

疑似血流中における血栓の画像検出に関する基礎的検討

公立千歳科学技術大学 電子光工学科, 室蘭工業大学大学院 もの創造系領域*

○横井 直倫, 相津 佳永*

1. はじめに

国内外において血栓に起因する冠動脈閉塞や脳循環障害は死因の上位を占めており, その制圧は世界的に喫緊の課題である. 著者らはこれまでに, 静止する血液層を対象としてレーザー照射下で得られるスペックルパターンの画像解析を行ない, その凝固過程を定量評価してきた.^{1,2)} 今回, 血流モデルにより生成したウマ保存血液の疑似血流をレーザー照射下でCMOSイメージセンサにより撮像し, 取得画像の画像処理に基づく疑似血流中の血栓検出の可能性について検討する.

2. 測定原理

Fig.1は, 血栓の検出のために用いた実験光学系の概略図である. ローラーポンプによりウマ保存血液を合成樹脂製のチューブを介してガラス製のフローセルに導入する形態の血流モデルを構成し, これにより疑似血流を生成する. 一方, 血栓の検出に関しては, 波長635nmで出力4.5mWの半導体レーザー(LD)をリングライトガイドに導入し円形光とした上で疑似血流を一様に照明し, その散乱光を結像面に設置したズームレンズを伴うCMOSイメージセンサによりフレームレート30fps, 光学倍率5倍で画像検出する. 今回, ウマ保存血液の10%希釈液に対し, 抗凝固剤としてクエン酸三ナトリウム溶液を添加する場合, 何も添加しない場合, および凝固促進剤として複数の異なる量の塩化カルシウム溶液を添加する場合の各々について比較評価を行ない, 疑似血流中における血栓検出の可能性を示す.

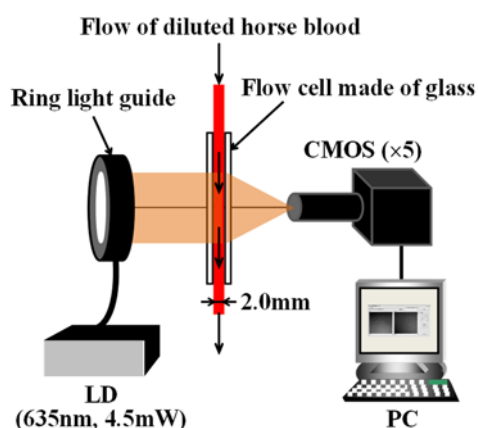


Fig.1 Schematic diagram of a pseudo-blood flow model used for detecting thrombin.

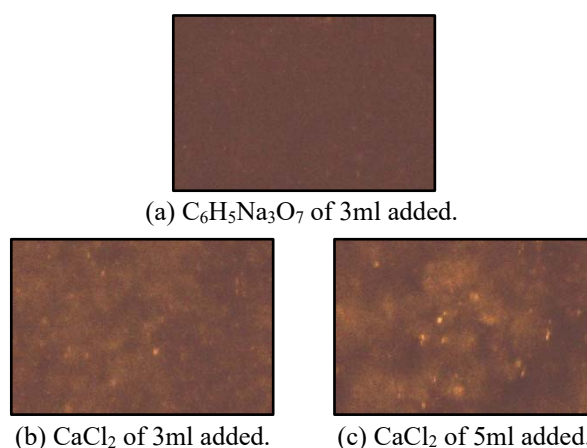


Fig.2 Speckle patterns obtained for flows of 3 types of diluted horse bloods.

3. 測定結果

Figs.2(a)~(c)は各々, ウマ保存血液の10%希釈液に対してクエン酸三ナトリウム溶液3mlを添加した場合, 塩化カルシウム溶液3mlを添加した場合, および塩化カルシウム溶液5mlを添加した場合について, いずれも測定開始から15分後にLDの照明下で取得したスペックルパターンの一例である. Fig.2(a)においては, 血栓に相当するものは見当たらない. 一方, Figs.2(b), (c)においては, 血栓に相当すると思われる血液の凝固体が見られる. さらに, Figs.2(b), (c)の比較から, 塩化カルシウム溶液の添加量の増加に伴い血栓の成長に伴うと思われる画像のコントラストの向上が見られる. 以上より, 画像解析により血栓の検出のみならず, その成長も定量評価できる可能性がある.

謝辞

本研究は第36回公益財団法人寿原記念財団研究助成金の支援を受けて行われた.

参考文献

- 1) 横井直倫, 相津佳永, 魚住純, 「血液凝固過程で観察されるバイオスペックルパターンのフラクタル性」, 第64回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集(CD-ROM), NO.16p-P11-11 (2017).
- 2) N. Yokoi, Y. Aizu, and J. Uozumi, “Analysis of blood coagulation process based on fractality and dynamic characteristic of laser speckle pattern,” Journal of Biomedical Optics, Vol.24, No.3, 031018 (2019).