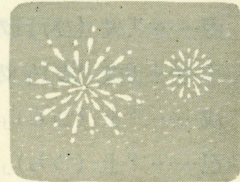


# 最小原理



★西山 豊 (大阪)

前回は、ヒトデやウニの卵割を見直すことによって、割球の半径を計算し、そこから、卵割腔の空洞を導き出すことに成功した。卵割は細胞膜の総表面積を一定として行われるのである。これが、私の仮説であった。

それでも、ヒトデの足はなぜ5本かの疑問は、依然として解決されていないことになっている。この疑問を、私は決して忘れたのではない。何とかして解明しようと苦しんでいるのだ。

5の形を決める時期は、2, 4細胞期より後で、囊胚後期よりは前であると絞り込んでいるのだ。ここまでは、わかっている。

5の秘密を含む、生物の形は、割球のつまり細胞の位置関係にあるのではないだろうか。クシクラゲによるモザイク卵の実験で見たように、細胞分割されていく割球の位置関係、つまり配置が大きく関係しているのではないだろうか。

私は、割球の位置関係に「5」のヒミツが隠されているのではと期待をこめてつぎの調査にのりだした。

卵割された割球が、互いにどのような配置につくかは、さまざまな条件によって決定されるのであろう。それは、卵黄の成分や性質、位置にもよるであろう。

市川衛『基礎発生学概論』(裳華房)によれば、図1に示すように、4つの卵割の型がある。それは、ウニ、ヒトデなどの棘皮動物卵の放射相称型(A)と、軟体動物卵の螺旋型(B)と、クシクラゲ卵の二相称型(C)と、モリアオガエル卵の左右相称型(D)である。

割球どうしの安定の度合いをみると、BやDのほうが、AやCより安定であるようにも思える。割球間のすきまが無いからだ。

割球の会合は、成分が少し違うが、シャボン玉の会合にも似ている。

D.トムソン、柳田友道他訳『生物のかたち』(東京大学出版会)という本の、細胞組織または細胞集合体のかたち、という章で、安定した位置関係について解説されている。そこでは、細胞膜と生化学的性質が似ている石けん膜を用いた説明がある(図2)。

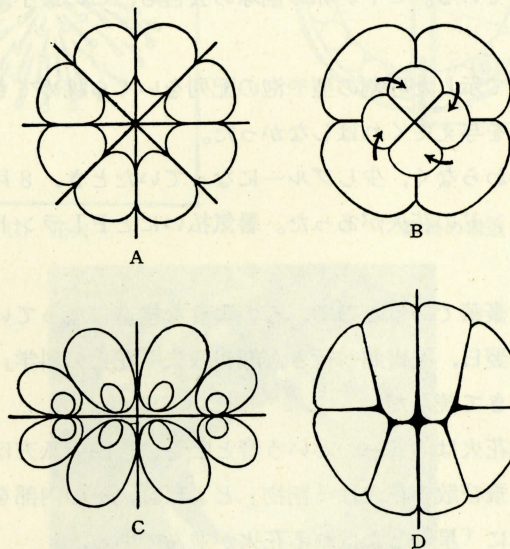


図1 割卵の型 A.棘皮動物卵の放射相称型 B.軟体動物卵の螺旋型 C.クシクラゲ卵の二相称型 D.モリアオガエル卵の左右相称型 (市川衛『基礎発生学概論』裳華房より)

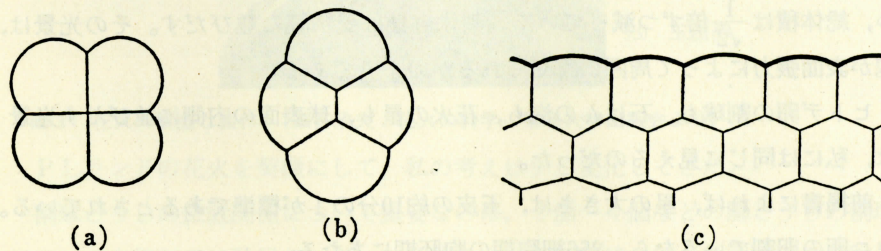


図2 泡の配列 (a)4個の泡の不安定な配列 (b)4個の泡の正常で安定な配列 (c)泡の集合体 (表面と内部の相違に注意) (D.トムソン、柳田友道他訳『生物のかたち』東京大学出版会より)

石けんの泡を観察していると、4個の泡が会合したとき、(b)は(a)より安定である。また、泡の集合体があるとき、空気に接する面と、内部で泡どうしが会合する面との型が違っている(c)。泡の接する境界条件がそれぞれ違うからだ。

泡の会合は、その配置に関しては、エネルギー的に最も安定な、最小原理が働いていると説明されている。ヒトデ卵の割球の会合も、この最小原理に基づいているに違いない。

でも、図1や図2で示した卵割の型や泡の配列をいくら眺めても、私の求めている「5」のヒントを与えてくれはしなかった。

「5」の謎解きが終わらなく、少しブルーになっていたとき、8月1日、大阪の富田林市ではPLランドの花火があった。暑気払いにとPLランドの花火見物に家族とでかけた。

花火があまりにも豪華であったので、どのような構造になっているのかと興味を持った私は、その翌日、図書館へ行き、細谷政夫『花火の科学』東海大学出版会という本を借りてきて読んだ。

夏の風物詩である花火は、ドーンという音とともに、四方八方ほぼ均等に飛び、夜空を彩る。均等に飛び散る花火は「割物」とよばれ、その内部を見ると中心に割火薬があり、周辺に「星」とよばれる花火が並んでいる。

この図を見て、私はすぐさまある光景を想定した。

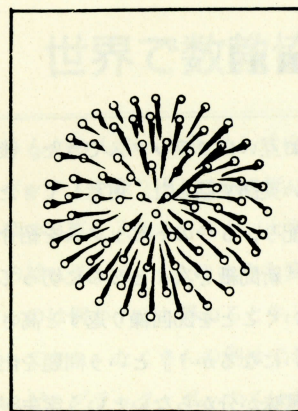
花火の構造は、胞胚期に周辺に並んだ割球に似ているのだ。

いままで何度も見てきたように、16, 32, 64細胞期へと割球が増えるにしたがい、総体積は $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍ずつ減っていく。割球自身は受精膜に並びだす。その光景は、泡が表面張力によって周囲に寄せられるかのようである。

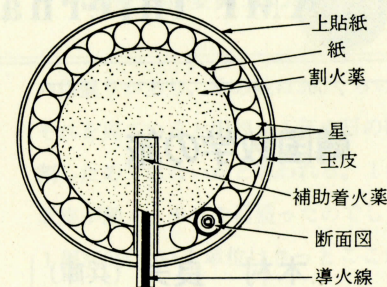
ヒトデ卵の割球も、石けんの泡も、花火の星も、球表面の内側に並びだす光景は、私には同じに見えるのだった。

前掲書によれば、星の大きさは、玉皮の約10分の1が標準であるとされている。ウニ卵の卵割でいうなら、256細胞期の胞胚期にあたる。

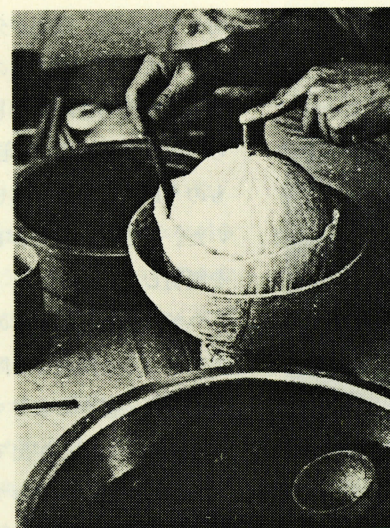
玉皮に接して詰められていく星は、つまりや空気がないように、均等に詰められるのであろう。ここにもエネルギー最小原理が働いているのだ。



(1) 花火



(2) 割物の構造



(3) 玉詰め

図3 花火の構造と製作 (細谷政夫『花火の科学』東海大学出版会より)

PLランドの花火を契機にして、私の考えは少し変化してきた。

割球どうしの位置関係について重要なのは、2個~4個などの隣どうしの割球についての検討では駄目で、もっと全体の、つまり割球全部の位置関係を検討しなくてはならないのではと思うようになってきた。

(大阪経済大学)