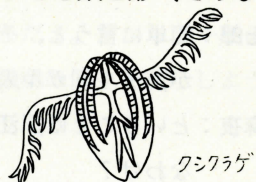


前成説と後成説



★西山 豊 (大阪)

ヒトデやウニの五角状 (5放射相称) の「5」が決められる時期を特定するのは困難に思えた。そこで、この疑問は一旦ペンディングにして、一般に、生物の形態はどの時期に決定されるのかを見ていこう。

形態を決める時期をめぐって、前成説というのと後成説というのがある。

発生学を歴史的にみるならば、古くから、前成説というのがあった。これは、卵の中には成体とほぼ同じ形のもの縮小されて、たたみこまれているとする説である。ちょうど、さなぎの中に翅 (はね) を折りたたんだチョウを連想するようだ。

卵または精子の中に、すでに成体の形が存在するとするのが、前成説である。当時、ようやく実用化されはじめた顕微鏡によって、精子の中にうずくまる「縮小人」が、まことしやかに図示されている (図1)。この図は、ハートゾーカーが描いたもので、当時の顕微鏡の倍率が低かったことと、ヒトの原形が精子の中にあって欲しいという願望が相乗効果をなして、このような図が想像 (創造) されたといわれている。

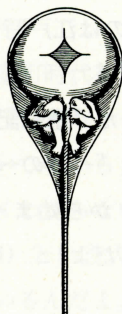


図1 ヒトの精子の顕微鏡図
Hartsoeker の描いた図
(越田豊『教養の生物学』培風館より)

H. ドリュージュ (1867~1941) は、ウニ卵を材料とする実験の中で、2細胞

期に割球を分離すると、小形ではあるが正常な幼生に発生し、また2細胞期に2個の割球をうまく癒合させると、本来は別々の2個体となるはずのものが、合体して1個の正常な大型幼生に発生するという結果を得た。

これらの事実は、今や常識となりつつあるが、当時では画期的なことであった。細胞の分離や癒合の話は、ヒトやヒツジの哺乳類でも知られる。ヒトの場合、一卵性双生児とは、2細胞期の割球が分離して独立に個体まで成長したものであり、二卵性双生児とは、2個の受精卵が同時に成長したものである。したがって、二卵性双生児より一卵性双生児のほうがよく似ている、と言われる理由がここにある。

また、バイオの技術で、4細胞期の割球を分離して、4頭のヒツジを得る技術が、各新聞の科学欄やNHKの教養特集などで報道されていることをご存じであろう。4頭のヒツジは1個の卵からスタートしているの、同じ遺伝子を持っている。クローン製造技術は、人間に福音を与えたかに見える。

このようにして、顕微鏡の発達やドリュージュの実験によって、前成説は否定される。そして、発生するにつれて一定の構造がしだいに形成されていくという、後成説がとられることになる。前成説は否定されたが、DNAの立場からすると、この説も捨てがたい。話が、ややこしくなるのでここでは触れない。

ここでの結論は、形態が決定されるのは、2細胞期、4細胞期より後であるということになる。

H. シュペーマン (1869~1941) は、体色の異なる2種のイモリの囊胚初期を用い、予定神経域と予定表皮域の交換移植の手術を行った。その結果、将来、神経系になるはずであった部分が表皮に、表皮になるはずであった部分が神経系になった。囊胚初期には、胚が移植された場所の組織に強く影響されることがわかったが、囊胚後期には、こういう現象はみられない。

彼は、囊胚初期でいろいろな移植実験を行っているうちに、原口 (げんこう) のすぐ上にある部分 (原口上唇 (じょうしん)) だけは、他と異なる特別なたらきをもっていることを発見して、1935年にノーベル賞の生理学医学賞をもらっている。図2に示すように、イモリの囊胚aから原口上唇を切りとって、別の胚

bの卵割腔内に移植すると、この胚には、第二の胚が形成されたのだ。

ここでの結論は、形態が決定されるのは、囊胚後期より前であるということになる。

2つの結論をあわせると、2, 4細胞期より後で囊胚後期より前、つまり、8細胞期から囊胚初期の間で決められるということになる。

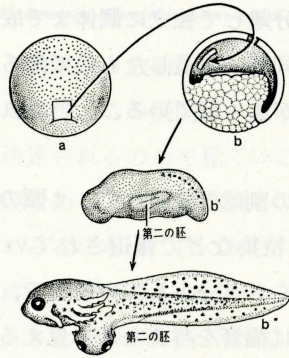


図2 二次胚の形成
(『生物I』三省堂より)

シュペーマンの実験では、胚の位置、とくに原口上唇部が重要な場所であることがわかった。これを受けて、W. フォークト (1889~1941) は、イモリやカエルの胞胚の表面を生体染色し、その染色した部分を追跡調査する中で、各部分が後に何になるかを図に示した (図3)。このような研究は、発生学の中では、細胞追跡とよばれている。

細胞追跡を用いれば、ヒトデの「5」が決められる決定的瞬間を見ることができるかもしれない。しかし、私のように実験室の外にいるアマチュアにとっては、この方法によって確かめることを断念せざるを得ない。

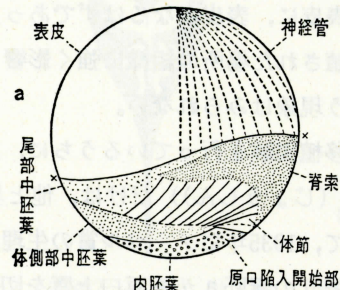


図3 フォークトの予定胚域図
(『生物I』三省堂より)

市川衛『基礎発生学概論』(裳華房)によれば、ウニの卵割は第10回、割球数808個のときをもって終わるとある。卵割がはじまり、2細胞期、4細胞期、8細胞期を経て、卵割の第10ステップになるから、本来なら割球数が $2^{10}=1024$ 個になっているはずだが、そうならないのは、割球が同時に細胞分裂していないかららしい。

とにかく、卵割のステップは10回あり、この間に形態が決められていくのだと仮定しても問題はない。そして、前回にも触れたが、卵黄の位置によって卵割の仕方が異なる。種によって等割、不等割、盤割、表割などがあった。卵割の仕方が種の多様性を生み出しているとも言えそうだ。

そこで、モザイク卵の興味ある実験を示しておこう (図4)。

クシクラゲは、くし状の模様があるから、この名前がある。正常に発生すると8個のくし板列をもった胚となる(a)。ところが、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(b)。また、4分すると、割球の数に応じて1個、2個または3個のくし板列をもった4個の胚となる(c)。

この実験は、ヒトデの足がなぜ5本かを解く私の疑問に、重大なヒントを与えてくれそうだ。クシクラゲの割球数とくし板列の数に対応しているのだ。ということは、割球数とその位置関係が、ヒトデの形態を決定することを暗示している。この謎解きは、次回以降のお楽しみということにしておこう。

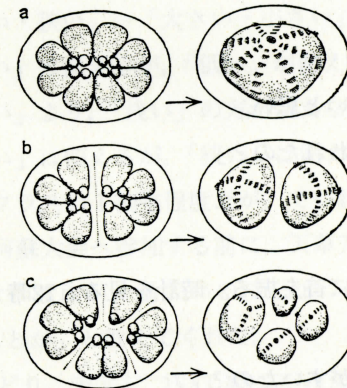


図4 モザイク卵(クシクラゲ)の実験
(『生物I』三省堂より)

(大阪経済大学)