

卵割時における音速変化の光散乱を用いた追跡

大阪大学大学院 生命機能研究科 藤村 嘉彦¹, 吉岡 伸也,
井上 将, 近藤 寿人, 木下 修一

1 はじめに

動物細胞の初期卵割はその形の変化に注目すると、エネルギー的に安定な球形の弾性不安定化現象と捉えることができる。生物がそのような形の変化を強引に進行させていると考えるのは難しく、最も少ない力で分裂できるように自らの内部構造を変化させていると考えられる。実際に卵割時において受精卵の表面では、まず F-actin ネットワークが全体を覆い、それから分裂溝付近のネットワークの一部が消滅し、同時に赤道面上に F-actin の束が収縮環として現れることが知られている (Fig.1)。さらに表面だけでなく内部の構造も変化している。これらミクロな仕組みに基づいたマクロな物性の変化は、卵割の進行を助長しているのではないか。我々はそれを示すために卵割時にマクロな弾性的性質として音波がどのような振る舞いをするかを調べた。

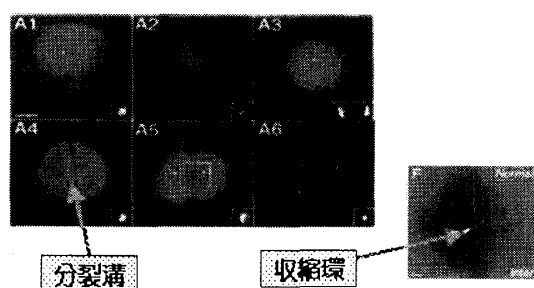


Fig.1 F-actin after fertilization of zebrafish egg^[1]

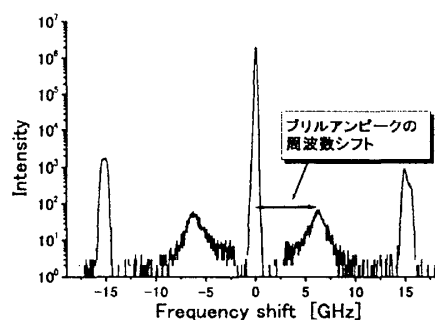


Fig.2 Brillouin scattering spectrum

2 実験

実験は、ブリルアン散乱分光法を用い、zebrafish の受精卵 (直径 $500\mu\text{m}$) の卵割時における音波を測定した。物質の弾性率は内部音波の伝播速度に関係する。光散乱を用いたのは非接触非破壊かつ高分解能での測定が可能だからである。実験は室温で波長 514.5nm の Ar+レーザーを出力 250mW で試料に入射し、その様子を顕微鏡で観察しながら入射方向と 90 度方向の受精卵からの散乱光をサンダーコック型タンデムファブリペロー干渉分光計で観測した (Fig.2)。得られるブリルアンピークの周波数シフトは音速に比例する。また今回の光学系ではレーザーを絞りを、直径 $10\mu\text{m}$ 、長さ $125\mu\text{m}$ の範囲からの散乱光を測定した。

¹E-mail: fujimura@mph.phys.sci.osaka-u.ac.jp

3 結果

Fig.3は、第一卵割の後に発生が止まるような卵割異常を起こした受精卵を用いて、長時間測定した結果である。胚体や卵黄での値が水と比べてはっきりと違うことがわかる。これは内部のネットワーク構造の違いを反映した結果と考えられ、胚体より卵黄の方がネットワーク密度が高いことが推測される。

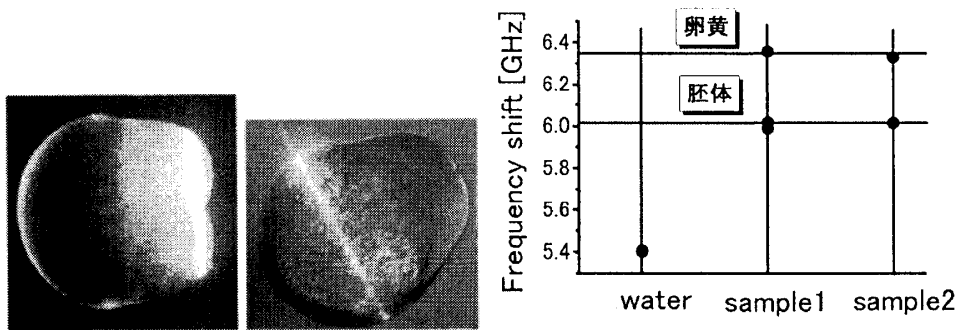


Fig.3 胚体と卵黄での測定値の違い

Fig.4は正常に卵割が進んだ受精卵に対するブリルアンピーク位置の時間変化である。卵割異常を示す卵に比べて測定値が小さく、時間によって変動していることがわかる。実験中に胚体はその形を変化させるため再現性を得にくい、卵割の時期にピークが低振動数側にシフトしているように見える。ブリルアンシフトは弾性率の $\frac{1}{2}$ 乗に比例するので、弾性率が卵割の時期に同期して低くなることを示している。これは卵割を助長する弾性不安定性に深く関係していると考えられる。

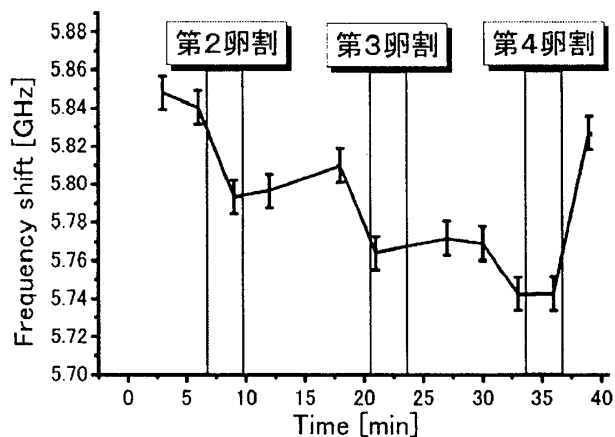


Fig.4 胚体での測定値の時間変化

参考文献

- [1] Y. Kishimoto, S. Koshida, M. Furutani-Seiki, H. Kondoh, "Zebrafish maternal-effect mutations causing cytokinesis defect without affecting mitosis or equatorial vasa deposition", submitted