

スギ科樹木の核学的研究

戸田 義 宏*

Y. Toda: Karyological studies on the Taxodiaceae

スギ科樹木には、日本の最も重要な造林樹種として知られているスギ、生きた化石として知られるメタセコイア、世界の巨木として知られるセコイアメスギやセコイアオスギなどがあり、それらにまつわるエピソードはことかかない。

スギ科樹木は、形態学的分類により10属15種(坂口, 1983)とされているが核学的な比較研究の報告は数少ない。そこで、筆者は南半球に分布するタスマニアシーダーを除く、北半球の9属10種のスギ科樹木について、染色体、核小体数など核学的比較研究を試みた。

スギ 属

1. スギ *Cryptomeria japonica* (Linn. fil.)

D. Don

スギは、わが国の重要な造林樹種であり一属一種とされ、その核型(染色体の数や形態)は1種類のみと考えられていた。ところが、明瞭な染色体の観察法の確立によりF染色体(染色体の大きいものから順次A, B, C……Kの記号を付している)の構成に相異がみられ、2倍体(2n=22)のスギでは次に示すように3種類の核型の存在が明らかとなった。

0型: F染色体の構成が1対の中部動原体型染色体から成る。(図1, 2)

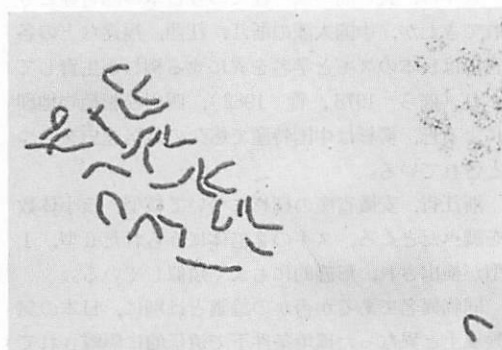
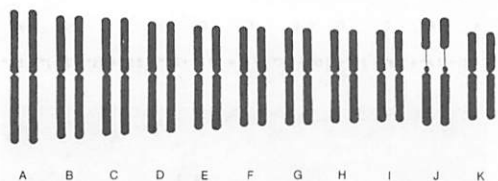
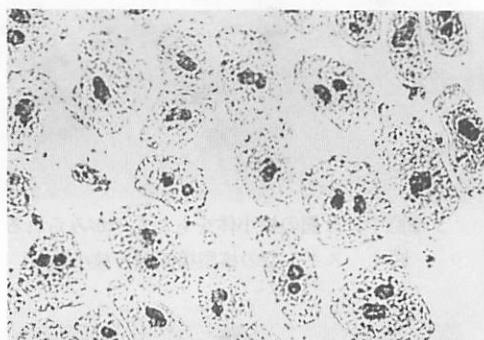


図1. スギの体細胞分裂中期像 2n=22

核型0型(クモトオン, アヤスギなどにみられる)



$$K(22) = 2A'' + 2B'' + 2C'' + 2D'' + 2E'' + 2F'' + 2G'' + 2H'' + 2I'' + 2J'' + 2K''$$



1細胞中に2個の核小体がみられる

図2. スギ0型の核型模式図と核小体

I型: F染色体の構成が、1本は中部動原体型染色体で、もう1本は二次狭窄を有する染色体から成る(図3, 4)。

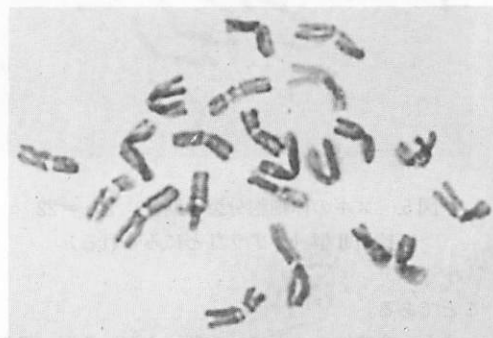


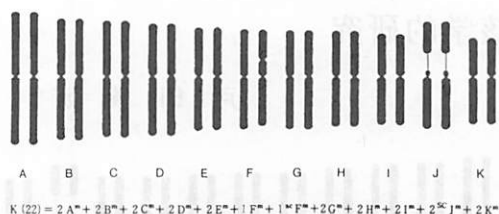
図3. スギの体細胞分裂中期像 2n=22

核型I型(イワオスギなどにみられる)

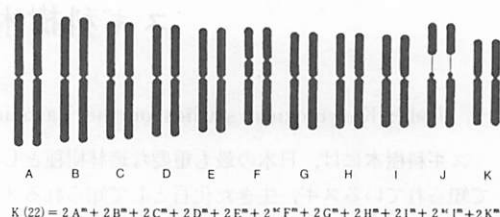
II型: F染色体の構成が、1対の二次狭窄を有する染色体から成る(図5, 6)。

その他、スギの核型の特徴は大きい方から10番目すなわちJ染色体1対に Köpfchen(乳首の形を示す部分)、連結糸、大きな付随体の存在がみられる

* 九州東海大学農学部
Department of Agriculture,
Kyushu Tokai University



1細胞中に3個の核小体をもつものがみられる
図4. スギI型の核型模式図と核小体



1細胞中に4個の核小体をもつものがみられる
図6. スギII型の核型模式図と核小体

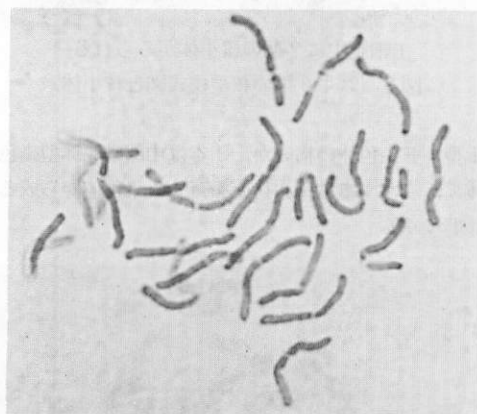


図5. スギの体細胞分裂中期像, $2n=22$
核型II型(ハアラなどにみられる)

ことである。

また、3倍体のスギでは0型、I型、II型、III型の存在が考えられ、すでにヒノデスギ(3倍性0型)ウラセバルスギ(3倍性II型)が明らかにされている。

さらに、銀染色法による1細胞中(1核当り)の核小体(仁)の最大数を調べたところ2倍体では0型—2個、I型—3個、II型—4個、3倍体で0型—3個、II型—5個が検出され、それぞれF染色体J染色体にみられる二次狭窄部の数と対応する事が

明らかとなった。

2倍体のI型には、九州地方で生長量1・2位を競うイワオスギがあり、0型とII型の交配から得られたI型はやはり生長が良いという報告もある。また、九州各地の精英樹について核小体数を調査中であるがかなり高い確率でI型の存在が推定される。

2. 柳杉 *Cryptomeria fortunei* Hootbrenk ex Otto et Dietr.

スギは、長い間一属一種であり日本の固有種とされてきたが、中国大陸の浙江、江西、福建などの各省には日本のスギと学名を異にする柳杉が生育しており(催ら 1978, 管 1982)、四川松杉植物地理によると、柳杉は中国特産で悠久の栽培歴史をもつとされている。

浙江省、安徽省産の柳杉について核型、核小体数を調べたところ、スギの2倍体にみられた0型、I型が検出され、形態的にもよく類似している。

同物異名であるか否かの論議とは別に、日本の気候風土と異なった環境条件下で遺伝的に隔離されて現在に至ったと考えられる柳杉について諸形質を調べスギとの比較研究を行なうことは優良形質の相互導入上、今後重要な課題になると思われる。

スイショウ属

スイショウ *Glyptostrobus pensilis* K. Koch

スイショウは、中国大陸東南部の水辺、沼沢地に自生する落葉性の喬木でラクウショウ属によく似て

いる。

染色体数 $2n=22$ で、スギ属にみられる Köpfchen type の二次狭窄型染色体 (I 染色体) が 1 対 2 本観察され、核小体は 1 個の細胞当り最大数 2 個のものが 82.1%, 1 個のものが 17.9% 観察された (図 7)。

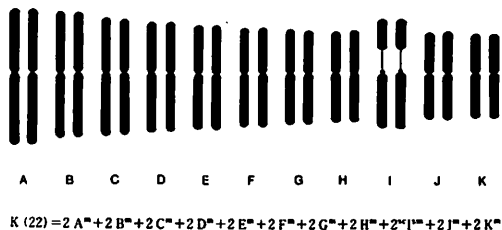


図 7. スイショウの核型模式図と核小体

ラクウショウ属

ラクウショウ *Taxodium distichum* Rich.

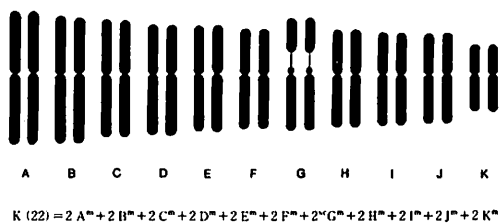


図 8. ラクウショウの核型模式図と核小体

ラクウショウは、アメリカ東南部の水湿地に自生する落葉喬木で cypress knee と呼ばれる気根をもつことで知られている。

染色体数は $2n=22$ で、Köpfchen type の二次狭窄型染色体 (G 染色体) が 1 対 2 本観察され、核小体は 1 個の細胞当り 2 個のものが 70.5%, 4 個のものが 0.3%, 3 個のものが 4.3%, 1 個のものが 24.9% 観察された (図 8)。

メタセコイア属

メタセコイア *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng

メタセコイアは、第三紀後期の化石として知られていたが、戦後、中国大陸の四川省、湖北省で現生していることが発見され、現在“生きている化石”としてよく知られるようになり、わが国でも街路樹などとして利用されている。

染色体数は $2n=22$ で、Köpfchen type の二次狭窄型染色体 (G, I, K 染色体) が 3 対 6 本観察され、他のスギ科樹木の核型とは大きく異なっている。核小体は、1 細胞当り 6 個のものが 35.1% (最大出現率)、7 個のものが 0.5%, 5 個が 26.9%, 4 個が 21.5%, 3 個が 11.7%, 2 個が 4.2%, 1 個が 0.1% 観察された (図 9)。

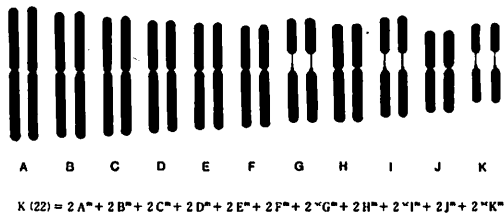


図 9. メタセコイアの核型模式図と核小体

タイワンスギ属

タイワンスギ *Taiwania cryptomerioides* Hayata

タイワンスギは、台湾や中国雲南省に自生する常

緑喬木で、わが国では造園樹木として利用されている。

染色体数は、 $2n=22$ で、Köpfchen type の二次狭窄型染色体 (C 染色体) が 1 対 2 本観察され、核小体はスギ科の他の種・属と異なり、1 個の細胞当たり 1 個のものが最大出現率を示し 92.7% 観察され 2 個のものは、わずか 7.2 % であった。

この種において最大出現率を示した核小体の形態は馬蹄形であり、2 個の核小体の融合とも考えられる。核小体の形態が他の種にみられた球形とは異なっていることや、核型においても次中部動原体型染色体が 5 対も観察されたことはスギ科において特異的である (図10)。

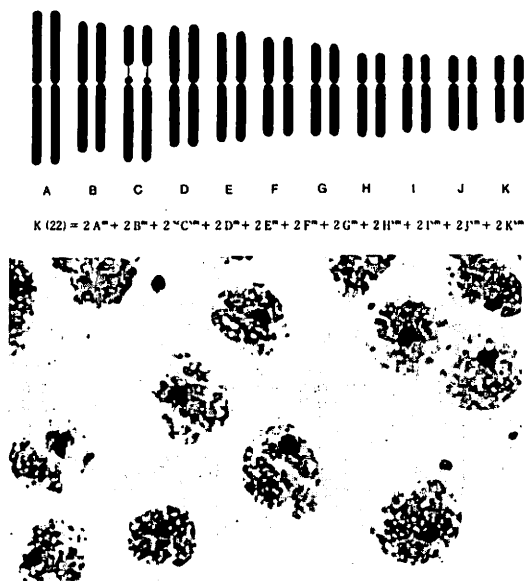


図10. タイワンスギの核型模式図と核小体

セコイアオスギ属

セコイアオスギ *Sequoiadendron giganteum* Lindl.

セコイアオスギは、北アメリカのCalaveras樹群、Mariposa 樹群、Giant Forest に自生が知られている常緑喬木で、樹齢数千年の巨木が多数記録されている。

染色体数は $2n=22$ で、Köpfchen type の二次狭窄型染色体 (K 染色体) が 1 対 2 本観察され、核小体は 1 個の細胞当たり最大数 2 個のものが 85.8 %、1 個のものが 14.2 % 観察された (図11)。

コウヨウザン属

コウヨウザン *Cunninghamia lanceolata* (Lamb) Hook

コウヨウザンは、中國大陸南部、台湾に分布する常緑喬木で、シロアリの害に強く建築、土木によく利用されている。

染色体数は、 $2n=22$ で、スギ属、スイショウ属などに観察された Köpfchen type の染色体が存在せず、末端小粒付随体を有する染色体 (C 染色体)、すなわち telomere type の二次狭窄型染色体が 1 対 2 本観察され、核小体は 1 個の細胞当たり最大数 2 個のものが 99.6 %、1 個のものが 0.4 % 観察された (図12)。

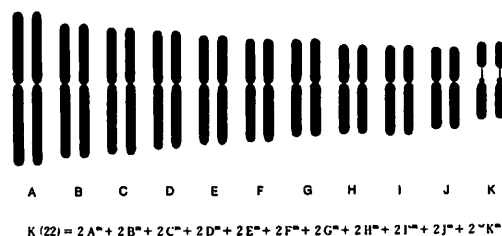


図11. セコイアオスギの核型模式図と核小体



図12. コウヨウザンの核型模式図と核小体

セコイアメスギ属

セコイアメスギ *Sequoia sempervirens* Endl.

セコイアメスギは、通称 Redwood と呼ばれる常緑喬木で北アメリカに自生が知られている。セコイアオスギと同様巨木がみられ、材はきわめて優良で耐久力が強い。

染色体数は $2n = 66$ で、コウヨウザン同様の telomere type の二次狭窄型染色体 (B 染色体) が 6 本観察され、そのゲノム構成から異質倍数体と思われる。核小体は 1 個の細胞当り最大数 6 個のものが 40.5 %、7 個が 1.1 %、5 個が 25.3 %、4 個が 17.5 %、3 個が 9.9 %、2 個が 5.4 %、1 個が 1.4 % 観察された (図13)。

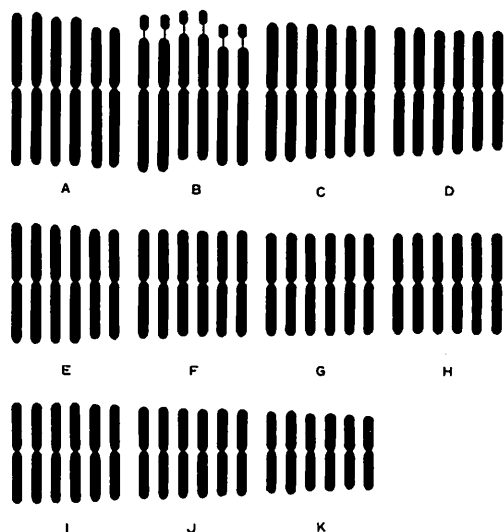


図13. セコイアメスギの核型模式図と核小体 (核型式は未定)

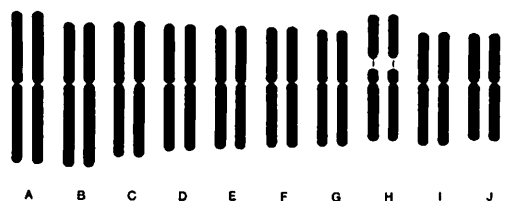
コウヤマキ属

コウヤマキ *Sciadopitys verticillata* S. et Z.

コウヤマキは、日本特産の常緑喬木で、北は福島県から南は宮崎県中部にまで自生がみられる。分類

上、針葉樹の中でも特異な存在であり、牧野1961はスギ科コウヤマキ属の一種として扱い、上原1959はスギ科から独立させコウヤマキ科コウヤマキ属の一種としてとらえている。

染色体数は $2n = 20$ で、他のスギ科樹木にみられないコウヤマキ特有の二次狭窄型染色体 (H 染色体) が 1 対 2 本観察された。核小体は 1 個の細胞当り最大数 2 個のものが 82.4 %、1 個のものが 17.6 % 観察された (図14)。



$$K(20) = 2A^m + 2B^{m+} + 2C^m + 2D^m + 2E^m + 2F^m + 2G^m + 2^{2x}H^m + 2I^m + 2J^m$$

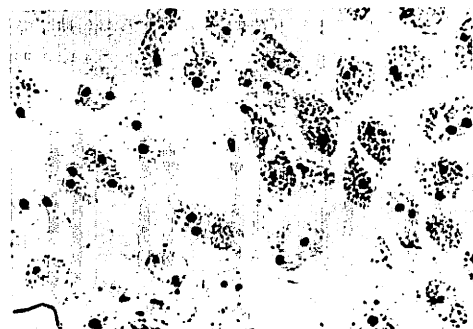


図14. コウヤマキの核型模式図と核小体

以上、スギ科樹木 9 属 10 種 (コウヤマキを含む) の染色体と核小体の観察結果、タイワンスギ (核小体 2 個が融合していると思われる) を除くスギ科樹木の 1 細胞当りの核小体の最大数 (もしくは最大出現率) は、二次狭窄型染色体の数と対応することを確認した (表 1)。

また、スギ科樹木の核型は、特異な形態を示す染色体により Köpfchen type と telomere type の 2 つのグループに区分され、コウヤマキはそのどちらにも属せず、染色体数も $2n = 20$ と特異的であることからスギ科から独立させコウヤマキ科コウヤマキ属の一種として取り扱うべきではないかと思われる結果を得た (図15)。

さらに、核型上 3 種類のタイプがみられるスギでは、I 型が精英樹の中に多数みられることなどから雑種強勢 (ヘテロシス) とも考えられ、今後育種への利用が考えられる。Köpfchen type の染色体が

表 1. スギ科樹木の二次狭窄型染色体数と核小体の数

	染色体数 (2n)	二次狭窄型 染色体数	核小体数(%)						
			1	2	3	4	5	6	7
[0]	22	2	24.2	75.8					
スギ [I]	22	3	10.2	39.1	50.7				
[II]	22	4**	1.1	14.0	41.0	43.7			
スイショウ	22	2	17.9	82.1					
セコイアオスギ	22	2	14.2	85.8					
ラクウショウ	22	2	24.9	70.5	4.3	0.3			
タイワンスギ	22	2	92.7	7.3					
メタセコイア	22	6	0.1	4.2	11.7	21.5	26.9	35.1	0.5
コウヨウザン	22	2	0.4	99.6					
セコイアメスギ	66	6	0.4	5.4	9.9	17.5	25.3	40.5	1.1
コウヤマキ	20	2	17.6	82.4					

備考 (1) 測定は各 1000 細胞について行った。

(2) [0] F 染色体が 1 対の中部動原体型染色体から成る。

(3) [I] F 染色体が 1 本の中部動原体型と 1 本の二次狭窄型染色体から成る。

(4) [II] F 染色体が 1 対の二次狭窄型染色体から成る。

(5) ** 核型は未検定。

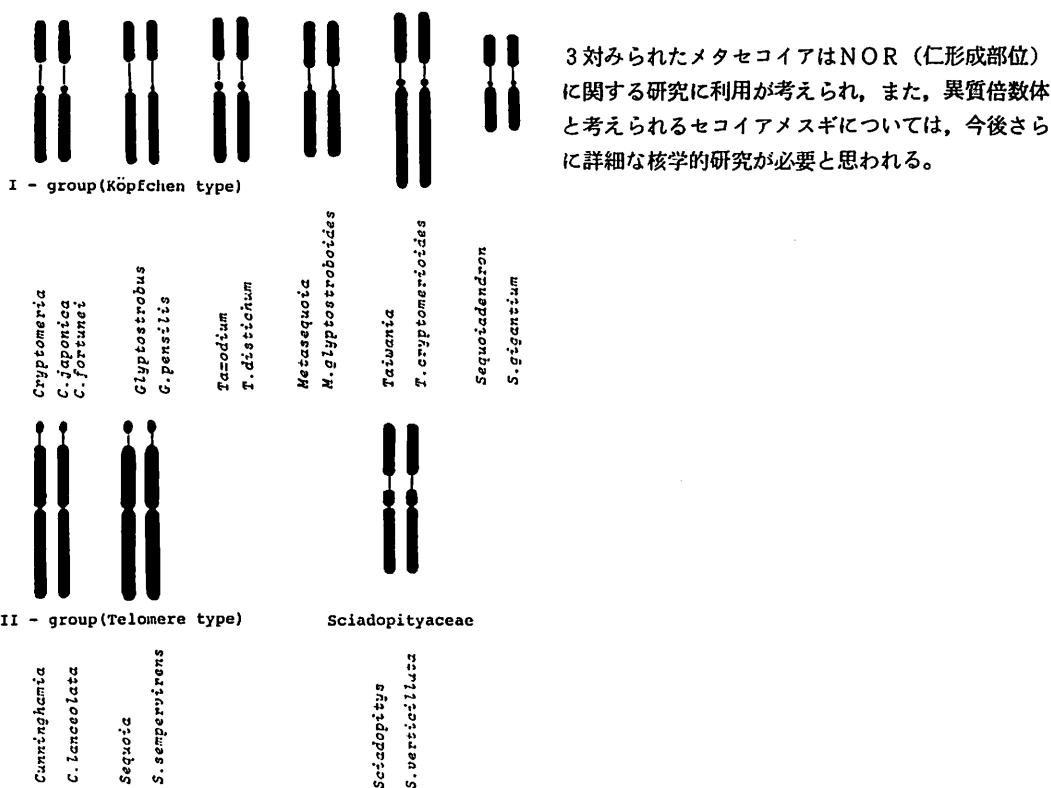


図15. 特異な形態を示す染色体によるスギ科樹木の属間比較