

ゲーテの植物変形論

東京大学・法政大学名誉教授

長田 敏行

前回紹介した「植物の不思議を訪ねる旅 第20回」では、ゲーテ (J.W. von Goethe) のイタリア旅行の産物が植物変形論 (Die Metamorphose der Pflanzen) であり、原植物論 (Die Urpflanze) であると述べた。今回はその植物変形論の現代的意義について考えてみたい。植物変形論の骨子は、「花は葉の変形である」ということであるが、1990年に花の形態形成に関するABCモデルが発表された折、植物変形論を踏まえて「ゲーテはやはり正しかった」という評がNature誌に登場したのはその変形論が現代的であることを意味している。ところが、もう一方の原植物論は、教科書的にはそれにつながる考え方が何度も登場するが、どちらかと言えば哲学的解釈で現代的論議にはつながらない。なお、ABCモデルについては、「植物の不思議を訪ねる旅 第8、9回」に概略を述べているので、概要はそちらへ譲るとして、ここでは葉が環境情報を捉えて、光周性シグナルを感知して、花成シグナルであるフロリゲンを作り、それが茎頂に達し、その制御の下ホメオティック遺伝子群ABCが複合的に機能して、花器官を構成する萼、花弁、雄蕊、雌蕊が形成される、というだけに限定させていただく。その概念図は図-1に示す。なお、これらの議論により興味のある方は平野・阿部 (2018) を参照されたい。

但し、これをもって花と葉とは等価であるといっているのではないことは予め断っておく。花成信号を受けてから形態形成の間には、フロリゲン情報、ホメオティック遺伝子群の発現が関与するが、これらは生命進化の長い時間の産物であり、少なくとも1億年を超える年限が関与していよう。進化史の上から見ると、フロリゲンが比較的最近登場したものであり、ホメオティック遺伝子A、B、Cの祖先的遺伝子は裸子植物にも存在することから考えると、様々なプロセスが考えられる。それらには未確定の要素が多いので、ここでは考慮の対象からは省

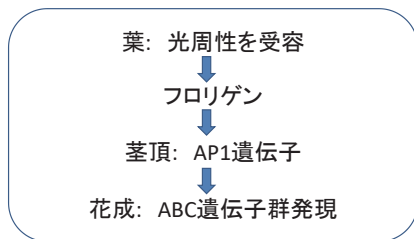


図-1 花芽形成模式図

かせていただく。その上で、ゲーテの時代に「花は葉の変形である」と云って、ある種の真実に迫れたことを、ゲーテは何を拠り所にしていたのかは興味のある対象であると考え。その論拠を植物変形論に探してみる。

植物変形論を読む

ゲーテの論拠をたどるためには、植物変形論を改めて読む必要がある。もともと概要は理解しているつもりであったが、改めて読む機会があった。2006年にはドイツ滞り時代にお世話になったマックス・プランク生物学研究所のメルヒヤース (G. Melchers) 教授が存命であれば100年ということで、チュービンゲンで彼の追悼会が開かれた。奇しくもフロリゲン同定者の一人ヴァイゲル (D. Weigel) 教授はフロリゲンの記念講演をしたが、フロリゲン説の先達であるメルヒヤース教授とそれに関連して大きな役割を果たした生物時計のビュニング (E. Bünning) 教授に敬意が表された。その後メルヒヤース家で行われたパーティーにおいて、旧知のユルゲンス (Gerd Jürgens) 教授より、旧東ドイツでの復刻版であるが1790年に刊行された植物変形論 (Metamorphose) をいただいた (Goethe 1790)。また、メルヒヤース教授のご息よりはメルヒヤース教授旧蔵のゲーテ「自然科学論文集」をいただいたが、その印刷は奥付によると、実に1943年のシュツットガルトであった。もっとも、最近ではこれらの情報は容易にウェブサイトで得られることも経験している。また、これらの文献の邦訳も刊行されていることも知っていたが、それらを読んででは見たところ、邦訳の著しく生硬なこともあり、理解がなかなか深まらなかったことも付け加える。

まず、植物変形論に何が書かれているかの概括を試みよう。その際、出来るだけ現代的視野での評は避け、彼の論点に従いたいと思う。構成は、①子葉について述べられているが、種子が発芽して子葉を展開し、幼芽が成長し植物体が形成することが述べられている (図-2)。幼芽展開が外部からの物質供給によっているという論調は、当時光合成の機構がほとんど知られていなかったことを考えると無理もない考えであ

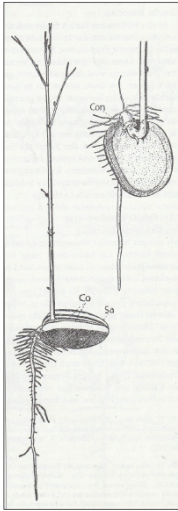


図-2 子葉と幼芽の展開
トロル (W. Troll) により描かれたモダマの種子と発芽初期の状態



図-3 バラの花の貫入例
ゲーテにより描かれたバラの変異花柱より再度花が形成されている。

と思われる。続いて、現代では②モジュール構造とよばれる、節とそれに付随した構造についての外部形態の多様性とその構築に関する記述である。これについては、今日でもほぼそのような理解であり、葉の形成とその付随器官の形成が述べられている。更に、③花器官について述べられるのであるが、そこに特に力点があるように読み取れる。花器官の構成要素である、萼、花弁、雄蕊、雌蕊について述べられるが、それぞれには変異が見られ、互いに変異しうることが述べられている。花弁が八重である背景の説明とバラの雌蕊が再度成長して、そこに花器官が再度形成される変異については、貫入として特別に述べられている (図-3)。また、より顕著な例としてナデシコの花の変異も登場する。花の形成は今日、質的变化とみなされているが、量的変化として捉えられているように読み取れる。ただし、その変異は花では変異の勾配が特に著しいと読み取れることは、「花は葉形成からの連続性変化とは質的に異なる」ことを考えたのであろうと思われる。ここから、「花は葉の変形である」という主張が引き出されたのであろうが、これは極めて卓越した洞察であると感じざるを得ない。④さらに、花器官と関連して蜜腺が論じられ (図-4)、果実形成、種子形成が論じられているが、葉形成の変異として論じられている。

原植物論

上記モジュールから葉などの栄養器官が形成されていることから、原植物論が展開される。ここから出発して、後にトロル (W. Troll) などの植物器官学が形成され、学問領域として確立されていった。その中には、葉の形成の多様性や葉の形態形成における様々な葉形の形成、また環境変化に応じて葉が変化する異型葉形成などの論議も含まれている。この論議は一つの学問領域として成立していったが、その体系はト



図-4 蜜腺
上 クロタネソウ他の蜜腺のゲーテによるスケッチ
中 クロタネソウ (*Nigella damascene* L.) 左 花全体図、中 蜜腺の側面図、右 正面図
下 セイヨウオダマキ (*Aquilegia vulgaris* L.), 中、下は トロルによる

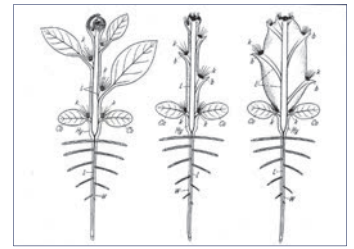


図-5 ゲーテの略図を基にトロルにより描かれたサボテン図
左 双子葉植物の原植物図
中 サボテン成長初期の模式図
右 地上部が肥大したサボテン
それぞれの図のアルファベットは相同器官の部位を示す

ロルの本で見ることが出来た。トロルの本の一冊は、友人のシルデ (C. Schilde) 博士よりいただいたので、それが興味ある内容であることを知ることができた (Troll 1954)。例えば、サボテンが双子葉植物であることは発生段階を追跡することで証明できたことなどであり、相同と相似の差異は理解できる (図-5)。しかし、証明がつけられない現象は、結局のところ現象を見ての解釈論ではないかという疑問も生じた。そして、トロルにつながる人々は、日本でも植物器官学が著わされているが (熊沢 1964)、読んで参考にはなるものの決定的論議ではないという思いが強くなっている。それにつけても、ドイツでの師メルヒヤース教授がトロルらの考えとは相容れることが出来ないといわれていたと言っていたが、それは師のフリッツ・フォン・ヴェットシュタイン (Fritz von Wettstein) 譲りであったということと、そのことの意味がいまさらのように思い起こされる。遺伝学を根幹として、ひたすら一般生物学を追及して進んでいたメルヒヤース教授らにとって一時的ではあるにせよ形態学の権威として振舞うことになったトロルらの姿勢が許せなかったであろうと想像できる。

ここで本稿を閉じたいと思うが、植物変形論を著わしたゲーテは、著わした時点でもなお対象について推敲を重ねていたということであり、論拠を銅版画で現したいと努めていたが果たせなかった。そして、議論にはなお余地があることを認識しながらも、「花は葉の変形である」といいきって、それが200年して分子レベルでの証明があらわれたことの重みを感じざるを得ない。

文献

- 熊沢正夫 1964. 植物器官学, 裳華房.
平野博之・阿部光男 2018. 花の分子発生遺伝学, 裳華房.
Goethe, J.W. von 1790. Die Metamorphose der Pflanzen, Gotha.
Troll, W. 1954. Praktische Einführung in die Pflanzenmorphologie, VEB Gustav Fischer Verlag.