

目的別テーマ：繊維系材料によるバイオメテックス機能開発

15年度研究テーマ

15-3-7：血管病変部を模擬する人工代替物を用いた血流-血管病変部間力学的相互作用の解明

ABSTRACT

Atherosclerosis is a common disease characterized by the localized build-up of plaque within the intimal layer of an artery. As the disease progresses, stenosis is formulated. High grade stenoses can limit blood flow and produce conditions in which the artery may collapse. This resultant compression may be important in the development of atherosclerotic plaque fracture and subsequent thrombosis or distal embolization. We used experimental stenosis models with lipid core that closely approximate the arterial disease situation where the entire stenosis is compliant. We examined the influence of the presence of lipid core on pulsatile flow and deformation.

We also aimed to develop the experimental model coronary stenosis. As the first step of development, the curved stenosis model was made. We examined the influence of curvature and stretch of the stenosis model on pulsatile flow and deformation.

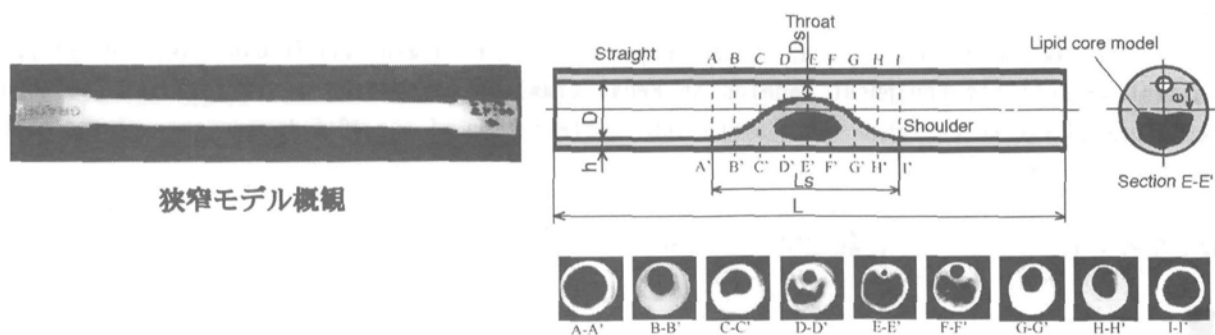
研究目的

脳血管障害と心臓病は、ともにその多くがいわゆる粥状動脈硬化症を基礎疾患とするものであり、粥状動脈硬化症は社会的重要度が高い解決すべき疾患である。粥状動脈硬化症では、血管内で発生したプラークが突然破裂して血液の固まりである血栓を作る引き金となり、その血栓が血管を閉塞する危険性が高い。また、剥離したプラークや血栓が抹消に流れて細い血管を閉塞する危険性もある。そこで本研究では、プラークにかかる力学的作用を人工代替物でモデル化して実験的に解析する。また、数値計算によっても解析し、実験では困難な条件で解析する。

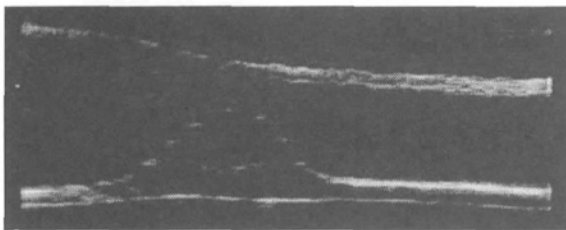
一年間の研究内容と成果

粥状動脈硬化症による病変部であるプラークを通常の血管壁と脂肪コアからなるモデルと近似して、ハイドロゲルによる人工代替物を用いて病変部モデル（狭窄モデル）を作成した。狭窄モデル内の拍動流れと変形の相互作用を実験的に検討した。また、その結果を数値計算の結果とあわせて検討した。さらに、数値計算ではMRI画像からのリアリスティックな形状における評価を行った。

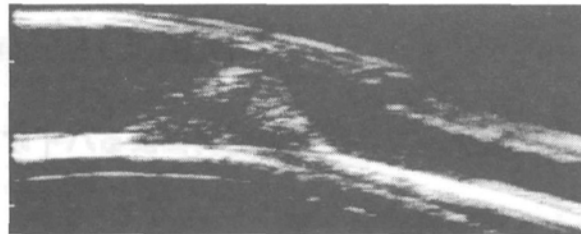
次に、冠動脈における病変を想定し、病変部モデルの曲率と伸びが動的に変化する実験装置を開発し、検討することとした。その第一段階として、病変部モデルの曲率と伸びを静的に変化させた際における、拍動流れと病変部モデルの変形の相互作用を実験的に検討した。



狭窄モデル断面図と狭窄モデルのスライス写真
 $L=110\text{ mm}$, $L_s=16\text{ mm}$, $D=8\text{ mm}$, $h=1\text{ mm}$.

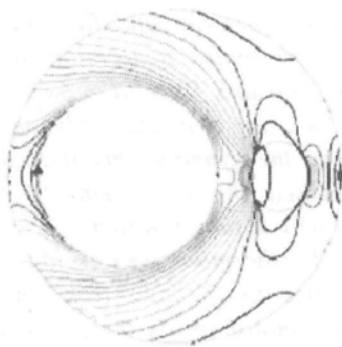


脂質コア付モデル (ストレート, 曲率=0)
下流側圧力 10 mmHg, 位相 168deg

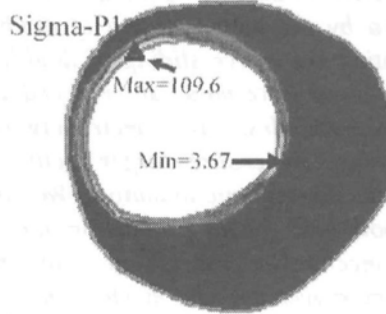


脂質コアなしモデル (曲率= 8×10^{-3})
下流側圧力 7 mmHg, 位相 312deg,

狭窄モデルの超音波診映像 (上流側圧力=100+/-30mmHg)



円形状の血管と脂質コアからなるモデル



MRI 画像から 3次元構築した脂質コア付モデル

数値計算結果 (応力等高線図)

展望

現在, 冠動脈における病変を想定した, 狭窄モデルの曲率と伸びが動的に変化する実験装置を開発中である。この実験結果を数値計算による結果とあわせて検討し, 急性冠動脈症候群 (ACS) の原因となる, 冠動脈のプラーク破壊を引き起こす力学的な因子の解明につなげ, 診断上に有益な情報として提供したい。