3.1 さし木, '81.9 撮影)

- A: 黄金メタセコイア (母樹より採穂)
- B: 対照メタセコイア (母樹より採穂)
- C: 黄金メタセコイア (さし木苗より採穂)
- D: 対照メタセコイア (さし木苗より採穂)

表4 黄金メタセコイアのさし木の発根率と生育状態

さし木年月 1980.3.20 調査年月 1981.9

種 別	さし穂の 大きさ		さし木 本 数	活着率 %	生存率 %	新梢の 長 cm	平 均 発根数	根 長 cm		*** 地上部 の重量 g	根重量 g	T/R
	直径 cm	長さ cm						平均	最大長			
黄金メタセコイア	0.32	8.0	20	75	87	7.3	3.2	20.0	29.5	0.400	0.086	4.65
黄金メタセコイアのさし木苗*	0.32	15.1	20	80	88	9.9	3.6	18.3	25.6	0.654	0.180	3.63
メタセコイア(対照)	0.27	9.3	20	60	83	7.0	2.5	14.6	18.0	0.231	0.058	3.98
メタセコイア(対照)のさし木苗**	0.29	10.1	20	70	93	11.3	2.8	20.2	24.1	0.483	0.146	3.31

注) * 黄金メタセコイアを母樹としてさし木したもの

** メタセコイア(対照)を母樹としてさし木したもの

*** さし穂重量+新梢重量は根部重量と共に絶対乾重を用いた

以上のように黄金メタセコイアの活着率および生存率は、正常なメタセコイアにくらべて劣っていないことが判明した。なお、発根後の生育状態は、肥料分の殆んどない砂土に据置き、特別な管理を行わなかった条件下であり、ほゞその特性が現われているものと思われる。このようにさし木幼苗期の生長は対照のメタセコイアと大きな違いはないが、次に述べるように生長するに従い生長差がみられるようになる。

(iii) さし木クロンの生育経過

表5に示すように、黄金メタセコイアのさし木後3～4年間の生長は、対照のメタセコイアに比べて根元直径7～10 mm、苗高で50 cmほどの差がみられた。

1969年3月に黄金メタセコイアとその対照木より採穂し、さし木したクローン各20本の7年間の生長経過は、図3に示すように、黄金メタセコイアのクロンの樹高生長は対照のメタセコイアよりも低いことがわかる。

このように黄金メタセコイアのさし木クロンが、その母樹と同様に生長差が低下することについては、黄色葉のため葉緑素含有量が正常なものより少なく、同化量が低下することが生長差にも影響しているものと思われる。

黄金メタセコイアは春の新葉から秋の落葉期まで黄金色を呈し、その生長量が正常なものにくらべて劣っていることが、かえって庭園木としての利用価値を高めるの

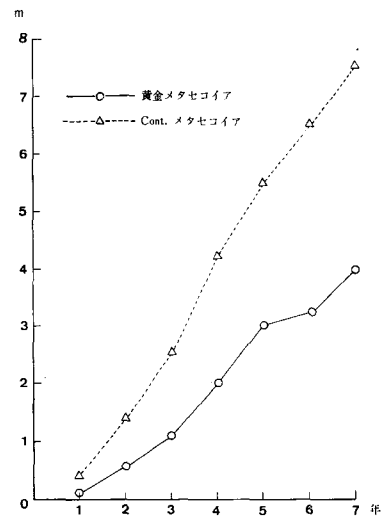


図3 黄金メタセコイアの樹高生長

表5 黄金メタセコイアさし木苗の生長状態 '78.3.20 さし木

種 別	調査本数 年月日	本 数	'80 年 11 月		'81 年 11 月	
			根 元 直 径	苗 高	根 元 直 径	苗 高
黄金メタセコイア		48	10.4±3.1 mm	63.6±25.0 cm	15.5±4.4 mm	141.3±20.5 cm
対 照		48	17.6±2.5 mm	114.9±28.7 cm	25.4±3.0 mm	198.8±23.1 cm

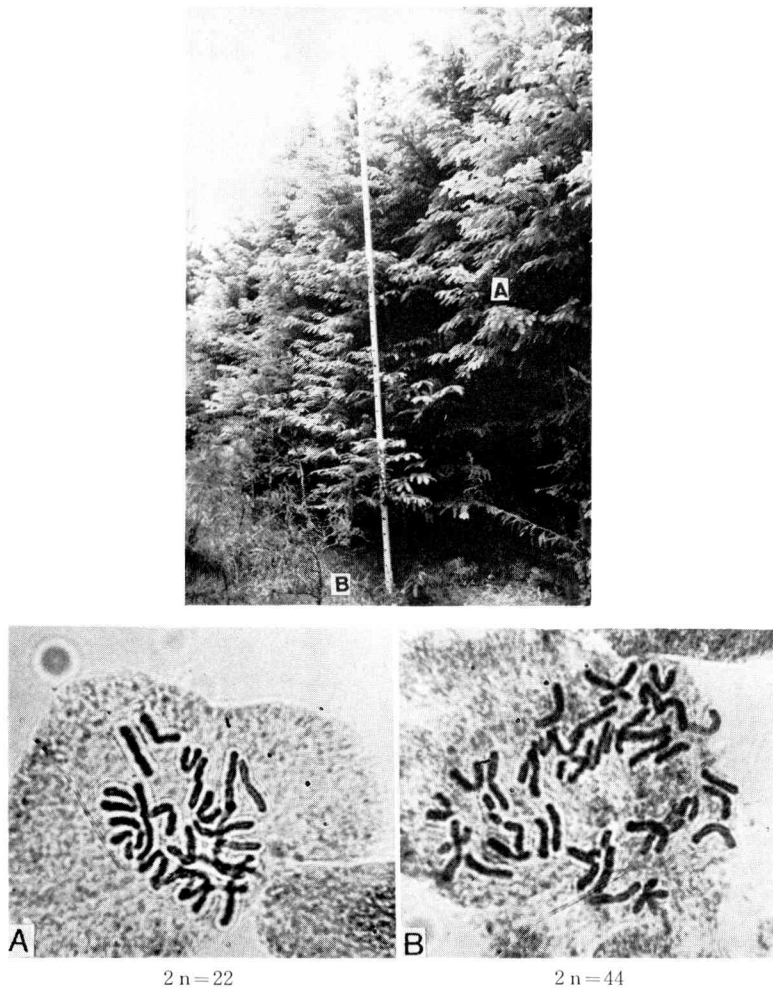


写真4 黄金メタセコイアと四倍体メタセコイアのさし木クローンの生育状態と染色体数
A: 黄金メタセコイア (7年生) B: 四倍体メタセコイア (7年生)

ではないかと思われる。養成したさし木クローンは、万博記念公園や京都大学演習林白浜試験地 (1981, 10, 27, 沢田総長来演記念植樹ほか) および上賀茂試験地へ植栽した。万博記念公園におけるさし木13年生 (16本) の平均生長は、胸高直径 7.6 cm, 樹高 5.5 m であった。今後も造園樹木としての利用価値ならびに生長状態を調査していくことにしている。

文 献

- 1) 長谷川勝好: メタセコイアの挿木における水耕培養とホルモン処理の影響, 京大演報 24, 56~62, 1954
- 2) Hiroe, M.: A Cytotaxonomical Study on *Metasequoia* Miki (Taxodiaceae) 捜査植物学第1巻, 140, 東京, 有明書房
- 3) 日本分析化学会編: 分析化学便覧第2版, 1315~1316, 1971. 丸善書店, 東京
- 4) 大庭喜八郎, 村井正夫: クマシギの体細胞突然変異の誘起におよぼすガンマー線照射時期, せん定および内部摘芽の影響, 日林誌 56 (6) 170~176, 1971
- 5) Ohba, K.: Studies on the Radiation Breeding of Forest Trees. 放射線育種研究報告, 2, 1~102, 1971

- 6) 大庭喜八郎：林木の放射線育種に関する研究．84回日林講，8～10，1973
- 7) 林野庁研究普及課監修：早成樹の養苗と造林実際（分担執筆，吉川勝好：メタセコイア，201～216）東京，地球出版，1976
- 8) 林木育種協会編：日本の林木育種，林木育種協会，東京，90～93，1973
- 9) 吉川勝好：造園樹木，花木類の放射線育種に関する研究，放射線育種場共同利用研究報告集録．88～92，1965