細胞配置と５弁

◆西山　豊（大阪）

いままで11回にわたって５弁の謎を推論してきたが，それを要約しておこう。

花弁の枚数は５弁がいちばん多く，つぎに４弁，６弁，３弁の順である。科ごとの集計を取ると，その比率は，５弁が53%，４弁が24%，６弁が15%，３弁が８%である。花は葉が変化したものである。花を構成するがく片，花弁，おしべ，めしべは葉が変化したものであるから，花は，短い茎に変形した葉がついたものと見做すことができる。

葉は茎のまわりにつくが，そのつき方で，対生，互生，輪生，らせんなどがあるが，らせん葉序はフィボナッチ数列や黄金比と関係し，数学的にはきわめて興味深いことである。しかし，このような数学では５弁の謎を解明することはできない。花の形態を探究するためには，花がつくられるシュート頂（茎頂）を詳しく観察しなければならない。茎頂は栄養期から生殖期に変わるとき，つまり葉芽から花芽に変わる大きな変化をおこす。

茎の先端は丸くドーム状になる。丸くドーム状になったときの先端の細胞群はどのように配置するのであろうか。この謎を解くにあたって，フラーレンC_{60}の分子配列は大きな参考になる。炭素原子60個を並べるのに，６員環をいくら並べても球にはならない。５員環がどうしても必要である。フラーレンの発展としてカーボン・ナノチューブがある。これは細長いチューブ状になっていて，植物の茎を連想させる。ナノチューブの先端は凸になっていて，５員環が存在する。

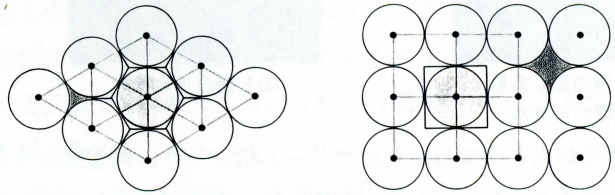
茎はナノチューブと類似するのではないだろうか。これが，私の仮説である。

茎頂に存在する細胞群の配置が花の形態を決めるのは事実である。配置がキーとなると，その配置はどのように進行するのか，そして最適配置とは何であるのか。このように考えると，５弁を選択するのは植物にとって難しいことではなく，

４弁の選択こそ，不安定で，難しいのではないかという予感がしてならない。以下，その理由を説明していこう。

茎頂細胞群を球体（または６角形）と仮定してもよいだろう。茎頂は細胞分裂がきわめて盛んであるからだ。まず常識的に考えられるのは，平面を正６角形で被うことが最適であるということだ。S．ヒルデブラントら『形の法則』（東京化学同人）には，円の稠密充塡としてつぎのような説明がある。

円板（たとえば硬貨）の６角形状充塡は，正方形状充塡よりも隙間が狭い，とある。10円硬貨を並べるとき，図１(1)のように６角形を想定して並べるともっとも多くの硬貨を並べることができるが，図１(2)のように正方形を想定して並べると，隙間が大きくて硬貨が移動しやすい。



(1) ６角形状充塡　　(2)正方形状充塡

図１　円の稠密充塡（S．ヒルデブラントら『形の法則』東京化学同人より）

この理由で，円の稠密充塡は６角形状充塡が最適配置である。これに関連してミツバチの巣や雪の結晶が正６角形であることはよく知られていることである。ところが，花弁は６枚を選択せず５枚を選択している。どうしてなのだろうか。このことは興味を引くことである。

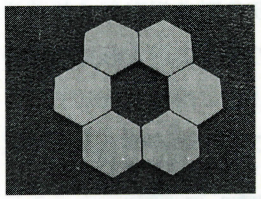
P．スティーブンス『自然のパターン』白揚社は，自然におけるフォルムあるいはパターンの生成原理はもっぱら空間あるいは場そのものがもつ作用力ないしは拘束力にあると見ている。

植物の葉序などにフィボナッチ数列や黄金分割比が見出されるが，植物は数学を知らず，ただ単純に最大の空間を占めるように発生する結果が，そう記述できるだけの話である。「すべての美とすべての数理は，空間的環境と相互作用する単純な生長系の自然の副産物」であるのだ。私は，この考え方に同意する。

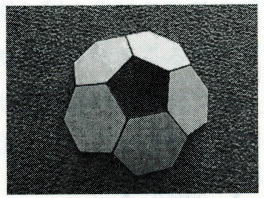
この著書の「曲率」の節で説明してあることを参考に，つぎのようなことを試

してみた。1つの正6角形のまわりに，6個の正6角形を隙間なく並べた。6角形はどれも重ならず，図2(1)のように，べたっと平らになっている。しかし，それを1個減らし5個集めるとなると，図2(2)のように，椀（わん）を逆さまにしたように上に凸あるいは下に凸なフォルムを取る。さらに1個を増やして7個集めると，波をうったような鞍形（くらがた）になる。

これらは中心部に対する周辺部の拡張速度の大小によって，平面は椀や鞍のフォルムに変わっていく。こういう変形が生じるのは空間の性質によるのである。



(1) 6個の正6角形



(2) 5個の正6角形

図2　細胞配置のモデル

中心部の生長速度が大きくなると丸形でドーム状になり，周辺部の生長速度が大きくなると鞍形になる。シュート頂（茎頂）は，生長点であるから，細胞活動がもっとも盛んであり，形はドーム状で先端に向かって凸になっている。

したがって図2(2)に示した状態が想像できる。正5角形のまわりに正6角形が5個，つまり5個の細胞が茎を中心に配置されるのだ。これらの5個の細胞は，がく片になり，花弁になり，雄しべになり，子房になるのだ。このようにして5弁の謎が解かれたことになる。

逆に，正7角形のまわりに正6角形が7個，つまり7個の細胞が茎を中心に配置されるのは鞍形で不安定な形であること，さらに周辺部の成長速度が大きいとは自然ではないなどの理由から，7弁の可能性は究めて少ないことが想像できる。

このように，5弁の可能性がリーゾナブルであることを説明したが，6弁や4弁についてはどうだろうか。

6弁の可能性は，茎頂の形が丸いドーム状ではなく，平坦であることだ。もし，茎頂が平坦であるなら，細胞の配置は図2(1)のように茎を中心に6個の細胞が配置されることになるから，6個の細胞がそれぞれがく片や花弁になり，6弁の花

となる。ユリやアヤメのように，がく片が3枚，花弁が3枚とする花もこのパターンに属するであろう。6弁や3弁の可能性は，このように説明したが，茎頂が平坦であることは自然ではない。したがって6弁や3弁の可能性は，5弁より少ないのだ。

つぎに4弁の可能性について考えてみよう。

4弁は，細胞の配置は，図1(2)の正方形状充塡に由来するのではないだろうか。正方形状充塡は6角形状充塡より充塡度は低いが，植物細胞が動物細胞より可変性が小さいことを考えると不可能でもない。正方形状充塡として茎が形成され，茎頂細胞もそのように配置されているなら，そのうちの1つを茎と仮定すると，そのまわりには4個の隣接する細胞がある。そして，この4個ががく片や花弁になるから4弁の花となる。このように4弁の可能性を説明したが，正方形状充塡は6角形状充塡より充塡度が低いことから4弁の可能性は5弁の可能性より小さいのである。以上のようにして，5弁の可能性がもっとも自然であることが証明されたわけである。

『趣味の園芸』（NHK出版，1997年11月号）に，ハナショウブに異変が，とする記事がある。ハナショウブは6弁（3枚が内花被で3枚が外花被）が普通であるが，4弁や5弁のものが咲いたという。このような突然変異とも見られる現象も，生命の連続性で説明できる。花を形成する茎頂の形が平坦か凸か凹か，また細胞の配置が4個か5個か6個かによって，花弁が4～6弁となる。遺伝子DNAは概略設計をするだけで，すべてを決定しない。環境や場の状態で形態が決定されていくというよい例である。

この連載は最初の12回でヒトデの足はなぜ5本かを解き，つぎの12回で桜の花弁はなぜ5枚かを解いた。動物と植物の中にひそむ5を解いてきたわけだが，つぎは，人間の指の数はなぜ5本かに挑戦してみたい。

人間の指は確かに5本である。しかし，これが4本でも6本でも，もしそうならそれなりに機能したであろう。自然が5を選択した理由，そして，10進法への発展，文化，歴史，社会，思想の中にひそむ5についても探究していきたい。函館五稜郭，陰陽五行説，五大陸の謎など研究の夢は膨らむ。

（大阪経済大学）