メタセコイアの分類学的研究

肥田 美知子*

Michiko HIDA*: The Systematic Position of *Metasequoia*

1962 年 4 月 12 日受付

生きたメタセコイアが発見されてから、各方面の研究がなされ、その性質がいっそう明らかになり、その分類上の位置がいろいろ論議されている。すなわち、従来報告せられたもののうち、メタセコイアを別科とするものと、セコイアメスギに近いスギ科の 1 属とするもの、さらにその位置を両者の中間の段階にあるとする 3 つの考え方がある。この 3 つの考えのうち、いずれが正しいかはなかなか決定困難であるが、諸性質のうち、生態的特性を除き、比較的系統を指示すると考えられる諸種の特性から以下のような結果をえた。

特性の吟味

I. 形態的特性

A. 栄養器官

a. 根

形態のなかでも最も外界の影響をうけることの少ないと思われる根は一般に葉、茎と違って植物の種を異にしても形態はひどくちがわない。メタセコイア (*Metasequoia glyptostroboides*) の根においても短根と長根の別があり、構造のうえでは表皮の代わりに rhizodermis があることや、内皮の外側に接する皮層の細胞は特に半径方向の壁の肥厚が著しく Phi-Sheide を作っていることは、被子植物の根とは著しく異なっているが、針葉樹の根では普通にみられる形態であって特筆すべきことでない (早田¹⁾, Linsbauer²⁾)。しかし、その中心柱の原生木部の数は個々の植物によって異なっている。著者が短根についてしらべた結果³⁾ ではメタセコイアのよ

うに 2 原型または 3 原型の中心柱をもつものは、スギ科 (Taxodiaceae) のセコイアオスギ (*Sequoiadendron giganteum*)、イヌスギ (*Glyptostrobous pensilis*)、ヌマスギ (*Taxodium distichum*)、セコイアメスギ (*Sequoia sempervirens*) にみられ、セコイアメスギではさらに 4 原型のものもある。同じ科のコウヤマキ (*Sciadopitys verticillata*)、コウヨウザン (*Cunninghamia lanceolata*)、タイワンスギ (*Taiwania cryptomerioides*) は 2 原型であり、この型は二、三の植物を除いて全針葉樹にみられるだけでなく、シダ類やソテツ科 (Cycadaceae)、イチョウ科 (Ginkgoaceae) にもみられ、比較的原始的な形と考えられる。このことについてスギ科内では興味のある事実がみられた。すなわち、スギ (*Cryptomeria japonica*) は原生木部が 3 原型で、その出現が 2 原型のコウヤマキ、タイワンスギやコウヨウザンより新しいことである。

また、短根で 2 原型あるいは 3 原型であるものは長根ではさらに数を増し、3 原型あるいは 4 原型で、セコイアメスギでは 5 原型 (Noelle⁴⁾)、メタセコイアでは 6 原型で、ヌマスギでは 4 原型のものはなく、3, 5, 6, 8 原型のものがみられる (Noelle⁴⁾)。短根で 2 原型のコウヤマキ、タイワンスギ、コウヨウザンは長根でも 2 原型、スギのように 3 原型のものは長根においても 3 原型を示す。このような根の原生木部の数は子葉数とは無関係で、特にマツ科 (Pinaceae) においてこのことは明らかのように、マツ科のものは一般に子葉数が多いが、その原生木部の数は 2 つの例外、すなわち、モミ (*Abies firma*) および *Pinus banksiana* を除いてすべて 2 原型である。スギ科においても同じことがいえる。すなわち、メタセコイア、セコイアメスギのように

* 大阪女子大学生物学教室 (Biological Laboratory of Osaka Women's University, Osaka, Japan).

子葉数が2枚のもの、イヌスギのように4枚の子葉をもつもの、ともに原生木部は2あるいは3原型である。したがって根の原生木部の数は子葉とは無関係に、種の一特徴と考えられるからこれによって類縁関係をみると、メタセコイアはイヌスギ、ヌマスギ、セコイアオスギ、セコイアメスギに、コウヤマキ、コウヨウザン、タイワンスギ、スギより近い関係にあり、後の4者のうちスギは他の3つからも離れている。

b. 材および樹皮

1. 材の仮道管： 著者は材を構成する仮道管の長さ、有縁孔および単孔の配列状態から、セコイアメスギ、スギ、イヌスギ、ヌマスギ、メタセコイアはコウヤマキ、コウヨウザンとはやや離れたものであることを証することができた⁵⁾。すなわち、コウヤマキ、コウヨウザン、タイワンスギはセコイアメスギその他のものに比べ、仮道管の長さも短く、膜孔の列数も少なく、サニオ氏線も不顕著である。メタセコイアは仮道管の長さは 3730μ くらいで巾も広い。有縁孔は1—3列、単孔は1—4列でいずれもセコイアメスギと同じく列数が多い、また、サニオ氏線は非常にはっきりしているが、これはセコイアオスギにおいても著しい。メタセコイアの仮道管の長さが 3730μ というのは針葉樹のなかでは比較的長い方で、アロウカリア (*Araucaria Cunninghamii*) のものおよびセコイアメスギ、セコイアオスギにつぐものである。ヌマスギ、イヌスギはメタセコイアよりやや短く、膜孔の列数も少なく、サニオ氏線も不明瞭なので、これらを区別することができる。したがってメタセコイアは仮道管に関してはヌマスギ、イヌスギよりもセコイアメスギ、セコイアオスギにいっそうよく似ていて、これは花粉の形態からみた結果とも一致するものである⁶⁾。ただ、メタセコイアにおいて単孔がまれに四辺形をしていることがあるが、これはセコイアメスギにはみられないものである。

2. 材の中の放射組織の細胞： Greguss⁷⁾ は材のなかの放射組織の細胞の形態その他からみてスギ科を3群に分け、メタセコイアとイヌスギ、ヌマスギを1群に、コウヤマキとコウヨウザンを1群に、セコイアメスギ、タイワンスギ、スギ、アトロタキンス (*Athrotaxis selaginoides*) を1群としている。すなわち、メタセコイアはスギ科内では枝に長短両

枝のあることや、その落枝性、それに放射組織の細胞の膜孔の形態からイヌスギ、ヌマスギに近いとしている。この分類中、セコイアメスギ、タイワンスギ、スギ、アトロタキンスを同一群にした点は、他の特性からみて妥当と考えられない。セコイアメスギは他の3者とは著しく異なっているし、スギはまた、タイワンスギやアトロタキンスともだいぶ異なっている。タイワンスギ、アトロタキンスは他の特性を考えればむしろコウヨウザンと同一群に入れるべきであろう。

3. 樹皮： メタセコイアの2—4年枝において樹皮が輪状にはげ落ち、この際その内側に遊離した巨大コルク細胞がみられるが、このような細胞はスギ科のなかの他のいずれの属にもみられず、メタセコイアの樹皮の一特徴と考えられる⁸⁾。

c. 葉

1. 気孔： 引田⁹⁾ のスギ科の各属の葉についての研究ではメタセコイアの気孔は 41.8μ でスギ科中ではヌマスギについて小さく、セコイアメスギのそれは最も大きく 61.9μ である。気孔の大きさがこのように違うのはメタセコイアは染色体数が $2n=22$ であるのにセコイアメスギは $2n=66$ 、すなわち、6倍体であることに関係している (Stebbins¹⁰⁾)。

気孔の並び方はメタセコイアではセコイアメスギ、セコイアオスギ、イヌスギ、コウヨウザン、コウヤマキと同じように葉脈に平行であるが、ヌマスギでは葉脈に直角で、スギでは葉脈に対して斜めに配列している。このようにスギは気孔の並び方に関してもスギ科の他のものと異なっている。タイワンスギでは気孔の配列は平行のもの、直角のもの、斜めのものなど、いろいろの場合がみられる。配列面はメタセコイアでは1面で、コウヨウザン、コウヤマキ、セコイアメスギのいずれとも一致している。ヌマスギとイヌスギはこの点でも同じで、いずれも2面である。スギ、セコイアオスギ、タイワンスギは4面に気孔をもっている。

また、メタセコイアの気孔は副細胞をもたないが、この点はイヌスギを除いたスギ科の他のものと同じである (Florin¹¹⁾)。

2. 表皮： 表皮細胞の細胞膜の形も属によって異なっていて、メタセコイアにみられるように波状形のもの、ヌマスギ、イヌスギ、スギ、セコイアオスギ、タイワンスギ、コウヤマキ、セコイアメスギの

ように直線形のものがあり、コウヨウザンはその中間形で、微波形を示す(引田⁹⁾). メタセコイアの表皮細胞が波状であることはセコイアメスギと区別のできる点であって、遺体として出現することの多い葉の部分にこのような違いのあることは両者を区別するのに非常な利点である。

3. 葉肉細胞: メタセコイアの葉肉細胞中には有腕柵状組織があるが、これはヌマスギにもみられる(Ziegenspeck¹²⁾).

4. 樹脂道: 引田¹³⁾は子葉および葉における樹脂道の分布をしらべ、メタセコイアの葉には3つの樹脂道があり、子葉にも同数存在することを報じている。このように子葉と葉との樹脂道の同数のものはメタセコイアのほか、セコイアメスギ、セコイアオスギにもみられる。一方、ヌマスギ、イヌスギでは本葉には樹脂道があるが子葉にはない点がメタセコイアと異なっている。また、コウヤマキでは子葉にある数よりも多く本葉にあり、スギでは反対に本葉での数は子葉でのものより少ない。コウヨウザン、タイワンスギはヌマスギ、イヌスギと同様に本葉にはあるが子葉にはない。

B. 生殖器官

a. 花粉

上野⁶⁾の針葉樹の花粉の大きさを測定した結果では、メタセコイアはスギ科中最も小さく $19-28\mu$ でセコイアメスギの $27-35\mu$ と著しく異なっていて、花粉の大きさに関しては他と区別できる。しかし、花粉の形態となるとスギ科のものはたがいに類似し、メタセコイア、セコイアメスギ、スギ、イヌスギ、ヌマスギは花粉に papilla をもち、そのうちイヌスギ、ヌマスギは前3者にくらべ papilla の長さが短いので区別しうるが、前3者は長さもあまり変わらず、わずかに papilla の先端の曲がり方が違っているにすぎず、非常によく似ている(上野⁶⁾, Wodehouse¹⁴⁾, Kaeiser¹⁵⁾). 同科のコウヤマキ、コウヨウザン、タイワンスギは papilla がなく大きさはコウヤマキ、コウヨウザンは大きくセコイアオスギと同じで $33-38\mu$ くらいあるが、タイワンスギは $30-32\mu$ でこれらより小さい。

これらの花粉を人工培地で発芽させ、その花粉管をみるとセコイアメスギ、スギ、ヌマスギ、イヌスギはほとんど分枝しないが、コウヤマキ、コウヨウザンは分枝が著しく前4者と区別することができ

る。かんじんのメタセコイアに関する報告がないが、スギ科においてセコイアメスギ、スギ、イヌスギ、ヌマスギはコウヤマキ、コウヨウザンとは相当離れているものと考えられる。

b. 苞片・実片の発達過程^{16,17)}

メタセコイアがヌマスギ、イヌスギよりセコイアメスギに近いことは球果のりん片の発達の過程からいえる。メタセコイアの球果のりん片が大部分苞片からできていることは、コウヤマキを除いたスギ科のすべてのものにみられることであるが、そのうちでも肉厚である点においてヌマスギに似ている。しかし、その発達過程や球果の形態はヌマスギとは相当異なっている。ヌマスギでは種子は直立し球果のりん片はひし形をしているが、メタセコイアではりん片はくちびる状になり、種子はよく発達して果軸にほとんど直角に外方に突出した実片に水平についている。くちびる状のりん片の上くちびるは後に発達した実片で、下くちびるは苞片と実片の複合体であることはその発達過程をしらべることによって明らかになった。ヌマスギとメタセコイアのこの球果のりん片についての関係はイヌスギとセコイアメスギにおいてもみられ、セコイアメスギの球果のりん片はイヌスギに似ているが、その後、イヌスギではヌマスギと同じようにひし形に発達し、直立に種子をつけるのにたいし、セコイアメスギはメタセコイアと全く同じようにくちびる形のりん片に水平に種子をつける。球果のりん片の大部分が苞片であることから、セコイアメスギはタイワンスギに似ていると Sterling¹⁸⁾ は述べているが、これはタイワンスギだけでなくコウヤマキを除いたスギ科のすべての属についてもいわれることで、それよりもその後の発達過程に重点をおくべきである。タイワンスギでは実片の発達が悪く、球果のりん片においてもほとんど実片が認められない。Florin¹¹⁾ はこれは実片が退化したもので、スギにみるような実片のよく発達するものより進んだ形としている。コウヨウザンやアトロタキシスは実片の発達の程度からいえばスギとタイワンスギの中間の形を示す。しかし、球果に関してはスギはその実片の先端が4-5片に分かれることでスギ科の他のものと著しく異なり、もちろん、コウヨウザン、アトロタキシスとも離して考えるのが妥当と思われる。このようにスギが球果に関して著しく他と異なっているだけでなく、上

記の諸性質からもスギ科の他のものと離れている。

球花のりん片の形態およびその発達過程の非常によく似ているセコイアメスギとメタセコイアも、そのりん片の配列は前者は互生で後者は十字対生で、この配列の違いが葉序の違いとともにセコイアメスギとメタセコイアの最も著しい相連で、Hu と Cheng はこの点を重視してメタセコイアをスギ科から離して 1 科 *Metasequoiaceae* を設けることを主張している¹⁹⁾。また、Sterling¹⁸⁾ はこの形態によってメタセコイアはセコイアより進んだ形であると述べている。

c. 胚珠

1. Rosette-cell: 杉原^{20,21)} は針葉樹の胚の発生の初期に Rosette-cell という特殊な細胞群の発達することを述べ、個々の植物についてそれを見ると、コウヤマキ、コウヨウザン、タイワンスギ、ヌマスギでは rosette-cell が発達するが、セコイアメスギ、スギでは生じない。メタセコイアについての研究がまだ行なわれておらず、これとの類縁関係は述べられないが、rosette-cell に関してもコウヤマキ、コウヨウザン、タイワンスギはセコイアメスギ、スギとやや離れているし、根では近い関係にあったヌマスギとセコイアメスギも rosette-cell に関しては異なっている。

II. 化学的特性

A. 葉ろう

葉に関する研究は形態的なものだけでなく成分に関するものが多数ある。刈米ら²²⁻²⁵⁾ は広く針葉樹の葉の表面につくろうについてしらべ、針葉樹の葉ろうにはエストリドを含むものと、エストリドを含まぬか、もしくはわずかに含む 2 型のあることをみて、それぞれ、エストリド型、非エストリド型と称したがメタセコイアの葉ろうはヌマスギ、イヌスギ、コウヤマキと同様に非エストリド型でスギ、コウヨウザン、セコイアメスギ、セコイアオスギ、タイワンスギのエストリド型と異なっている。この 2 型中、エストリド型は針葉樹のうち、比較的進化したスギ科、マツ科 (Pinaceae)、ヒノキ科 (Cupressaceae) に多くみられ、イチョウ科 (Ginkgoaceae)、イチイ科 (Taxaceae)、マキ科 (Podocarpaceae)、ナンヨウスギ科 (Araucariaceae)、イヌガヤ科 (Cephalotaxaceae) の多くのものは非エスト

リド型である。また、スギ科やマツ科のようにエストリド型のものの多い科の中でも落葉性のもの、たとえばスギ科におけるメタセコイア、ヌマスギ、イヌスギのようなものは非エストリド型のろうを持っている (刈米ら²³⁾)。このように葉ろうは一面類縁関係を示すもののようであるが、一方においてはより生態に関係する面もみられるので、この性質をもったただちに類縁関係をうんぬんすることは避けた

B. 葉に含有されている糖

著者ら²⁶⁾ が種々の針葉樹の葉について、その含んでいる糖の種類をしらべたところ、針葉樹の全般にわたって、1 年を通じ葉中の糖の種類はほとんど変わらず、サッカロース、フルクトース、グルコースの 3 種類であるが、常緑性のものでは冬季にこのほかにラフィノースやスタキオースを加える。すなわち、Parker^{27,28)} のいうように常緑性の葉中に冬季ラフィノースが出現することは耐寒性に関係するもので、メタセコイア、イヌスギ、ヌマスギのように落葉性のものでは出現をみない。このように含有している糖の種類からは類縁関係は述べられないが、サッカロースの含有量には多少があるらしく、スギ科ではスギ、イヌスギ、メタセコイア、セコイアメスギ、セコイアオスギ、ヌマスギは同科の他のものよりサッカロースの含量が少ないようである。このうち、スギを除いた他のは諸種の特性に関して類縁の近いものであるが、糖に関しても同じことがいえる。また、刈米ら^{23,29)} はメタセコイアの葉中には上記の 3 種の糖のほかにガラクトースを含むことを報じている。著者らの実験ではこれを追求できなかったが、存在するとしても前記の 3 種よりはるかに微量なのではないかと思われる。したがってメタセコイアにおけるガラクトースのような微量にしか含有されていない糖をさらに研究すれば、種によって異なった糖を含み、あるいは類縁関係を示すものがあるかもしれない。

C. 葉に含有されている色素

a. フラボノイド

葉の含有物のなかで色素に関するものには種の特性を示すと考えられるものがある。刈米ら²²⁻²⁵⁾ はコウヤマキの葉ろうの研究中に微黄色の結晶をえて、研究の結果フラボノイドの一種であることがわかり、彼らによってシアドピチジンと名づけられ

た。このフラボノイドはコウヤマキのほかにはイチイ (*Taxus cuspidata*)、スギ、アスナロ (*Thujaopsis dolabrata*) に含まれているが、メタセコイア、ヌマスギ、セコイアメスギ、コウヨウザン、タイワンスギにはシアドピチジンとは別なフラボノイドすなわち、ヒノキフラボンを含むことを認めた。このフラボノイドはスギ科の多くのもの以外ではヒノキ科にのみ認められるもので、この点、スギ科とヒノキ科との関係が近いことを示している (刈米ら^{23,25})。メタセコイア、イヌスギ、ヌマスギはヒノキフラボンだけしか含んでいないが、セコイアメスギはカヤ (*Torreya nucifera*) などに見いだされたカヤフラボンを含み前3者と区別できる。スギは上記のシアドピチジンのほかにカヤフラボンを、エンコウスギ (*C. japonica* var. *araucarioides*) はさらにソテツ (*Cycas revoluta*) に含まれているソテツフラボンを含んでいるが、いずれもヒノキフラボンは含んでいない。このようにスギ科に属しているものでヒノキフラボンを含まないスギ属 (*Cryptomeria*)、コウヤマキは同科の他のものとやや離れていると考えられよう。スギとエンコウスギとで含有フラボノイドにこのような違いのあることは2種をそれぞれ別の種にする方が妥当なことを示すものかもしれない。これはまた、コウヨウザン属 (*Cunninghamia*) においてもコウヨウザンはヒノキフラボン、カヤフラボンのほかにソテツフラボンを含んでいるのに、ランダイスギ (*C. lanceolata* var. *Konishii*) ではソテツフラボンを含有しない点、同一のことがいえるかもしれないが、特に藤田は精油成分からこの2つは別の種にすべきだと主張している。このような考え方からすれば、メタセコイアとセコイアメスギでは含有フラボノイドが違い、メタセコイア、イヌスギ、ヌマスギは同一のフラボノイドを含有するのでメタセコイアはセコイアメスギよりヌマスギ、イヌスギに近いことになる。

b. アントシアニン

葉中のアントシアニジンの種類からみればメタセコイアはヌマスギ、イヌスギよりむしろセコイアメスギ、セコイアオスギに近い関係を示している。すなわち、メタセコイアは主としてデルフィニジンを含み、それにわずかのシアニジンを検出できたが、セコイアメスギ、セコイアオスギにおいても同じくシアニジンよりデルフィニジンの方が多く含有され

ており、ヌマスギ、イヌスギではむしろシアニジンの方が多い。もちろんこの場合は前記のフラボノイドのような質的な違いではなく、量的な違いなので微妙な点もあるが、とにかくメタセコイアはこの場合はセコイアメスギ、セコイアオスギに近いという結果をえている。スギ科の他のものではコウヤマキを除いてすべてシアニジンだけしか含まず、タイワンスギではシアニジンの含有さえ少ない (肥田³⁰)。

c. カロチノイド

著者は目下、葉のなかのカロチノイドの種類を検討中であるが、スギ科のおのおのはメタセコイアにみられたと同じように緑葉中にはカロチン、ピオラキサンチン、ルテインの3種を含み、紅葉時にはメタセコイアではさらに桃色のカロチノイドの出現をみている (肥田・井田³¹)。紅葉時に出てくる桃色のカロチノイドについては、メタセコイア以外のものについても検討中であるが、ペーパークロマトグラフィーからおそらくいずれの針葉樹の紅葉にも含まれているものと推察できる。このような緑葉中のカロチノイドはおそらく炭酸同化に関係するものであり、植物の根本的な代謝機能につながるものは植物の属を異にしても同一であることを示すものようである。このことは前記の含有糖の種類からみえることである。しかし、カロチノイドの場合、そのうちのカロチンについてはさらに詳しく検討すればあるいは属間の類縁関係を示すかもしれない。すなわち、カロチンには α , β , γ その他があるが、メタセコイアでは α -カロチンが優勢であるが、 β -カロチンを全く含まないのか、高橋が述べているように β -カロチンが存在するとすればその α と β との質的關係をしらべることによって、さらに類縁関係に資することが多いと思われる。

III. つぎ木をした場合の状況

最後に吉川^{32,33}のつぎ木の実験を考えてみたい。彼はメタセコイアを台木にしてメタセコイア、イヌスギ、ヌマスギ、セコイアメスギ、セコイアオスギ、スギをついでいる (以下それぞれ Met/Met, Glypt/Met, Tax/Met, Seq/Met, Seqd/Met, Crypt/Met のようにあらわす)。その結果はいずれも活着がよく活着率は Met/Met は 94%, Seq/Met は 60-70%, Seqd/Met は 75-80%, Tax/Met, Glypt/Met はいずれも 60-70%, Crypt/Met は 50-60% で、メタセコイアはスギよりセコイアメスギ、セコ

Table 1. The characters of Taxodiaceae.

Characters			Genera	<i>Metasequoia</i>	<i>Sequoia</i>	<i>Sequoia-dendron</i>	<i>Taxodium</i>	<i>Glyptostrobos</i>	<i>Cryptomeria</i>	<i>Sciadopitys</i>	<i>Cunninghamia</i>	<i>Taiwania</i>	<i>Athrotaxis</i>
Chromosome number				22	66	22	22	22	22	10	22	22	
Vegetative organ	Root	Number of protoxylem in short root		2, 3	2, 3, 4	2, 3	2, 3	2, 3	3	2	2	2	
		Number of protoxylem in long root		3, 4, 6	3, 4, 5	3, 4	3, 5, 6, 8	3, 4	3	2	2	2	
	Tracheid	Length (μ)		3730	4748	3787	2220	2360	2810	2465	2100	1925	2480
		Number of row of bordered pit		1—3	1—3	1—2	1>2	1—2	1>2	1>2	1>2	1>2	1>2
		Arrangement of bordered pit		op	op>al	op	op, al	op>al	op>al	op>al	op, al	op>al	op
		Number of row of simple pit		1—4	1—4	1—3	1—3	1—2	1—3	1—2	1—2	1—2	1—3
		Form of simple pit		circle, (quadrate)	ellipse	ellipse	slit	ellipse	ellipse	quadrate	circle	circle, quadrate	ellipse
		Sanio's bar		+	+	+	—	(+)	+	(+)	—	+	+
		Deciduous		+	—	—	+	+	—	—	—	—	—
	Leaf	Phyllotaxis		op	al	al	al	al	al	al	al	al	al
		Length of stomata (μ)		41.8	61.9	46.9	40.3	51.2	43.8	59.9	54.2	54.1	
		Arrangement of stomata (to vein)		parallel	parallel	parallel	right angle	parallel	oblique	parallel	parallel	parallel, oblique	
		Number of arrangement-side of stomata		1	1	4	2	2	4	1	1	4	
		Form of cell wall of epidermis		wave	straight	straight	straight	straight	straight	straight	fine wave	straight	
		Number of cotyledon		2	2	4	6	4	3	2	2	2	
		Number of resin duct in cotyledon		3	3	1	0	0	2	3	0	0	
		Number of resin duct in leaf		3	3	1	1	1	1	9	1	1	1
Reproductive organ	Pollen	Diameter of pollen (μ)		19—28	28—34	33—41	27—32	29—31	24—32	33—38	34—40	30—32	
		Papilla		+	+		+	+	+	—	—	—	
		Branch of pollen tube			—		—	—	—	+	+		
	Female cone	Arrangement of female cone-scale		op	al	al	al	al	al	al	al	al	al
		Development type of cone-scale		<i>Sequoia</i> -type	<i>Sequoia</i> -type	<i>Sequoia</i> -type	<i>Taxodium</i> -type	<i>Taxodium</i> -type	<i>Cryptomeria</i> -type	<i>Sciadopitys</i> -type	<i>Cunninghamia</i> -type	<i>Cunninghamia</i> -type	<i>Cunninghamia</i> -type
		Arrangement of seed (on cone-axis)		right angle	right angle	right angle	parallel	parallel	oblique	oblique	oblique	parallel	right angle
		Form of seed-wing		both side	both side	both side	indistinct	underside	indistinct	both side	both side	both side	both side
	Em-bryo	Rosette cell			—		+		—	+	+	+	
Leaf contents	Kind of leaf wax			non-estolide	estolide	estolide	non-estolide	non-estolide	estolide	non-estolide	estolide	estolide	
	Kind of sugar (in winter)			F, G, S	F, G, S, R	F, G, S, R	F, G, S	F, G, S	F, G, S, R	F, G, S, R, St	F, G, S, R	F, G, S, R	
	Kind of flavonoid			H	H, K		H	H	K, Sc	Sc	H, K, So		
	Kind of anthocyanidin			(C), D	C<D	C<D	C, D	C>D	C	C>D	C	(C)	
	Kind of carotenoid (in green leaf)			Ca, V, L	Ca, V, L	Ca, V, L	Ca, V, L	Ca, V, L	Ca, V, L	Ca, V, L	Ca, V, L	Ca, V, L	
Grafting to <i>Metasequoia</i>	Rate (%)			94	60—70	75—80	60—70	60—70	50—60				

op: opposite; al: alternate; F: fructose; G: glucose; S: saccharose; R: raffinose; St: stachyose; H: hinokiflavone; K: kayaflavone; Sc: sciadopitysin; So: sotetsuflavone; C: cyanidin; D: delphinidin; Ca: carotene; V: violaxanthin; L: lutein; (): trace.

イアオスギ, イヌスギ, ヌマスギに近いことを示しているが, そのうち1—2年後の發育をみると Seq/Met, Met/Met, Seqd/Met, Crypt/Met の發育のよいのに対して Tax/Met, Glypt/Met は枯死するものが多い。これは篩部のゆ合の不完全なことに原因することを同氏は P³² を用いて証明している。このつぎ木の実験からすれば, メタセコイアはヌマスギ, イヌスギよりもいっそうセコイアメスギやセコイアオスギに近い関係にある。

メタセコイアの位置

I. メタセコイアの類縁関係

今まで吟味してきたスギ科に属する各属の諸特性を一覧表にしてみると Table 1 のようで, これにもとづいて各属を比較すると, Stebbins¹⁰⁾ がえた結果と同様にメタセコイアはセコイアメスギに最も類似し, ついでヌマスギに近いことが明らかである。

II. スギ科の分類

最初短根の原生木部の数によって次の3群に分けたが³⁾, この分類はさらに材の仮道管の形態からみた分類とも一致した⁵⁾。

第1群……コウヤマキ, コウヨウザン, タイワン
スギ

第2群……ヌマスギ, イヌスギ, セコイアメ
スギ, セコイアオスギ, メタセコイア

第3群……スギ

その後, 球果の発達過程^{16,17)}, 葉に含まれているアントチアニジンの種類³⁰⁾などからみて上の分類をさらに下記のように小さく分けた。

第1群……コウヤマキ

第2群……コウヨウザン, タイワン
スギ, アトロタキシス

第3群……ヌマスギ, イヌスギ

第4群……セコイアメスギ, セコイア
オスギ, メタセコイア

第5群……スギ

この分類をさらに Table 1 にあげたような諸種
の特性について考えると, コウヤマキ, スギをそれぞれ一群とすることはよいが, 第2群, 第3群, 第4群については検討しなければならない。すなわち, 第4群のメタセコイアは前述のようにスギ科中では, いずれの属よりも第4群に属しているセコイアメスギに近いが, 同一群のセコイアオスギよりはむ

しろ第3群のヌマスギに近い特性を多くもっているし, メタセコイアのヌマスギおよびイヌスギとの違いは第2群に属するコウヨウザンとタイワン
スギとの間の差はほとんどなく, 後の2者を1つの群に包含するなら前の第3群, 第4群に属するおのおのも一括して1つの群にした方が妥当のように思われる。

また, Engler³⁴⁾ の 1954 年版の分類書によれば, スギ科を次の7類に分けている。

Sciadopityeae ……コウヤマキ

Cunninghamieae ……コウヨウザン

Athrotaxeae ……アトロタキシス, タイ
ワン
スギ

Taxodieae ……ヌマスギ, イヌスギ

Sequoieae ……セコイアメスギ, セ
コイ
ア
オスギ

Metasequoieae ……メタセコイア

Cryptomerieae ……スギ

この分類中 Sciadopityeae は前記の第1群に, Cryptomerieae は第5群に相当し, これをそれぞれ別にすることに異論はないが, セコイアメスギとメタセコイアとヌマスギの間のへだたりは前2者がスギ科の他の属とへだたっているほどの差もないからそれぞれ別の群にするよりも一括して群とし, また, Athrotaxeae に属するタイワン
スギと Cunninghamieae のコウヨウザンとの差は, アトロタキシスとタイワン
スギの差とそれほど違うようにも思われないので, これも一括して1つの群とし, 各群は Engler の分類書³⁴⁾ のように類とするよりも早田¹⁾ のように亜科にした方がよいように思われる。

以上述べてきた特性およびそれからえられた分類は現存のメタセコイアについてであるが, この植物は過去において北極圏内および北半球に広く分布しているもので, 日本においても各地からその遺体が発見されている³⁵⁻³⁷⁾。

そしてこのメタセコイア属は三木により遺体として出てきた球果および枝についての研究³⁸⁾から新属として設けられたものである。その後さらに三木および引田の遺体の気孔についての研究³⁹⁾から過去のメタセコイア属は少なくとも2種に分けられ, そのうち1種は現存のものと気孔の大きさ, その他が酷似していることから, 同一種でないかと思われる。したがって, 過去のメタセコイアについて現存のも

のと同じ分類学的位置を与えてもさしさわりはないものとする。

結 論

今回、メタセコイアの諸種の特性をスギ科の他の属のそれと比較し、その結果、Stebbins および三木がえた結果と同じく、メタセコイアはセコイアメスギに最も近いことが確認された。そしてそのスギ科での位置を決定するため、スギ科をその特性の類似の程度によって分けると、次の4群に分けるのが妥当であるとの結論をえた。

第1群……コウヤマキ

第2群……コウヨウザン, タイワンスギ, アトロタキンス

第3群……セコイアメスギ, メタセコイア, セコイアオスギ, ヌマスギ, イヌスギ

第4群……スギ

この各群を科にするか、亜科にするか、または類

にするかについては Hu と Cheng が主張するようにメタセコイアを1科 Metasequoiaceae にするほど、他とへだたった特性もなく、さらにメタセコイアを含む第3群を科にするほどの大きな特徴も持っていない。したがって上記の各群はおおのこウヤマキ亜科, コウヨウザン亜科, ヌマスギ亜科およびスギ亜科とするのが妥当と思われる。

本研究を行なうにあたり終始ご懇切なご指導ならびに適切なご助言を賜った大阪市立大学理学部三木茂博士および京都大学農学部今村駿一郎博士に心からの感謝を捧げるとともに、貴重な材料を提供してくださった大阪市立大学理学部高田英夫博士および粉川昭平博士, 材料採集にあたって種々便宜をお計りくださった大阪市立大学理学部附属私市植物園の諸氏, 京都大学農学部演習林の吉川勝好氏, ならびに終始いろいろとご配慮いただいた当教室の大浦五郎兵衛教授, 井田和子助手に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 早田文蔵, 植物分類学 第1巻 裸子植物篇 (1933).
- 2) Linsbauer, K., Handbuch der Pflanzenanatomie Band VIII. Der primäre Bau der Gymnospermenwurzel (1941).
- 3) 肥田美知子, 植雑 65: 280 (1952).
- 4) Noelle, W., Bot. Ztg. 68: 169 (1910).
- 5) 肥田美知子, 植雑 66: 239 (1953).
- 6) Ueno, J., J. Inst. Poly. Osaka City Univ. D2: 22 (1951).
- 7) Greguss, P., Identification of Living Gymnosperms on the Basis of Xylotomy, Hungary (1955).
- 8) 肥田美知子, 植雑 74: 514 (1961).
- 9) 引田 茂, 生物研究 5: 4 (1952).
- 10) Stebbins, G. L., Science 108: 95 (1948).
- 11) Florin, R., I. K. Svenska Vetenskapsakad. Handl. 3: 10 (1931).
- 12) Ziegenspeck, H., Bot. Archiv 26: 257 (1929).
- 13) 引田 茂, 第20回日本植物学会大会講演要旨 (1929).
- 14) Wodehouse, R. P., Pollen Grains, McGraw-Hill (1935).
- 15) Kaeiser, M., Trans. Illinois State Acad. Sci. 32: 91 (1939).
- 16) 肥田美知子, 植雑 70: 44 (1957).
- 17) —, 植雑 74: 449 (1961).
- 18) Sterling, C., Amer. J. Bot. 36: 461 (1949).
- 19) Hu, H. H., and Cheng, W. C., Bull. Fan. Mem. Inst. Biol. n. s. 1: 153 (1948).
- 20) Sugihara, Y., Tohoku Imp. Univ. 16: 187 (1941).
- 21) —, Tohoku Imp. Univ. 16: 291 (1941).
- 22) 刈米達夫, 刈米教授退官記念論文集, 刈米停年記念事業会 (1956).
- 23) —, 松柏類および近縁植物成分の研究 第1集 (1959).
- 24) —, 同上 第2集 (1960).
- 25) —, 同上 第3集 (1961).
- 26) 肥田美知子, 小野佐恵子, 原田恵美子, 植雑 75: 153 (1962).
- 27) Parker, J., Forest Sci. 5: 59 (1959).
- 28) —, Bot. Gaz. 121: 46 (1959).
- 29) 刈米達夫, 高橋三雄, 磯井広一郎, 吉倉正博, 薬学雑誌 78: 801 (1958).
- 30) 肥田美知子, 植雑 71: 425 (1958).
- 31) —, 井田和子, 植雑 74: 369 (1961).
- 32) 吉川勝好, 日本植物園協会々報 昭和 32 年度: 17 (1958).
- 33) —, 稻森幸雄, 上田弘一郎, 第70回日本林学会大会講演集 (1960).
- 34) Pilger, R., and Melchior, H., Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien I 3332 (1954).
- 35) 三木 茂, 最近の生物学 第1巻 300 (1950).
- 36) —, メタセコイア—生ける化石植物—日本鉱物趣味の会 (1953).
- 37) —, J. Inst. Poly. Osaka City Univ. D 9: 125 (1958).
- 38) —, Jap. J. Bot. 11: 237 (1941).
- 39) Miki, S., and Hikita, S., Science 113: 3 (1951).

Summary

In this paper the author attempts to explain the systematic position of *Metasequoia* from the standpoint of its morphological characters in addition to the chemical contents of the leaves.

Many of its characters are shown in Table 1. *Metasequoia* sheds its leaves in autumn like *Taxodium* and *Glyptostrobus* which belong to Taxodiaceae. However, in many other morphological characters, *Metasequoia* resembles *Sequoia* more closely than the other members of Taxodiaceae. The results of grafting are consistent with these results (Table 1).

Various constituents of the leaves are affected by the physiological or ecological conditions, but others such as the anthocyanidin and flavonoid show a relationship to genera. In these characters *Metasequoia* also resembles *Sequoia* more closely than the other members of Taxodiaceae.

On the results of investigations of various characters the author divided Taxodiaceae into 4 groups as follows:

- 1st group*Sciadopitys*
- 2nd group*Cunninghamia*, *Taiwania*, *Athrotaxis*
- 3rd group*Sequoia*, *Sequoiadendron*, *Metasequoia*, *Taxodium*, *Glyptostrobus*
- 4th group*Cryptomeria*

According to the Pilger and Melchior's classification in 'Syllabus der Pflanzenfamilien' (1954), Taxodiaceae are divided into following 7 tribes:

- Sequoieae*Sequoia*, *Sequoiadendron*
- Metasequoieae*Metasequoia*
- Taxodieae*Taxodium*, *Glyptostrobus*
- Cryptomerieae*Cryptomeria*
- Cunninghamieae.....*Cunninghamia*
- Sciadopityeae*Sciadopitys*
- Athrotaxeae.....*Athrotaxis*, *Taiwania*

In this classification it is agreed by the author to establish Cryptomerieae and Sciadopityeae. However, there are various difficulties in the separation of *Metasequoia* from *Sequoia* and *Taxodium*. The differences between *Metasequoia* and *Sequoia* or *Taxodium* are less than those between *Sciadopitys* or *Cryptomeria* and the remaining members of Taxodiaceae. It may be, therefore, better to include Metasequoieae, Sequoieae and Taxodieae in one subfamily. In Pilger and Melchior's classification *Cunninghamia* belongs to Cunninghamieae, and *Athrotaxis* and *Taiwania* belong to Athrotaxeae. But these three genera have so many characters in common that, in the author's view, it is not suitable to separate *Cunninghamia* from *Athrotaxis* and *Taiwania* as an independent subfamily.

In the author's new classification the above stated 4 groups represent 4 subfamilies belonging to Taxodiaceae: Sciadopityoideae, Cunninghamioideae, Taxodioideae and Cryptomerioideae. *Metasequoia* is included in the subfamily 'Taxodioideae' along with the genera *Sequoia*, *Sequoiadendron*, *Glyptostrobus* and *Taxodium*.