

$$dT^2 = g''_{ij} dx^i dx^j$$

dT ; 緩和後の線素,

$$\sigma_{ij} = \lambda'(\epsilon'_{ii} - \epsilon_{ii})\delta_{ij} + 2\mu'(\epsilon'_{ij} - \epsilon_{ij})$$

σ_{ij} ; 応力テンソル. また σ_{ij} は釣り合いの条件

$$\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial X_j} = 0.$$

を満たす. X ; 緩和した系のデカルト座標.

- (4) 第4段階——以上の3段階の結果を組み合わせることによって, 結晶とアモルファス固体の弾性エネルギーの差 E (ただし, 1原子あたり) が計算される.

$$E = E_1 + E_m - E_L.$$

5. ま と め

アモルファス固体の微視的構造に基づいて, 系の弾性エネルギー (結晶状態との差) の導出を試みた. 紙面の都合のためあらましを述べたのに留まったが, 最後に前節の第2段階の写像において, 適当な角度の回位を導入することが最終的なエネルギー E を小さく押さえる結果につながることを書き加えておく必要がある. これは, アモルファス生成の過程で系がどのような構造を選択しながら凝固していくかに関連した問題で, 幾何学的制約とエネルギー的制約の両者の兼合いがアモルファス固体の形成にとって非常に重要な問題であるという事実とも関係している.

参 考 文 献

- 1) Sadoc, J.F. and Mosseri, R. (1982). *Phil. Mag.*, B45, 467.
- 2) Widom, M. (1985). *Phys. Rev.*, B31, 6456 など.
- 3) コクセター「幾何学入門」など.

上皮性多角形細胞パタンの変化

——かごめパターンから市松パターンへ——

鐘紡ガン研究所 本 多 久 夫

動物個体発生の過程で, 組織表面の細胞が呈する幾何学的パターンが変化することがある. この変化を構成単位である細胞の性質によって説明することを試みた.

昨年, ウズラの輸卵管上皮組織は2種類の細胞が互い違いに並んだ市松模様に似たパターン(図1b)を呈することを述べた¹⁾. この上皮組織は柱状の細胞が一層に並んだシート状組織であって, 2種類の細胞のうち, ひとつは繊毛があり(C-細胞), 他は粘液を分泌する(G-細胞)(両方の細胞とも卵が輸卵管中を滑らかに通過することに役立っていると考えられる). 厳密にいうと, この上皮組織の呈するパターンは, 市松パターンから少しずれている.

輸卵管上皮細胞パターンは, 細胞に起因する2つの要因の釣り合いによって形成されると考えた. 要因のひとつは, 異なった細胞同志(G-C)の接着力は同種細胞間(G-G, C-C)の接着力よりも強いこと. これが市松パターンを形成する理由である. もうひとつは, 細胞同志の接着を保ったままで, 細胞境界はできるだけ短縮しようとしていること(上皮組織に多くみられるこ

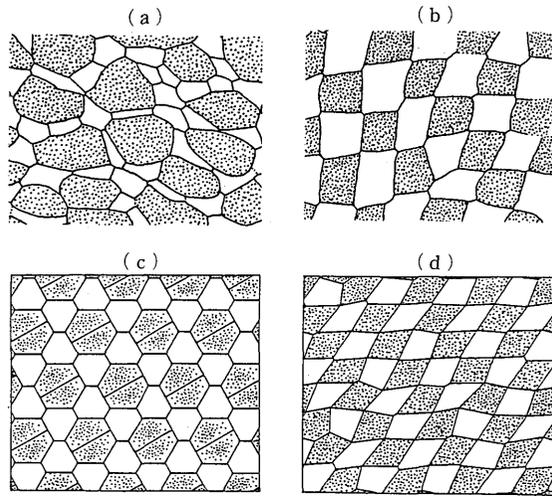


図1. a, b: ウズラ輸卵管上皮組織の細胞パターン。
 (a) 成熟前, (b) 成熟後の写真より描いたもの。
 c, d: (c) 電算機シミュレーション開始時, (d) 40,000ステップ後。

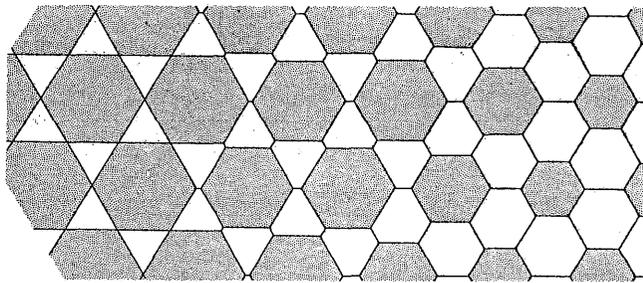


図2. かごめパターン(左)と正六角形パターン(右)との関係

とであり, 細胞内のマイクロフィラメントの収縮などに起因すると考えられている。これが市松パターンから少しずれる原因である。

市松パターンが個体発生過程でどのように形成されるかしらべてみると, ウズラが成熟して卵を産む少し前には, 輸卵管上皮はかごめパターンとでもよぶべき奇妙なパターンを呈していることがわかった(図1a)。次に市松パターン(図1b)に変化するまでの間にC-細胞が一度分裂している。

かごめの由来は竹細工の籠の目である。図2左部のように大きな六角形のまわりを6個の小さな三角形が取り巻いている。六角形がC-細胞, 小さな三角形がG-細胞に対応している。実際の細胞パターンでは, 小さな三角形はどちらかという, 短い辺が余分に3つ加わった小さな六角形(図2中央部)に近くなっている。C-細胞同志は, G-細胞に取り囲まれて, 直接隣り合わないようになっている。

かごめパターンは異種細胞間の接着力が強いことと, 細胞境界が短縮していることの2つの要因を満たしている。この要因の下でC-細胞が分裂すると市松模様類似パターンに変化することが, 電算機シミュレーションによって以下のように示すことができた²⁾(ここでは重みをかけた境界短縮操作^{1),3)}を使った)。

図 1c で示したように G-細胞が C-細胞 (点々を描き込んである) を取り囲んだかごめ類似パターンから出発した。図 1c では C-細胞の分裂面が描き入れてある。このように分裂したとすると C-細胞同志の大きな境界ができる。この境界の接着力は、同種細胞間であるから、弱いので、近隣の G-細胞が入り込んで異種細胞間の境界をつくるようになる。このような並び替りが境界短縮の条件下で進むと図 1d のような市松パターンが形成される。

輸卵管上皮の細胞に関する 2 つの要因、細胞間の接着力の差と細胞境界短縮は、細胞パターンの維持ばかりでなく、細胞パターンの形成をも理解するのに役立つ。

この研究会での発表は、山中八郎氏 (鐘紡ガン研究所) と江口吾朗氏 (国立基礎生物学研究所) との共同研究²⁾ に基づいて本多がまとめたものである。

参 考 文 献

- 1) 本多, 山中 (1986). 統計数理, **34**, 111.
- 2) Honda, Yamanaka and Eguchi (1986). *J. Embr. Exp. Morphol.*, **98**, 1-19.
- 3) 本多 (1985). 統計数理, **33**, 71.

濾胞腔と濾胞細胞の形状分析 —— 甲状腺腫と正常の濾胞を対象として ——

川崎医科大学数学科 有 田 清三郎
川崎医科大学分沁外科 山 根 康 彦・片 桐 誠・原 田 種 一

1. はじめに

バセドウ氏病をはじめとする甲状腺疾患では甲状腺腫と腺腫様甲状腺腫の鑑別が困難である。また組織像による診断において腺腫様甲状腺腫が、多彩な組織像を呈するため、腺腫と腺腫様甲状腺腫との鑑別が難しく組織像による計量学的な診断方式も確立されていない。我々は甲状腺腫と腺腫様甲状腺腫の組織像による鑑別のための基礎研究として、甲状腺腫のうちの単純性甲状腺腫と正常について、両者の濾胞腔の形状、面積及びそれらと濾胞細胞との関係を計量学的な観点から検討した。濾胞腔と濾胞細胞の相対的な検討は新しい試みである。

2. 濾胞腔と濾胞細胞

甲状腺の周辺部位と、濾胞腔、濾胞細胞の模式図を図 1 に示す。濾胞はコロイドを有する濾胞腔と、それを取り囲む濾胞細胞群から成り立っている。ここでは、正常及び単純性甲状腺腫について濾胞、濾胞腔の面積と形状、濾胞細胞の面積、濾胞腔と基底膜との距離 (細胞幅) 及び濾胞細胞の個数 (核数) を計測し、濾胞と濾胞細胞の関係を検討した (図 2)。

解析の対象とした濾胞は、単純甲状腺腫と正常における組織標本を光学顕微鏡で撮影 (倍率 750 倍) したもので、その形態が標本製作上の影響を受けていないと思われるものから各群について 30 個の濾胞を抽出した。個々の濾胞と濾胞細胞をトレースした後、ディジタイザー (BIT PAD-ONE: 200×200 (mm) tablet area: 武藤計測 (株)) で面積、周長、細胞幅等を計測した。

(1) 濾胞腔の形状

濾胞及び濾胞腔の形状分類をするため、次の形状係数

$$C = L^2 / (4\pi S)$$