T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	中空糸膜型人工肝臓の移動現象モデルによる性能評価
Title(English)	
著者(和文)	青柳健介, 吉川史郎
Authors(English)	Kensuke Aoyagi, Shiro Yoshikawa
出典(和文)	化学工学会新潟大会研究発表講演要旨集, , No. PD126,
Citation(English)	, , No. PD126,
発行日 / Pub. date	2008, 8

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

PD126

中空糸膜型人工肝臓の移動現象モデルによる性能評価

(東工大院理工)○(学)青柳健介・(正)吉川史郎*

緒言

現在、人工肝臓として中空糸膜型のものが広く研究されている。この形式の人工肝臓の性能を評価する際には、酸素および分解されるべき有毒物質の中空糸膜内への透過量が重要となる。また、透過した物質の膜内の濃度分布を明らかにすることも必要となる。そこで本研究ではシェル側の圧力分布の測定結果より透過液量の軸方向分布を求めるとともに、中空糸膜内の移動現象をモデル化し、濃度分布を推算した結果に基づいて流量などの操作条件が性能に及ぼす影響について検討した。

１．シェル側圧力分布測定実験

透過流量分布を明らかにするために圧力の軸方向分布を測定した。実験装置の概略を Fig.1 に示す。装置内の流動状態を把握するため、中空糸膜モジュール(人工透析器)シェル側に圧力タップを設置し軸方向圧力差を測定した。また、膜間圧力差(TMP)を測定し、透過流量との関係から透過係数を算出した。試験流体としては血漿を想定したイオン交換水を用いた。また、実験では主にシェル側の流動に着目するため中空糸内にはイオン交換水のみを充填した。

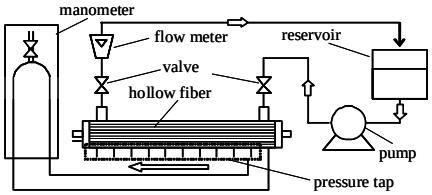

Fig.1 実験装置

２．圧力分布測定結果

測定された軸方向圧力分布を Fig.2 に示す。圧力は直線的に減少する分布になっていない。これは、入口出口付近の流動状態が複雑であることと、流体の中空糸内への透過によりシェル側の流量が変化するためと考えられる。そこで圧力分布を中空糸内はポワズイユの式、シェル側をコゼニーカルマンの式で表し、透過の推進力を TMP としたモデルにより導かれる関数により測定結果の相関を試みた。その結果、0.3<z/L<0.7 の領域では上記モデルによる相関が可能であることを確認した。一方、入口出口近傍では軸方向以外の速度成分の影響が大きいこともあり、良好に相関することはできなかった。そこでこれらの領域では分布を最も良好に相関する関数で代表させることとした。中空糸内への透過流量の計算は、入口出口近傍では軸方向局所 TMP と透過係数から計算し、モデルにより相関された部分では相関式をコゼニーカルマンの式に代入し、供給流量との差から計算した。

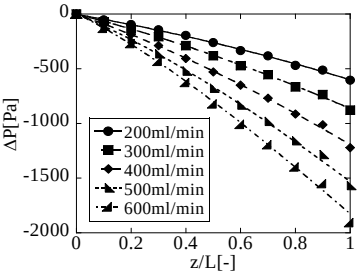

Fig.2 中空糸内軸方向圧力分布

３．モデルと数値計算

中空糸に充填された肝細胞は自己組織化し、円柱状の組織体（シリンドロイド）になることが知られている。本研究では中空糸膜内にシリンドロイドがあると仮定し、実験とモデルにより得られた透過流量分布を利用して、酸素の移動と消費速度に関するモデルを作った。中空糸内において、シリンドロイド以外の領域では軸方向、半径方向流速による対流と半径方向拡散を、シリンドロイド内では半径方向拡散のみを考慮した物質移動現象モデルにより数値計算を行い、中空糸膜内の酸素濃度分布を計算した。シェル側供給流量を 200ml/min として計算した結果を Fig.3 に示す。0.66<z/L の領域では濃度が 45mmHg 以下となっていて、肝細胞に十分な酸素が供給できないものと予想される。このような領域は供給流量を増加させ、400ml/min 以上にすればほぼ解消されることが計算により確認された。

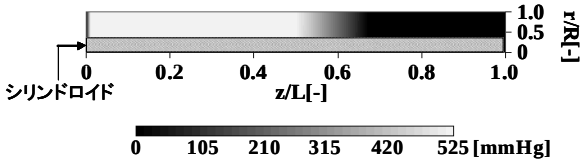

Fig.3 中空糸内酸素濃度分布

５．まとめ

中空糸膜型人工肝臓内部の流動状態を明らかにし、数値計算により酸素濃度分布を求める方法を確立した。これを利用することにより、効率的な人工肝臓の設計、操作が可能になると考えられる。

*Tel.& Fax: 03-5734-3278
E-mail: syoshika@chemeng.titech.ac.jp