色素体の行動と分配

湯 浅 明*

Akira YUASA*: The Behaviour and Distribution of Plastids
during the Life-cycle of Plants.

Received July 16, 1968

Abstract

The behavior of plastids during the life-cycle of plant has some regularities.

1) The increase and decrease of the number of plastids shows some regularities during oogenesis, spermatogenesis, sporogenesis or spore germination. In some cases many plastids decrease in number and only one plastid remains in the definite cell and in other cases, vice versa.

2) When the cell divides which has only one plastid and a nucleus, the plastid divides at first and then the nucleus divides. So the resulted daughter cells contain one nucleus and one plastid respectively. The plastid always precede the nuclear division.

3) When the spore-mother cell completes reduction division, which has only one plastid and nucleus, the plastid divides at first into four and then the nucleus completes the reduction division. So the resulted four spores contain one plastid and one nucleus respectively.

4) The plastids in fertilized egg-cell, which are derived from the egg-cell and the spermatozoid or sperm-cell, fuse each other in some species and remain separately in other species.

5) During the fertilization, the spermatozoid brings its own plastid (plastids) into the egg-cell in some species and do not bring in the other species.

Besides these regularities, the plastids contain DNA in some plants (Ris and Plaut, 1958; Iwamura, 1962; Ishida, 1964; Bisulputra and Bisulputra, 1967; Woodcock and Fernández-Morán, 1968) and the plastid increases its number by division. Therefore, the plastid is thought to be self-replicating system and its behavior is supposed to be independent from the nuclear action. The independence of the behavior of plastid from the nucleus, to some extent, has already been advocated by Yuasa (1952), Yoshida (1953) and Ueda (1949, 1949).

The division of plastid has already been found, and confirmed by Strasburger (1880), Haberlandt (1882, 1888), Nägeli (1863), Sachs (1875), Schmitz (1882), Němč (1910), Scherrer (1914), Carter (1919, 1921) Kiyohara (1926), Ma (1928), Senjaninova (1928), Stone (1932), Reinhard (1933), and Kusunoki and Kawasaki (1936), Yuasa (1945, 1947, 1950) has also observed the regularities of the division of plastid in *Selaginella uncinata*.

The distribution of plastids into cells during the life-cycle of plant is thought to show some regularities, considered from the above-mentioned facts, but the detailed features of these regularities should be left for a future research.

* 日本女子大学生物学教室 Dept. of Biol., Jap. Women's Univ.

Correns (1909)¹⁾ は *Mirabilis* において、受精の際に色素体(plastid)が花粉から卵細胞中に、もちこまれないことを遺伝学的に証明し、Baur(1909)²⁾ は *Pelargonium* において、花粉から色素体が卵細胞中に入ることを遺伝学的に証明した。一方、色素体については、それがミトコンドリアと相同であるという考え方と、ミトコンドリアとは全く独立して、色素体は分裂によってふえるという考え方とがあり、ながく議論を戦わせた。前者は、Lewitzky (1910, 1925)³⁾⁴⁾, Emberger (1920, 1927)⁵⁾⁶⁾, Zirkle (1929)⁷⁾, などによって主張され、後者は Dangeard (1919)⁸⁾, Scherrer (1914)⁹⁾, Sapěhin (1915)¹⁰⁾, Bowen (1927)¹¹⁾, Anderson (1935)¹²⁾ などによって主張された。しかし、色素体の分裂は Strasburger (1880)¹³⁾, Scherrer (1914)¹⁴⁾, Heitz (1922, 1925)¹⁵⁾¹⁶⁾ などの研究の後、1926年に清原⁵⁸⁾ は *Hydrilla verticillata* において、色素体分裂を観察し、つづいて Ma (1928)¹⁷⁾, Senjaninova (1928)¹⁸⁾, Stone (1932)¹⁹⁾, Reinhard (1933)²⁰⁾, 楠, 川崎 (1936)²¹⁾ などによって確認された。

最近の電子顕微鏡的研究によって、色素体とミトコンドリアの構造のちがいが明らかとなったので、両者は、たがいに独立した構造であると考える人々が多いが、ときに両者の中間形が現れて決定を困難にすることもある。色素体にRNAのあることはよく知られていたが、DNAをもつことも Wettstein (1956)²²⁾, Ris および Plaut (1962)²³⁾, 岩村 (1962)²⁴⁾, 石田 (1964)²⁵⁾, Bisulputra および Bisulputra (1967)²⁶⁾, Woodcock および Fernández-Morán (1968)²⁷⁾ などによって証明され、色素体がDNAをもつ自己増殖系であることがよくわかり、独立した細胞中の organelle と考えられるようになった。光線の中で光合成をおこない cytochrome をふくみ、光線の中でATPを合成する点でも、色素体は、ミトコンドリアとはちがう。

色素体が独立した organelle とすれば、有性生殖をする植物では、受精して生じた受精卵において、色素体が卵細胞だけに由来するか、花粉または精子からも由来するか、受精卵の細胞分裂において色素体はいかように行動するかという重要な問題を明かにする必要がある。

著者は、すでに (1961)²⁸⁾ 受精時または接合時における色素体の子孫への移行に関して報告したが、

追加したり、訂正を要する点もあるので、本報告では、植物の代表的な群の 2, 3 の例をとりあげて受精時における色素体の行動を追跡し、さらにその植物の生活史中における細胞への色素体の分配について報告した。

材料および方法

色素体をもつ植物の各門について、1～数個の植物を材料とした。生体観察法および固定染色法を用いたが、固定の際には、5% 昇汞水溶液、ピクリン酸アルコール飽和溶液、Schaudin 液、Carnoy 液、Champy 液などを用いた。また Nigrosin, Janus-green B などの種々の濃度のものでも生体染色する方法もよく、Kolatchev (1961), Hirshler (1915), Weigl (1910) のパラフィン法をも併用した。核染色色素(サフラニン、ダーリア、ゲンヂアナ紫、アニリン青など)によって色素体は、そのまま、核より淡く染まるので、これらの色素も用いられた。

観 察 結 果

つぎに植物の各門中の代表的なもの(色素体をもつ植物)について、その生活史中の色素体の行動と細胞への分配について示す。

なお、図の説明は、本文を参照することとし、ここに用いられた略字をつぎにあげる。

C=conjugation

CCS=conchocelis stage

CD=cell division

CS=carpospore

E=egg-cell

F=fertilization

FE=fertilized egg-cell

G=gamete

GA=gametophyte

GF=gamete formation

MAC=male cell

MC=macrospore

MIC=microspore

MISMC=microspore-mother-cell

MS=monospore

MSMC=macrospore-mother-cell

ND=nuclear division
 NF=nuclear fusion
 OG=oogenesis
 PD=plastid division
 PF=plastid fusion
 RD=reduction division
 S=spore
 SG=spore-germination
 SMC=spore-mother-cell
 SP=spermatozoid
 SPC=sporogeneous cell
 SPG=spermatogenesis
 ST=spermatium
 VC=vegetative cell

Z=zoospore

ZF=zoospore-formation

1) **Flagellatae: *Euglena* sp.** では、1 個体中に多くの粒状の色素体をもっているが、細胞の分裂とともに、両細胞に分配され、その後、その数は分配によってふえる (図 1)。この際、分配の規則性は明かでない。

2) **Bacillariophyta: *Navicularia* sp, *Pinnularia* sp.** では、栄養細胞は大形不規則の 1 色素体をもっているが、細胞分裂に際し、まず色素体が二分して後、核は核分裂して二つとなり、生じた 2 娘細胞は、ふたたび 1 色素体、1 核をもつ。

2 細胞が接合するときは、各細胞中で、減数分裂をへて 4 核となり、ここに観察された場合には、各

図 1. Flagellatae (*Euglena*) の生活史と色素体. 栄養体細胞の細胞分裂.
 黒い小粒は核, 白い小核は色素体を示す. (湯浅)

図 2. Bacillariophyta の生活史と色素体. 上段は栄養体細胞の二分, 下段は 2 細胞が接合して、増大胞子をつくって発芽する過程. (湯浅)

細胞に2核のみのこり、色素体は2分し、2核とそれに付属する2色素体となる。接合した細胞では、2色素体、2核はそれぞれ合体し、1色素体、1核の2細胞となり、胞子となる。この胞子の発芽によって、1色素体、1核の栄養細胞ができる(図2)

3) **Conjugatae: *Spirogyra* sp.** では、接合の際に、2本の糸が相接し、一方の内容は色素体、核とともに他方に入り、接合胞子となるが、この際、両細胞の核は合体し、色素体は両細胞由来のものが別々に存在して別々に変形合一し、1核と2色素体塊になる。発芽にあたって、減数分裂をへて4核となるが、3核は退化し、1核のみのこる。細胞分裂によって2娘細胞ができると、各細胞に核分裂による2娘核が一つずつ入り、色素体は、二つの塊りの一つが、どちらかの細胞に入る(図3)。したがっ

て、この際、先端および基端の娘細胞に入る色素体は、最初、接合した糸の、どちらの色素体に由来するかは不明である(参照、湯浅 1961²⁹⁾。

発芽によって生じた娘細胞の中、先端のものは1核、1色素体群であるが、やがて、この色素体群から、この種に特徴的な、数本のラセン帯ができる。

Spirogyra sp. では観察困難で、上述の事実が推定されたが、Tröndle (1911)³⁰⁾ は、接合2細胞中で、両細胞由来の色素体は合体するとしている(参照 Lloyd 1926, 1928)³¹⁾³²⁾。

4) **Chlorophyceae:** この門では *Chlamydomonas* sp. と *Ulva* sp. について生活史中の色素体の行動が追跡された。

Chlamydomonas では、Bold (1949)³³⁾ は、配偶子の接合中に色素体の合体をみており、Moewus

図3. Conjugatae (*Spirogyra*) の生活史と色素体. 2本の糸が接合して接合胞子をつくって発芽する過程。(湯浅)

(1940)³⁴⁾ は *Monstroma Wittrockii* の配偶子の接合に両細胞由来の色素体が独立して存在することをみた。

著者の観察によると、*Chlamydomonas* は、1色素体と1核をもち、栄養体細胞の分裂には、まず色素体が二分して後に核も二分し、各細胞は1核、1色素体の2娘細胞となる。栄養体細胞の配偶子形成には、核分裂ごとに色素体も二分し、しかも色素体分裂が核分裂に先行する。結局、4配偶子または、16配偶子はいずれも1色素体、1核をもっている。

配偶子は2個ずつ接合して、2核は合体し、2色素体も合体して、1色素体、1核の接合体となる。減数分裂においては、まず色素体が二分し、つづいて減数分裂で4核を生じ、1核、1色素体の游走子となる。各游走子は発芽して栄養細胞となり、1核、1色素体となる(図4)。

Ulva sp. の生活史では、栄養体細胞は、1核と不規則大形の1色素体をもっている。細胞分裂には、まず色素体二分して核も二分し、1核、1色素体の2細胞となる。配偶子形成に際しては、1細胞

図 4. Chlorophyceae (*Chlamydomonas*) の生活史と色素体. 栄養細胞が二分し, さらに増殖してから配偶子をつくり, 接合してから遊走子をつくって栄養細胞になる過程. (湯浅)

が細胞分裂をくり返し, 核分裂に先行して色素体分裂があり, 1 核, 1 色素体の細胞を多数につくるが, その形はしだいに小さくなり, 1 細胞は多数の小形小細胞となる. いずれも 1 核, 1 色素体をもち, 各

細胞は, 2 本の鞭毛をもった配偶子となって遊出す (参照: 篠遠, 湯浅 1934)³⁵⁾.

配偶子が接合すると, 色素体は合体し, 核も合体して, 1 核, 1 色素体の $2n$ の接合体となる. 発芽

図 5. Chlorophyceae (*Ulva*) の生活史と色素体. 栄養体細胞が二分し, さらにふえ, ある細胞中に配偶子をつくらせて接合, 栄養体となり, 遊走子をつくらせて発芽し, もと同じ栄養体となる. 遊走子をつくらせるとき減数分裂がおこなわれる. (湯浅)

に際しては、核分裂に先行して色素体が分裂し、つづいて核分裂によって、1核、1色素体の2娘細胞となり、 $2n$ の栄養体となるが、その中のある細胞の色素体が二分し、つづいて減数分裂第1分裂によって、1核、1色素体の2細胞となり、さらに第2分裂をおこなって1核、1色素体の4細胞となり、さらに細胞分裂をくり返して、1核、1色素体の多数の游走子となり、それぞれ4本の鞭毛をもつ。

游走子は静止して発芽し、一倍性の栄養体となる(図5)。

5) **Phaeophyceae***: *Sargassum* sp. では、栄養体細胞は多数の色素体(褐色体)をもっているが、卵母細胞は中央に、1核と、そのまわりに多くの色素体をもっている。中央の1核は、減数分裂によって4核となり、さらに1回の分裂によって8核となり、そのまま1個の卵細胞となる。卵細胞中の1核が受精すると、他の7核は消失する。

精母細胞は、中央の1核と、そのまわりの色素体があり、減数分裂により核は4核となり、さらにふつうの核分裂によって64個の精子核となって、それぞれ64個の精子となる。精子は1核をもち、種によって眼点が見える。なお、*Fucus* では、1個の色素体をもっている。

受精に際しては、卵細胞中に散在する8核中の1核が周辺部で精子の核と合体し、 $2n$ の受精卵となるが、その核は周辺部の色素体とともに中央部に移り、最初の核分裂をおこなう。胚発生のすすむとともに、卵細胞は大きさを増すことなく細胞数のみを増し、色素体も分裂をつづけるので、濃い褐色の胚の本体ができる。

したがって受精卵の色素体は、ほとんど卵細胞のもので、きわめて多数であり、さらに分裂して数を増す。精子の色素体は、*Sargassum* の場合では、受精卵には、ふくまれないものと思われる(図6)。

図6. Phaeophyceae (*Sargassum*) の生活史と色素体。精子と卵細胞は受精して発芽し、栄養体となる。栄養体は、卵細胞と精子をつくって受精する過程。

6) **Rhodophyceae**: *Porphyra tenera* の栄養体細胞は、不規則な大形1個の色素体(紅色体)をもっている。細胞分裂に先立って、まず色素体が二

分して後、核分裂がおこなわれ、1核、1色素体の2細胞となる。栄養体細胞のあるものは卵細胞となり、受精毛を突起のようにもっている。また、ある細胞は分裂をくり返して多細胞となるが、色素体分裂がつねに先行してから核分裂がおこる。各細胞は1核、1色素体で、やがて細胞は球形となり、それ

* Phaeophyceae については、岡山大学理学部、猪野俊平教授の御教示に負うところが多く、ここに記して感謝の意を表する。

それが雄性体である。雄性体は、1核、1色素体をもっている。

雄性体は水に流されて卵細胞の受精毛に達し、雄性体の色素体は卵細胞の色素体と合体し、雄性体と卵細胞の核も合体し、1核、1色素体の受精卵細胞となる。受精卵細胞は、まず色素体が二分し、つづいて核も二分して、1核、1色素体の2細胞となり、さらに細胞分裂をくり返すが、色素体分裂がつねに核分裂に先行する。

やがて8個の細胞となり、それぞれが果胞子になるが、1核と1色素体をもっている(図7)。

果胞子が発芽すると conchocelis 期をへて、単

胞子をつくり栄養体となるが、細胞はいずれも1核、1色素体である。

7) **Charophyta: Chara sp.** の卵細胞は、1核と数個の色素体をもっている。精子はラセン状に巻き、大部分は核で、核の尾部に細胞質部分があり、この中に1個の色素体をもっている(参照: 佐々木1935)²⁷⁾。卵細胞は1核と数個の色素体をもっている。精子と卵細胞は受精すると、両核は合体するが、精子の細胞質部分は、卵細胞中に入るかどうかは未決定である。受精卵細胞は多くの色素体をもっているが、発芽に際して減数分裂し4核をつくるが、3核は退化して、のこりの1核が核分裂して2

図7. Rhodophyceae (*Porphyra*) の生活史と色素体。栄養体細胞は二分してふえる。ある細胞は卵細胞となり、また、ある細胞は多くの精子体をつくって受精する。受精卵細胞は細胞分裂をおこなって8個の果胞子となる。(湯浅)

図8. Charophyta (*Chara*) の生活史と色素体。卵細胞と精子は受精して卵胞子となり、発芽して栄養体をつくる。発芽の際に減数分裂をおこなう。(湯浅)

娘核となり、1核づつをふくむ2娘細胞となる。この際、色素体は2娘細胞に任意にわけられる(図8)。

精子形成にあたって、精子が1色素体をふくむようになる過程は不明である(参照: 湯浅・大隅, 1960)³⁸⁾。精子が卵細胞中に色素体をもちこむか否かについて問題がある。

8) **Hepaticae: *Anthoceros laevis*** の卵細胞は1核と1色素体をもつ。受精に際して、精子の細胞質部分は卵細胞中に入るが、その色素体が受精卵細胞中で、退化するか、卵細胞の色素体と合体するかは不明である。受精卵細胞は細胞分裂して胞子体をつくるが、各細胞分裂ごとに、色素体分裂は、核分

裂に先行し、2色素体となってから核分裂して2核となり、1核、1色素体の細胞をつくり、しだいに細胞分裂をくり返して胞子母細胞をつくり、多数の胞子母細胞を胞子嚢中につくる。胞子母細胞は、1核、1色素体であるが、まず色素体が分裂して4つとなり、この4色素体の中央で減数分裂がおこなわれて4核となる。やがて、1核、1色素体をもつ4胞子ができる。胞子発芽によって、1核、1色素体の多数細胞からなる葉状体ができ、造卵器、造精器を生じてそれぞれ卵細胞、精子をつくる。(参照: 辰野, 1941)³⁹⁾(図9)。

精子は尾部の細胞質部分に、1個の色素体をもつ

図9. Hepaticae (*Anthoceros*) の生活史と色素体。卵細胞と精子が受精して、細胞分裂をくり返して多くの胞子母細胞をつくる。胞子母細胞は、減数分裂して胞子となり、発芽して栄養体(配偶体)となる。(湯浅)

ている(湯浅 1952)⁴⁰⁾。

胞子形成過程中的色素体の行動はすでに、Scherrer (1941)⁴¹⁾ によって一部観察された。

Marchantia polymorpha, *Dumortiera hirsuta* では、精子は尾部の細胞質中に1色素体をもっている(湯浅 1954)⁴²⁾。卵細胞は1核と1色素体である。精子は色素体を卵細胞中にもちこみ、受精卵細胞中で雌雄由来の色素体は分裂して増加し、胞子体組織の細胞は1核、多色素体である。この組織から

多くの胞子母細胞がつくられるが、胞子母細胞のできるまでの分裂では、しだいに色素体は減じて、でき上がった胞子母細胞は1核、1色素体である。

胞子母細胞は、減数分裂するが、これに先立ってまず色素体は四分し、4色素体の中央で核は減数分裂して4核となりやがて1核、1色素体の4胞子をつくる。

胞子発芽すると、色素体は数を増し、葉状体細胞は1核、多色素体である。精子形成、卵細胞形成の

図 10. Hepaticae (*Marchantia*, *Dumortiera*) の生活史と色素体. 卵細胞と精子は受精して細胞分裂をくり返し, 多くの胞子母細胞をつくる. 胞子母細胞は減数分裂して 胞子をつくり, 発芽して栄養体 (配偶体) となる. (湯浅)

細胞分裂中に, しだいに色素体の数を減じ, 生じた精子や卵細胞は, それぞれ 1 色素体をふくんでいる. 胞子形成の際と精子, 卵細胞形成の際に 1 色素体となるが, この色素体が精子に由来したか, 卵細胞に由来したかは決定が困難である (図 10).

9) **Musci: *Sphagnum acutifolium*** は藓類でありながら, 生活史中の色素体の行動は, 苔類と同じ特殊のものである. すなわち, 卵細胞は 1 核, 1 色素体を持ち, 精子は尾部の細胞質中に 1 色素体をもっている. 精子は受精に色素体を卵細胞中にもちこむ. 受精卵は精子と卵細胞に由来する色素体を持ち, 胞子体組織は細胞中に多色素体をもっている. これから胞子母細胞ができる間に, 色素体はしだいに数を減じ胞子母細胞は 1 核, 1 色素体である.

減数分裂に色素体分裂は核分裂に先行して 4 色素体となってから, 核は減数分裂して 4 核となる. 生じた 4 細胞は 1 核, 1 色素体をふくんでいる. 胞子は 1 核, 1 色素体である. 胞子発芽して, 葉状体を生じると, 色素体の数は増し, 各細胞は 1 核, 多色素体をもつ. 栄養細胞は, 1 核, 多色素体であるが, 卵細胞形成, 精子形成中に色素体の数は減じて, 卵細胞, 精子は 1 色素体をもつ. ここにのこった色素体が精子に由来するか, 卵細胞に由来するかは問題である.

Catharinaea undulata, *Mnium punctatum* では, 卵細胞は 1 色素体を持ち, 精子は尾部の細胞質中に多くの色素体をもっている. 精子は遊泳中に細胞質を失い, それとともに色素体を失う. したがって, 受精卵は卵細胞由来の色素体のみである. 胞子体組織の細胞は, 多色素体であるが, 胞子母細胞をつくる間に色素体の数を減じ, 胞子母細胞は 1 核, 1 色素体である. 減数分裂には, 色素体分裂が先行して四分してから, 核の減数分裂があり, 1 核 1 色素体の胞子をつくる.

胞子発芽とともに色素体の数も増し, 葉状体の細胞は 1 核, 多色素体である. 卵細胞形成には, しだいに色素体の数を減じ, 精子形成には色素体の数を減じない (図 11).

藓類の胞子形成中の色素体の行動は, すでに, Sapěhin (1915)⁴⁴⁾ が部分的に述べているが, この部分に関しては, 著者の考えと一致する.

10) **Pteridophyta: *Selaginella* sp.** では卵細胞形成の間に色素体の数は減じて, 卵細胞は, 1 核 1 色素体である. 精子も尾部の細胞質中に 1 色素体をもつが, 遊泳中に細胞質とともに色素体を捨てる (湯浅, 1933)⁴³⁾. 受精卵細胞は 1 核, 1 色素体で, 発芽して栄養体となるが, 各細胞は 1 核, 多色素体である.

図 13. Pteridophyta (*Pteris*, *Athyrium*) の生活史と色素体. 卵細胞と精子は受精して細胞分裂をくり返して栄養体 (造胞体) となり, ある細胞は減数分裂して孢子となる. 孢子は発芽して栄養体 (配偶体) となり, 精子と卵細胞をつくる. (湯浅)

卵細胞は 1 核, 多色素体で, 精子は細胞質中に多色素体をもつが, 遊泳中に捨去る. 受精卵細胞は, 卵細胞に由来する多くの色素体をもっている. 栄養体は, 各細胞は 1 核, 多色素体である. 孢子母細胞も 1 核, 多色素体で, 減数分裂によって, 4 細胞を生ずると, 各細胞は 1 核, 多色素体である. 各細胞は孢子となり, 発芽して栄養体 (配偶体) (前葉体) となり, その細胞から精子と卵細胞をつくる (図 13).

Pteridophyta の孢子形成中の色素体の行動は, すでに Eymé (1954)⁴⁶⁾ が部分的に観察しているが, 明確な結論を出していない.

11) **Gymnospermae:** *Ginkgo biloba* では卵細胞は多色素体で, 精子は unknown body をもつが, これに付随して 1 色素体があるものと思われる. (湯浅 1950, 参照: 島村 1957)⁴⁶⁾⁴⁷⁾ 受精の際に, 細胞質は, 卵細胞質中に入り, 受精卵細胞は, 1 核と多色素体を持ち, 精子と卵細胞に由来する. したがって栄養体では, 多色素体である (図 14).

12) **Angiospermae:** 受精時の色素体の行動の追跡は, 困難であるが. 遺伝学的には, つぎのように推定されている.

Oenothera, *Pelargonium* では, 卵細胞は, 多

図 14. Gymnospermae (*Ginkgo biloba*) の生活史と色素体. 卵細胞と精子は受精し, 細胞分裂をくり返して栄養体となり, 減数分裂の後, 卵細胞と精子をつくる. (湯浅)

色素体、花粉は発芽すると精子細胞には多くの色素体をもっている。精子細胞は、細胞質および色素体を、卵細胞中にもちこむ。(参照: Baur 1909)⁴⁸⁾ (図 15)'

図 15. Angiospermae (*Oenothera*, *Pelargonium*) の生活史と色素体。花粉は発芽し、その雄性細胞の核と色素体は、卵細胞に入る (重複受精)。卵細胞は細胞分裂をくり返して、胚となり、発芽して栄養体となる。(湯浅)

Mirabilis では、精子細胞は、多色素体をもつが、受精時に卵細胞中に、細胞質、色素体をともなわないと考えられる。したがって、栄養体の細胞の色素体は、卵細胞に由来する (参照: Correns, 1903)⁴⁹⁾ (図 16)。

図 16. Angiospermae (*Mirabilis*) の生活史と色素体。雄性細胞の核のみ卵細胞に入り、色素体は入らない。(湯浅)

論議および結論

以上述べたように色素体の植物生活史中の行動には、相当の規則性がみられる。

1. 卵細胞形成、精子形成、孢子形成や孢子発芽などの際に、色素体数が多数から1個へ、または逆の変化を規則正しくおこなう。

2. 1細胞中に1核、1色素体のとき、体細胞分裂をおこなうには、まず色素体が先行して分裂してから、核分裂をおこなって、1核、1色素体の2娘細胞となる。

3. 1核、1色素体の孢子母細胞が減数分裂後に4孢子をつくるには、まず、色素体が四分してから、核が減数分裂し、1核、1色素体の4孢子をつくる。

4. 受精、または接合後の細胞中の色素体は、種によって雄性側のものと雌性側のものとが、合体することと、別々に存在してふえる場合とがある。

このような規則性のある上に、色素体にDNAのある場合が、Ris および Plaut (1958)⁵⁰⁾ その他によって報告され、色素体が分裂によってふえることもすでに確められているので、色素体は自己増殖系であり、その行動は核とは、ある程度、独立のものと思われる。色素体の行動が、ある程度、核と独立していることは、すでに湯浅 (1952)⁵¹⁾、吉田 (1959)⁵²⁾、植田 (1949, 1949)⁵³⁾⁵⁴⁾ などによって述べられている。

色素体が二分してふえることは、すでに、Strasburger (1880)⁵⁵⁾、Carter (1919, 1921)⁵⁶⁾⁵⁷⁾ などによっても観察されたが、清原 (1926)⁵⁸⁾、Ma (1928)⁵⁹⁾ などによっても確められ、湯浅 (1945, 1947, 1950) も、色素体分裂の規則性を観察した。

植物の生活史中において色素体の細胞への分配は、以上のことがらから、ある規則性にしたがっているものと一応、想像されるが、その規則性の詳細については、さらに検討を要する。

文 献

- 1) Correns, C., Zeit. ind. Abst. Vererb. 1: 291 (1900).
- 2) Baur, E., Zeit. f. Abst. u. Vererbgs. 1: 330 (1909).

- 3) Lewitzky, G. A., *Ber. Deut. bot. Ges.* **28**: 538 (1910).
- 4) ———, *Arch. Wiss. Bot.* **1**: 310 (1925).
- 5) Emberger, L., *C. R. Ac. Sci. Paris* **170**: 469 (1920).
- 6) ———, *Rev. gen. Bot.* **39**: 341 (1927).
- 7) Zirkle, C., *Protoplasma* **5**: 511 (1929).
- 8) Dangeard, P. A., *C. R. Ac. Sci. Paris* **169**: 1005 (1919).
- 9) Scherrer, A., *Flora* **107**: 1 (1914).
- 10) Sapëhin, R., *Arch. Zellf.* **13**: 319 (1915).
- 11) Bowen, R., *Biol. Bull.* **53**: 179 (1927).
- 12) Anderson, D. B., *Genetics* **20**: 70 (1935).
- 13) Strasburger, E., *Ueber Zellbildung und Zelltheilung*. 3te Aufl. (Jena, 1880).
- 14) Scherrer, A. Cf. 9)
- 15) Heitz, E., *Untersuchungen über die Teilung der Chloroplasten usw.* (Strasburg 1922).
- 16) ———, *Zeit. f. Zellf.* **2**: 29 (1925).
- 17) Ma, R. M., *Amer. Jour. Bot.* **15**: 277 (1928).
- 18) Senjaninova, M., *Zeit. Zellf. mikr. Anat.* **6**: 464, 493 (1927).
- 19) Stone, W. E., *Jour. Agr. Res.* **45**: 421 (1932).
- 20) Reinhard, H., *Protoplasma* **19**: 541 (1933).
- 21) Kusunoki, S., and Kawasaki, Y., *Cytologia* **7**: 530 (1936).
- 22) Wettstein, D. von, *The Brookhaven Sym. Biol.*, **11**: 138 (1958).
- 23) Ris, H. and Plaut, W., *J. Cell Biol.* **13**: 383 (1962).
- 24) Iwamura, T., *Protein, Nucleic acid and Enzyme* **7**: 428 (1962).
- 25) Ishida, M., *ib.* **9**: 901 (1964).
- 26) Bisulputra, T. and Bisulputra, A. A., *J. Cell Biol.* **33**: 511 (1967).
- 27) Woodcock, C. L. F. and Fernandez-Moran, H., *J. Mol. Biol.* **31**: 627 (1968).
- 28) Yuasa, A., *Sci. Pap., Coll. Gen. Educ., Univ. Tokyo* **11**: 93 (1961).
- 29) ———, *cf.* 28)
- 30) Tröndle, A., *Zeit. f. Bot.* **3**: 593 (1911).
- 31) Lloyd, F. E., *Trans. Roy. Can. Inst.* **15**: 151 (1926).
- 32) ———, *Protoplasma* **3**: 45 (1928).
- 33) Bold, H. C., *Bull. Torrey. Bot. Cl.* **76**: 101 (1949).
- 34) Moewus, F., *Biol. Centralbl.* **60**: 484 (1940).
- 35) Sinotô, Y. and Yuasa, A., *Bot. Mag (Tokyo)* **48**: 720 (1934).
- 36) Yuasa, A., *ib.* **48**: 928 (1934).
- 37) Sasaki, M., *Cytologia* **6**: 492 (1935).
- 38) Yuasa, A. and Osumi, M., *Jap. Womens Univ. Jour. (Home Econ. Dept.)* No. 7: 1 (1960).
- 39) Tatsuno, S., *Jour. Sci. Hiroshima Univ. ser. B, div. 2*, **4**: 73 (1941).
- 40) Yuasa, A., *Coord. Comm. Res. Gen. III*: 137 (1952).
- 41) Scherrer, A., *cf.* 9)
- 42) Yuasa, A., *Sci. Pap., Coll. Gen. Educ., Univ. Tokyo* **4**: 119 (1954).
- 43) ———, *Bot. Mag. (Tokyo)* **47**: 697 (1933).
- 44) Sapehin, R., *cf.* 10)
- 45) Eymé, J., *Extr. du Bot. ser.* **38**: 1 (1954).
- 46) Yuasa, A., *Misc. Rep. Res. Inst. Nat. Res. Nos.* **17**: 48 (1950).
- 47) Shimamura, T., *Cytologia (Fujii Jub. Vol.)*: 416 (1957).
- 48) Baur, E., *cf.* 2).
- 49) Correns, C., *cf.* 1).
- 50) Ris, H. and Plaut, W., *cf.* 23).
- 51) Yuasa, A., *cf.* 40).
- 52) Yoshida, Y., *Bot. Mag. Tokyo* **72**: 397 (1959).
- 53) Ueda, R., *ib.* **62**: 62 (1949).
- 54) ———, *Adv. of Biol.* **4**: 242 (1949).
- 55) Strasburger, E., *cf.* 13).
- 56) Carter, N., *Ann. Bot.* **33**: 215 (1919).
- 57) ———, *ib.* **34**: 265 (1920).
- 58) Kiyohara, K., *Bot. Mag. Tokyo* **40**: 1 (1926).
- 59) Ma, R. M., *cf.* 17).
- 60) Yuasa, A., *Kagaku* **15**: 13 (1945).
- 61) ———, *Seibutsu* **2**: 129 (1947).
- 62) ———, *Bot. Mag. Tokyo* **63**: 210. 291 (1950).