

4. ムラサキイガイ前方足糸牽引筋のサポニン処理試料の作成

野 口 美代子

筋肉の機能は、外部からの刺激に応じて収縮することである。これは、細いフィラメント及び太いフィラメントと呼ばれる2種の蛋白質フィラメントの相互作用による。細いフィラメントを構成しているアクチンと、太いフィラメントを構成しているミオシンとの化学的相互作用によって、フィラメント内に貯えられた弾性的エネルギーがフィラメントの相対的な滑りを引き起こす原因となるのだが、筋肉の長さが変わらないように両端を固定すると、両端に張力が生じる。二種のフィラメント間の相互作用の機構を解明するには、まずフィラメントの構造を明らかにしなければならない。

本研究では、筋肉の種々の状態における細いフィラメントの構造を、X線解析によって調べるための試料作成を行った。

試料としては、ムラサキイガイの前方足糸牽引筋(ABRM)を用い、これにサポニン処理を行った。そうすると、界面活性剤であるサポニンで筋細胞の膜が部分的に溶かされ、膜に化学物質を通せるような穴がかけられる。その結果、細胞外の溶液の組成を制御できるようになる。ここで、ABRMのとりうる4種の状態について簡単に説明する。

弛緩状態は、筋肉の両端に発生する張力がゼロの状態をいう。収縮状態は2種類あって、1方は活性化状態にあり、他方は不活性な状態にある。前者ではエネルギー源であるATP(アデノシン三リン酸)を分解し、一定の張力を発生するが、後者では発生した張力が、数時間にわたってゆっくりと減少し、ATPはほとんど分解されない。後者をキャッチ状態という。硬直状態は、ATPがなくなり、アクチン、ミオシンの相互作用が結合したまま停止した状態をいう。

ABRMのサポニン処理の適切な条件(試料の作り方、湿度、時間等)を詳しく吟味して作ったサポニン処理試料を用いて、弛緩状態、活性化状態、キャッチ状態、硬直状態を起こすことができた。特に活性化状態は、生筋の場合よりも少くとも、7倍以上長い時間(40分以上)持続させることができた。このサポニン処理試料の弛緩状態と硬直状態の小角X線回折像を試みに本研究室のX線発生装置で撮影して、細いフィラメントの状態を調べた。その結果、細いフィラメントの配向が良好で、弛緩状態から硬直状態への変化に応じた構造変化が起こっていることがわかった。

SDR光等、30分程度の露出時間で十分な強力X線源を用いれば、活性化状態、キャッチ状

態をも含めて、構造解析に用いられるような回折強度の強いX線写真を撮影することができ、細いフィラメントの各状態における構造と、その変化を明らかにできるであろう。

5. 水平円筒熱源から立ち昇る自然対流における層流乱流遷移

生 原 功

一定温度に加熱した黄銅製水平円筒熱源から立ち昇る空気中の自然対流中で温度ゆらぎのパワースペクトルの測定を行い層流乱流遷移におけるその構造的変化を明らかにした。

円筒熱源による自然対流は Plane plume を形成し極めて不安定であり、音波、熱源の微小振動、その周りの流体の温度変化等の外乱に敏感である。従って、安定な対流を得るために実験室内に作られた小室内に対流発生装置を作った。

断熱と防音の目的でベニア板をはさみ外はウレタン、内は発砲スチロールで覆って小室の壁を作った。床には微小振動を遮断するために厚い発砲スチロールを敷いた。発生装置の筒の大きさは断面65×50cm、高さ210cmで、筒の下部開口面から高さ約20cmの位置に熱源を固定した。流れを安定化するため、筒の上下端の開口にそれぞれ1.5cm間隔で4重の防虫網を張った。また、小室の温度を一定に保つために高さ約1.8mの位置に筒を取り巻く形で渦巻を状の水冷銅管に置き、筒の上端開口からの温められた空気を冷却して下端開口に戻す方法が採られた。

対流中の温度ゆらぎの測定には時定数0.14secの熱電対を用いた。測定は熱源表面近傍及び種々の高さで行なわれた。熱源近傍ですでに複数の Instability mode が発生し、それらの mode が線形成長した後、非線形相互作用を起こして連続スペクトルへ遷移することが見い出された。その遷移は下流に向かって次の4つの領域に大別して考えることができる。即ち、Instability の発生領域、線形領域、非線形領域、3次元領域である。下図は Plume 全体像と測定結果の1例である。

測定は、熱源と筒の外の空気との温度差 ΔT が $40^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ の範囲で行われ、その範囲では遷移の様相は類似していた。例えば $\Delta T \sim 180^{\circ}\text{C}$ 、熱源直径 $D = 45\text{ mm}$ において、

- ① 発生領域での3本の Instability mode $f_0 \sim 3.5\text{ Hz}$, $f_1 \sim 1.7\text{ Hz}$, $f_2 \sim 2.6\text{ Hz}$ の発生 (高さ $H \sim 1\text{ cm}$)
- ② 線形領域での Instability mode の指数関数的成長 ($H: 1 \sim 12\text{ cm}$)
- ③ 非線形領域での Instability mode 間の非線形相互作用による高調波、和差 mode nf_0 , $nf_0 \pm mf_1$, $nf_0 \pm mf_2$ ($n = 1, 2, \dots$, $m = 1, 2$) の生成 ($H: 12 \sim 35\text{ cm}$)