

ヒトデとサッカーボール

◆西山 豊 (大阪)

ウニやヒトデの「5」探しは、いよいよ最終回となった。

ヒトデの足はなぜ5本か。この疑問を解いていくうちに、私は準正32面体のサッカーボールにたどりついた。では、ヒトデの5本足がどうしてサッカーボールと関係があるのだろうか。連載の第1回目から根気よく付き合ってくださいている読者の方には、私の言いたいこと、つまり結論をご察しただけだと思う。では、そのまとめにとりかかろう。

サッカーボールは正12面体または準正32面体をもとにしたものが多い。正12面体は正5角形が12個でできている。準正32面体は正5角形が12個と正6角形が20個でできている。外接する球との関係でいうと、準正32面体の方が正12面体より球に近い。そこで準正32面体のサッカーボールが馴染み深い。

ところで余談ではあるが、図1のサッカーボールを見て、この図だけから判断して正5角形の数と正6角形の数をあてよ、という問題を『数学セミナー』の「エレガントな解答をもとむ」に出題したことがある(1994年6月)。興味のある方は挑戦するとよい。図では、正5角形が黒色、正6角形が白色になっている。

私は、ながい「5」探しの旅を終えるかのように、サッカーボールを眺めていた。ここに答があったのか、と感慨深げであった。

図1のサッカーボールを、見る角度を変えて見ると模様が違うのだ。

黒色の正5角形を中心にして見る場合と、白色の正6角形を中心にして見る場合とでは、白黒の配置やパターンが違うのだ(図2, 図3)。

黒色を中心にして見ると、そのまわりに白色が5枚あり、またそのまわりに黒色が5枚あるというように、パターンが安定している。そして、軸対称の関係が明確である。

一方、白色を中心にして見ると、そのまわりに黒色と白色が互い違いに存在する。白黒が3回繰り返して、軸対称になっていることは事実だが、黒色を中心にした場合より不安定である。

ここに、黒色は正5角形であり、白色は正6角形であるのだ。

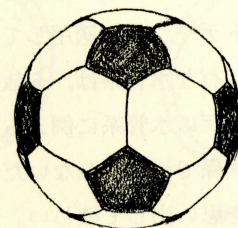


図1 サッカーボール

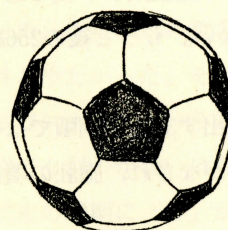


図2 5角形を中心に見る

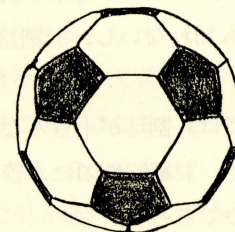


図3 6角形を中心に見る

すべての多細胞動物は、卵から発生して個体を形成する。卵は受精すると分裂を開始する。発生の初期にみられる細胞分裂を卵割という。卵割は、普通の体細胞とはやや異なり、分裂が急速に進むが、その間、娘細胞の成長をとまわらない。卵割によって生じる娘細胞を割球という。この割球の数によって、発生の時期をあらわす。

発生は、2細胞期、4細胞期、8細胞期、16細胞期を経て、割球の数が数え切れない桑実胚となる。そして卵割腔という真ん中に空洞ができる胞胚になる。胞胚は原腸陥入して囊胚になる。

ここで、特に注目したいことは、クシクラゲによるモザイク卵の実験でも見た

ように、卵割された細胞の位置関係が、生物の形態を決める重要な因子になっていたことだ。クシクラゲは正常に発生すると8個のくし板列をもつ胚が、16細胞期に2分すると、それぞれ4個のくし板列をもった2個の胚となる。また、4分すると、割球の数に応じて、1個、2個または3個のくし板列をもつ4個の胚になる。つまり、割球数と位置が、将来の胚の形態を決めているのだ。

このクシクラゲの実験をヒトデやウニに適用してみたい。

ヒトデやウニの棘皮動物に特有な水管系は、5放射相称に特徴がある。クシクラゲのくし板列を、ウニやヒトデの水管系に例えることができないだろうか。水管系の本数は、割球数と位置関係で決定されないだろうか。

もういちど、発生のドラマを思い出して欲しい。形態が決定されるのは、8細胞期より後で、囊胚より前であった。

ヒトデの足、つまり水管系が決定されるのは8細胞期より後であろう。それは16細胞期かも知れないし、32細胞期かも知れない。もっと後の256細胞期の頃かも知れない。

私の予想では、割球が小さくなり自由に動き出す32細胞期頃ではないだろうかということだ。32細胞期頃に水管系の概略設計がなされ、胞胚の頃には詳細設計がなされるのであろう。

そこで、ヒトデをサッカーボールに乗せてみた。もちろん、実際にやったわけではない。思考実験というものだ。サッカーボールは32細胞期の割球の位置関係を示している。私は、ヒトデに聞いてみた。

「黒色に座ると白色に座るのは、どちらが良いかい」

すると、ヒトデは、

「もちろん、黒色だよ。白色より座りごちがいいよ」

と答えた。

ヒトデは、おそらくサッカーボールの32細胞期から、桑実胚、胞胚までそのまま座り続けることだろう。そして、動物極と植物極を結ぶ線を軸として原腸陥入が行われるのであろう。原腸陥入は、あたかも、サッカーボールの下から空気を抜いていくかのようである。

ヒトデはずっと黒色の座布団の上に座り続けている。黒色の座布団は正五角形である。正五角形を中心に水管系が発達するのだから、ヒトデの足は5本になるのだ。

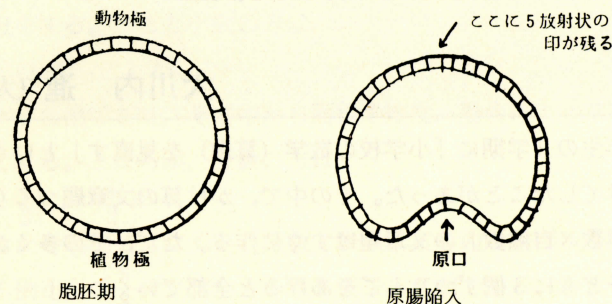


図4 胞胚期と原腸陥入（縦断面図）

私は、「ヒトデの足がなぜ5本か」の問題に一応の結論を得た。そして、学内論文集にまとめ、生物学者の数名にコピーを送付した。

答えは意外と冷たかった。そんなに単純ではないよ、と言う。

ヒトデはピンナリアという幼生の時期を経て成体になる。幼生の形はヒトデの成体とは似ても似つかないほどの違う形をしている。昆虫で言うならサナギである。この幼生の時期に「5」がどういう形で引き継がれていくかの推論はいまのところ未解決である。でも、いつか説明しようと思っている。

ある日の新聞記事に、「サンゴ逆襲、ヒトデ食う一小笠原で初の発見」（朝日新聞、1997年5月18日付）というのがあった。私は、ながいことヒトデについて調べていた。ヒトデはどうもうだ、気持ち悪い、と人気がない。研究も肩身が狭い思いがしていた。この記事を見て、ヒトデだって襲われることがあるのだ、と叫ぶとともに、ますますヒトデに愛着するのだった。

私の以上の推論について、いまのところ正しいとも間違っているとも批判はでていない。もちろん、学会で正式に議論されたこともない。こんな馬鹿なことに付き合ってもらえないのだろうか。私のヒトデへの興味は、桜や梅の花弁がなぜ5枚か、そして人間の指はなぜ5本かの興味に移っていくのである。

（大阪経済大学）