

博士學位論文

内容の要旨

および

審査の結果の要旨

甲第 14 号

平成 22 年 3 月

湘南工科大学

は し が き

本号は学位規則（昭和 28 年 4 月 1 日文部省令第 9 号）第 8 条の規定による公表を目的として、平成 22 年 3 月 21 日に本学において博士の学位を授与した者の論文内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を収録したものである。

目 次

学位記の番号 甲第 14 号
(平成 22 年 3 月 21 日)

学位論文題目

Combination of high permeability membrane and high adsorptive
membrane to control the rate of solute removal

(高透過性膜と高吸着性膜の組み合わせによる溶質除去速度の制御)

氏 名 富 沢 成 美

氏名	富沢 成美 (本籍地 神奈川県)
学位の種類	博士 (工学)
学位の番号	甲第 14 号
学位授与の条件	学位規定第 3 条第 2 項
学位授与の日付	平成 22 年 3 月 21 日
学位論文題目	Combination of high permeability membrane and high adsorptive membrane to control the rate of solute removal (高透過性膜と高吸着性膜の組み合わせによる溶質除去速度の制御)
論文審査員	(主査) 湘南工科大学教授 山下 明泰 (副査) 湘南工科大学教授 林 卓 (副査) 湘南工科大学教授 藤津 悟 (副査) 湘南工科大学准教授 森井 亨

論文内容の要旨

種々の疾患で血液を浄化する場合、血液中の老廃物を分離膜や吸着体で除去する治療が行われている。慢性腎臓病治療の場合には、アルブミン（分子量：69,000）以下の分子サイズを持つ溶質を分離（透析）膜で除去する人工腎臓治療が行われているが、敗血症など急性または重篤な疾患においては、吸着特性を有する分離膜を使用することで、優れた臨床効果を達成することが可能である。しかし、膜の吸着能を積極的に利用する血液浄化法については、これまで臨床的な経験を散見するのみで、基礎的な研究はほとんどなかった。

本研究ではまず、市販の血液浄化膜を用いて水溶液系および牛血液系で限外

濾過実験を行い、タンパク質が除去される場合、膜を透過（濾過）することによって除去される割合と、膜の吸着によって除去される割合が、使用する膜ごとに異なることを明らかにした。さらに、同様な吸着特性を示す膜であっても、膜の材料に対してタンパク質分子が疎水的に結合する場合と、膜の細孔内にはまり込む場合とがあることも分かった。

次に、膜ごとの分離のメカニズムを検討するために、種々の高分子材料を用いて実験用平膜を作製し、その透過性および吸着性を評価した。ここではまず、透過のメカニズムが分子量ごとに異なることを明らかにした。すなわち、分子量が小さい溶質（分子量：113）では、その拡散透過性は分離膜よりも流体境膜の抵抗に依存するが、分子量が大きくなる（分子量：1355）と境膜の抵抗が激減することが分かった。また、分離特性が異なる2種類の分離膜を組み合わせたとき、組み合わせの順序により溶質透過性が異なることがわかった。これらの結果から、溶質透過能および吸着能を制御した血液浄化膜の創製が期待できる。すなわち、これまでの血液浄化は、主として拡散と濾過で行われてきたが、これに吸着を組み合わせることで新規血液浄化器を作製できる可能性がある。

審査の結果の要旨

本研究ではまず、血液浄化治療に使われている市販分離膜の溶質除去特性を、基礎的観点から明らかにした。これは膜分離の基礎科学として興味深いばかりでなく、臨床的な有用性も高い。また、分離特性の異なる平膜を自作して、それを2種類組み合わせることにより、新たな分離特性について検討している。膜の拡散透過実験より、物質移動の抵抗は、小分子溶質では膜自身よりも流体境界膜が支配的であるのに対し、分子量の増加とともに膜自身の透過抵抗が支配的になることが分かった。これはデバイス設計上、重要な知見と認められる。なお、本論文の本文は総て英文である。

本研究の結果は、査読付論文として学会誌に7編に掲載されたのみならず、国際会議における3件の口頭発表を通じて公表した。また、そのほかに国内発表1件、プロシーディング論文4件、総説論文2件の執筆を行った。平成21年9月15日に提出された学位論文について、4名の審査員による予備審査の結果、合格と判定されたことを受け、本審査に入り、平成22年2月10日に論文公開発表会を開催し、膜分離を応用した血液浄化分野における技術として期待できる内容であり、博士の学位を与えるに相応しいものと判断された。