

佐橋紀男\*: シダ類の未熟4集粒における正方形4集粒から  
六面形4集粒への移行

Norio SAHASHI\*: Transition from tetragonal tetrad to  
hexahedral one in the young tetrads of some ferns

(Plate I)

シダ類の未熟胞子嚢内で、胞子母細胞が4集粒(4分子) tetrad になる時期に観察すると完熟胞子が四面体の場合は四面形4集粒 tetrahedral tetrad が見られ、両面体の場合は正方形4集粒 tetragonal tetrad と六面形4集粒 hexahedral tetrad の両方の型が混在して見られるのが普通である。これまで同一種内に何故正方形4集粒と六面形4集粒が混在して見られるのか、また両者の関連性などについて詳細な追求はされていないように思う。

Erdtman (1954)<sup>1)</sup> はモミ属 *Abies* の花粉で正方形4集粒と六面形4集粒の中間型、つまり移行形4集粒が見られることを報告しているが、筆者は両面体胞子を有するシダ類の中から同一種内でこれら両型の4集粒を有するシダ類の未熟4集粒を詳細に観察した結果、多くの種で移行形4集粒の見られることがわかった。今回はこれらの移行形集粒を形成している4個の胞子の重なり方などを観察検討した結果、図2のような正方形4集粒から六面形4集粒への一連の移行形列を得ることができたので報告する。

**材料と方法:** 観察に使用した材料はすべて生の為、未熟4集粒の好時期の材料を一度に多く得るのが困難なので大部分の材料は栽培して使用した。また観察を容易にする為、未熟胞子嚢が比較的大きく、たやすく未熟4集粒を取りだせるものを多く選んだ。表1には未熟4集粒が比較的多く観察できたものを記載した。方法は筆者(本誌46: 76, 1971)の報告と同様である。

**観察結果:** ノキンノブは表1のように正方形4集粒も六面形4集粒も比較的多く見られるので、詳細に観察していると、図1のようにいろいろな発育段階のものや、型の違った4集粒を見ることができる。図1; (1, 5) は正方形4集粒の表面像 surface view であり、(2, 8) は側面像 lateral view である。これらの図から正方形4集粒はこれを形成している4個の胞子が中心で接しており、さらに同一平面上にあることがわかる。一方(4, 6) は六面形4集粒の表面像であり、(3, 7) は側面像である。これ

\* 東邦大学薬学部. Pharmaceutical Department, Toho University; Funabashi, Chiba Pref.

表 1. 移行形 4 集粒の出現するシダの種類

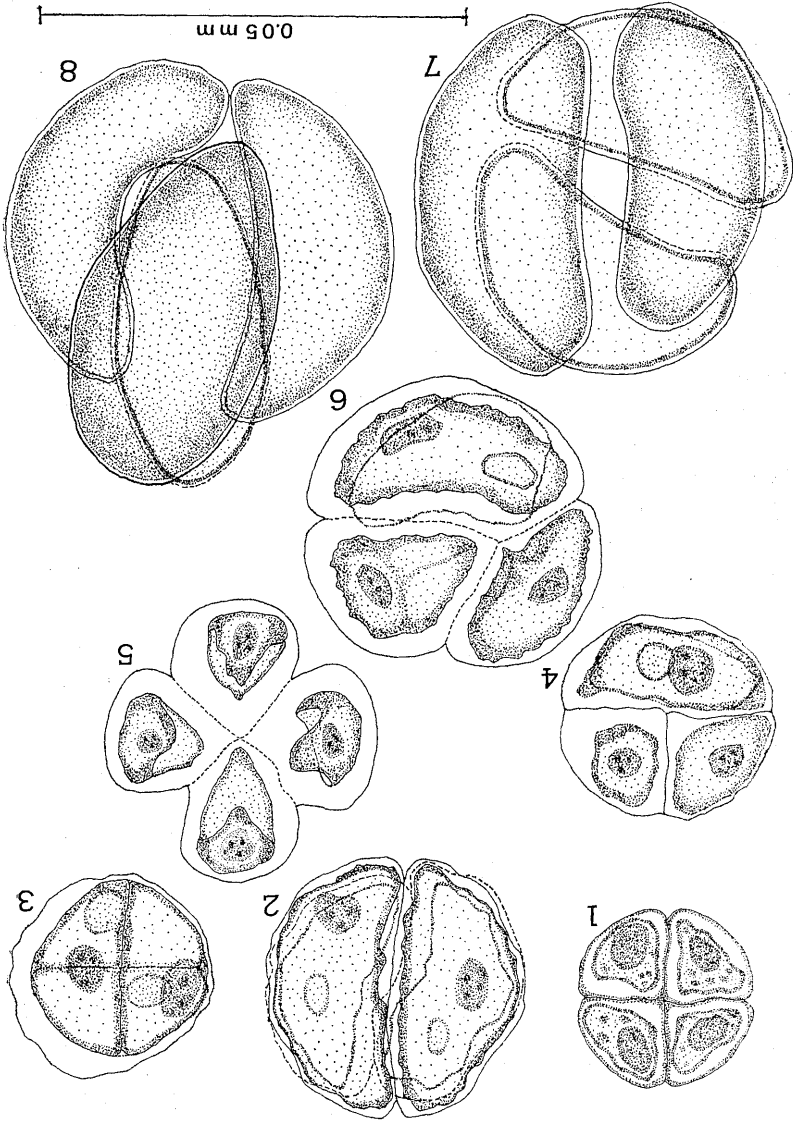
種 類	産 地	4 集粒 検査数	正方形 4 集粒 (%)	移行形 4 集粒 (%)	六面形 4 集粒 (%)
マツバラシダ <i>Psilotum nudum</i>	鹿児島県屋久島 →△習志野	900	100	0	0
ミズニラ (小胞子) <i>Isoetes japonica</i>	千葉県椎崎 →△習志野	500	0	0	100
ホラシノブ <i>Sphenomeris chusana</i>	千葉県大網	200	65	5	30
ユノミネシダ <i>Histiopteris incisa</i>	和歌山県那智山	270	25	15	60
タマシダ <i>Nephrolepis auriculata</i>	△習志野	270	20	25	55
コウヤワラビ <i>Onclea sensibilis</i> var. <i>interrupta</i>	千葉県土気 →△習志野	500	35	15	50
ジュウモンジンダ <i>Polystichum tripterum</i>	千葉県千倉	1000	40	10	50
ヤブソテツ <i>Cyrtomium fortunei</i>	△習志野	300	50	15	35
ミドリカナワラビ <i>Polystichopsis nipponica</i>	静岡県西伊豆白 川	520	15	20	65
ヘツカシダ <i>Bolbitis subcordata</i>	鹿児島県屋久島 →△習志野	300	10	10	80
ベニシダ <i>Dryopteris erythrosora</i>	△習志野	250	50	15	35
オクマワラビ <i>D. uniformis</i>	△習志野	220	30	20	50
ヘラシダ <i>Diplazium subsiniatum</i>	静岡県伊豆連台 寺	270	30	20	50
コモチシダ <i>Woodwardia orientalis</i>	千葉県大網	600	35	15	50
ハチジョウウカグマ <i>W. orientalis</i> var. <i>formosana</i>	△千葉県椎崎	520	30	15	55
オオカグマ <i>W. japonica</i>	鹿児島県出水 →△習志野	250	40	20	40
ヌリトラノオ <i>Asplenium normale</i>	静岡県西伊豆白 川	340	10	20	70
イヌチャセンシダ <i>A. tripteropus</i>	岐阜県神崎 →△習志野	280	30	15	55
クルマシダ <i>A. wrightii</i>	静岡県西伊豆白 川	200	20	10	70

コタニワタリ <i>Phyllitis scolopendrium</i>	岐阜県神崎 →△習志野	320	30	15	55
クモノスシダ <i>Camptosorus sibiricus</i>	岐阜県神崎 →△習志野	240	15	20	65
ヒメノキシノブ <i>Lepisorus onoei</i>	岐阜県神崎 →△習志野	200	40	10	50
ノキシノブ <i>L. thunbergianus</i>	千葉県茂原	560	50	20	30
ピロウドシダ <i>Pyrrhosia linearifolia</i>	愛媛県松山 →△習志野	270	50	10	40
シシラン <i>Vittaria flexuosa</i>	三重県尾鷲 →△習志野	200	60	20	20

(注) △: 栽培 △習志野: 千葉県習志野で数年栽培したもの

らの図から六面形4集粒は上面と下面の2平面に2個ずつの胞子が1組となって存在し、十字状に重なっているのがわかる。このように正方形4集粒と六面形4集粒とでは、4集粒を形成する4個の胞子の重なり方も、4集粒の存在する平面の数も違っている。しかし多くの正方形4集粒や、六面形4集粒を形成する4個の胞子の重なり工合をよく観察するとノキシノブでも図1; (2,7)のように幾分ずれて胞子が重なっているのが見られる。このような4集粒を移行形4集粒とみなして、4個の胞子のずれ工合の程度によって、正方形4集粒に近いものから六面形4集粒に近いものまで、同一種内で連続して見られることを突止めた。Pl. Iはおもにミドリカナワラビとハチジョウカグマの未熟4集粒に見られる正方形4集粒から六面形4集粒への移行過程を示している。(1)は正方形4集粒の表面像であり、(14)は側面像である。(4,12)は正方形4集粒がわずかに移行を始めている段階である。(5,13)は正方形4集粒と六面形4集粒のほぼ中間あたりの移行形4集粒を側面から見ており、(2,9)は表面像を示している。(6,11)はほぼ六面形4集粒に近い側面像である。(7)は、ほぼ六面形4集粒で側面像を示しており(3,8)は表面像である。(10)は六面形4集粒の表面像を少し斜から見ているが、よく4個の胞子の重なり工合がわかると思う。以上の観察結果をもとにして図2のような一連の移行系列を得ることができた。すなわち図2; Aの表面像では、この模式図を地球と考えるとA-1は北半球にある2個の胞子と南半球にある2個の胞子は明らかに同一平面上にあるが、A-2, A-3と移行が進むにつれて北半球の2個の胞子だけが、球の中心を軸にして回転を始める。そして丁度90°回転したときに六面形4集粒となる。つまり北半球と南半球では胞子の割れ方が直角になっているわけである。図2; BはAの側面像を示している。実線が北半球の2個の胞子を、点線が南半球の2個の胞子をあらわしている。B-2, B-3と移行が進むにつれて球の中心を軸にして回転を始める。北半球の2個の胞子と南半球の2個の胞子のずれがよく

図 1. ノキソノゾ *Lepisorus thumbergianus* の胞子の未熟 4 瘰粒に見られる諸形態。説明は本文中。



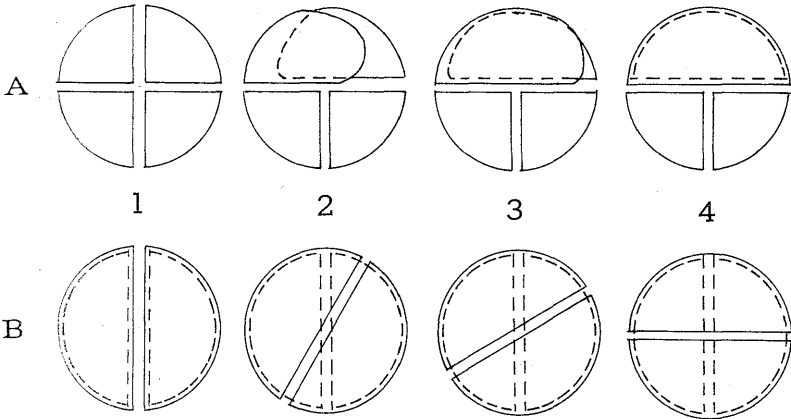


図 2. 予想できる正方形 4 集粒から六面形 4 集粒への一連の移行模式図. 説明は本文中.

わかると思う。そして丁度 90° 回転すると両半球の 2 個ずつの胞子が十字状に重なって、六面形 4 集粒となる。

**考察：**これまでの観察結果では、正方形 4 集粒から六面形 4 集粒への移行過程をほぼ追求できたが、正方形 4 集粒を形成する胞子母細胞の分裂機構と六面形 4 集粒を形成する胞子母細胞の分裂機構のどのような変化が移行形 4 集粒を形成するのか現在検討中である。しかし伊藤 (1970)<sup>3)</sup> が述べているように、母細胞の細胞質の多少が分裂機構に少なからず影響を与えている可能性があると思う。この証明のひとつとして表 1 の観察結果から次のようなことが言えると思う。すなわち、完熟胞子の長い方の直径の大きさが 50~70 μ のもの、例えばマツバラシダ、ホラシノブ、ノキシノブ、シシランなどでは明らかに正方形 4 集粒が多く見られ、直径が 20~35 μ のもの、例えばミズニラの小胞子、タマシダ、ミドリカナワラビ、ヘツカシダ、ヌリトラノオ、クルマシダなどでは六面形 4 集粒が多く見られる事、そして両者の中間の大きさのもの、例えばジュウモンジシダ、ペニシダ、ヘラシダ、オオカグマなどは両方の 4 集粒が多少の差はあるけれども、ほぼ同じように混在して見られることである。さらに観察がまだ不十分ではあるが、完熟胞子の大きな種類の未熟 4 集粒や、母細胞は例外はあるけれども、完熟胞子の小さな種類の未熟 4 集粒や、母細胞より、平均して大きいことも突止めている。筆者 (1971)<sup>2)</sup> は先に四面形 4 集粒から正方形 4 集粒への移行が、イノモトウ属の未熟胞子で見られることを述べた。その後の観察でほかのシダ類にも同じような移行型を見ているが、完熟胞子が極端に大きなミズニラの大胞子や、イワヒバ科の大胞子、さらに原始的なシダ類とされているヒカゲノカズラ科、ハナワラビ

科, ゼンマイ科などには移行形 4 集粒がごく稀にしか見られないこともわかってきた。このようなことから, 伊藤 (1970)<sup>8)</sup> が孢子の体積を測定した結果から「シダの進化の方向として孢子の小形化ということを考えることはできないか」と述べているが, 筆者も六面形 4 集粒を有するシダ類が比較的高等なシダ類に多く見られることから, この仮説を多少とも肯定できるものと思う。終りにこの研究を進めるにあたり有益な助言を与えて下さいました東京教育大学理学部植物学教室の伊藤洋教授を始め, 同教室の方々, また材料の同定や, 文献など, 種々御指導を仰いだ久内清孝名誉教授, 幾瀬マサ教授に深く感謝いたします。

### 文 献

- 1) Erdtman, G.: An Introduction to Pollen Analysis, 43-54, 1954. 2) 佐橋紀男: イノモトソウ属の未熟孢子に見られる四面体型から両面体型への移行, 植研 46: 76-81, 1971. 3) 伊藤 洋: ウラボシ科 (広義の) における両面体と四面体の孢子の体積の比較, 植研 45: 321-324, 1970.

### Summary

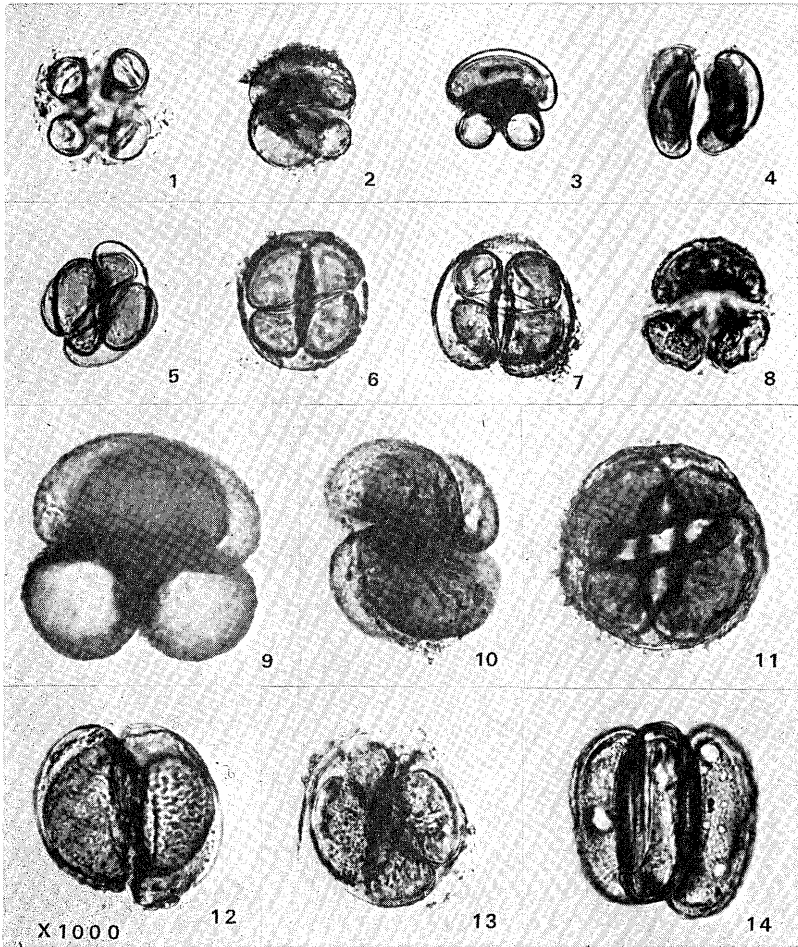
It has been known in the ferns that the spores of some species have both tetragonal tetrads and hexahedral ones in the young tetrads. Table 1 shows a list of those species studied by the author. In it the columns are as follows (from left to right): plant names, localities where the materials were collected, tetrad numbers examined, % of tetragonal forms, and % of hexahedral tetrads. Fig. 1 shows some growing tetrads of *Lepisorus thunbergianus* among which models of tetragonal tetrad are 1, 5, 8, and 2, 7 are models of transitional form, and 3, 4, 6 are models of hexahedral tetrad. Fig. 2 explains a possible course of transition from a tetragonal tetrad (1) to a hexahedral tetrad (4) through two phases (2-3). A: surface view, B: lateral view

### Explanation of Plate I

Transitional forms from tetragonal tetrads to hexahedral tetrads. (2-7)

*Polystichopsis nipponica*; (8) *Lepisorus thunbergianus*; (9, 10, 12, 13) *Woodwardia orientalis* var. *formosana*; (11) *Woodwardia orientalis*; (14) *Psilotum nudum*.

A) tetragonal tetrad; (1) surface view; (10) inclined surface view; (14) lateral view: B) various phases of transitional forms; (2, 9) surface view; (4, 5, 6, 11, 12, 13) lateral view: C) hexahedral tetrad; (3, 8) surface view; (7) lateral view.



Norio SAHASHI: Transition from tetragonal tetrad to hexahedral one in the young tetrads of some ferns