

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	水処理用芳香族ポリアミド膜およびポリベンズイミダゾール膜に関する研究
Title(English)	Fundamental Studies on Aromatic Polyamide and Polybenzimidazole Membranes for Water Treatment
著者(和文)	相羽誉礼
Author(English)	Motohiro Aiba
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10114号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:松本 英俊,扇澤 敏明,大塚 英幸,斎藤 礼子,早川 晃鏡
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10114号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	相羽 誉礼	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	松本 英俊	准教授	早川 晃鏡	准教授
	審査員	扇澤 敏明	教授		
		大塚 英幸	教授		
斎藤 礼子		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Fundamental Studies on Aromatic Polyamide and Polybenzimidazole Membranes for Water Treatment (水処理用芳香族ポリアミド膜およびポリベンズイミダゾール膜に関する研究)」と題し、英語で書かれており、以下の6章から構成されている。

第1章「General Introduction (序論)」では、水処理プロセスに用いられる浸透膜の研究動向を概観している。全芳香族架橋ポリアミドをはじめとする高分子材料を利用した既存浸透膜における課題を整理し、高分子材料の化学構造および凝集構造と選択透過性との関係解明が浸透膜の材料設計において重要であることを指摘している。

第2章「Preparation and Structure-Property Relationship of Wholly Aromatic Polyamide Membranes (全芳香族ポリアミド膜の作製と膜構造-透水性の関係)」では、膜の透水性能向上に関係する因子を明らかにするために、8種類の新規ポリアミドを合成し、製膜と透水性能の評価を行っている。スピニング膜において水および塩透過性の向上が確認されたカルボン酸基を導入したポリアミドから非溶媒誘起相分離法によって製膜を行い、スピニング膜と比較して著しく透水量が向上することを見出し、詳細な構造解析により、膜表面および内部での細孔形成に加えて、高分子鎖間の水素結合の抑制に伴う高分子鎖の運動性の向上が透水量の向上に大きく影響していることを明らかにしている。

第3章「Effect of *N*-Methyl Amide Linkage on Hydrogen Bonding Behavior and Water Transport Properties of Random Aromatic Copolyamide Membranes (芳香族ポリアミドランダム共重合体膜における水素結合形成及び透水性能に与える *N*-メチル化アミド結合の影響)」では、部分 *N*-メチル化結合を有する6種類の新規ポリアミドランダム共重合体を合成し、*N*-メチル化アミド結合が分子間相互作用および凝集構造、さらに透水性能に及ぼす影響について調べている。*N*-メチル化アミド結合の導入によって、高分子鎖間の水素結合が抑制されると同時に *cis* 体の増加に伴うコンフォメーション変化が誘起されることを見出し、高分子鎖の局所的な運動性の向上と自由体積サイズの増加によってチャネル形成が促され、水と塩の両方の拡散係数が向上することを明らかにしている。

第4章「Effect of Crosslinking Reaction of *N*-Substituted Polybenzimidazole Membranes on Water Transport Properties (*N*-置換ポリベンズイミダゾール膜の架橋反応が透水性能に与える影響)」では、分子間相互作用の抑制を志向した *N*-置換ポリベンズイミダゾールを合成し、架橋反応が分子間相互作用および凝集構造、さらに透水性能に及ぼす影響について調べている。架橋反応に伴う高分子鎖間水素結合の抑制によるチャネル形成と塩の水和半径より小さなサイズを持つ自由体積の形成によって、架橋 *N*-ブチルスルホネート化ポリベンズイミダゾールでは、水の拡散係数のみを選択的に増加することを見出し、これにより透水量と塩阻止率を同時に向上させることが可能であることを明らかにしている。

第5章「Solution and Solid-State Structures of Dynamic Covalent Aromatic Polyamides: Effect of Thermal Reorganization Behaviors (動的共有結合を有するポリアミドの熱的再組織化が溶液及び固体構造に与える影響)」では、主鎖中に可逆動的共有結合部位を有する新規ポリアミドを合成し、溶液中および薄膜での構造解析を行っている。製膜時の温度調整により可逆的ラジカル開裂反応の速度を変化させることによって、高分子鎖間の水素結合形成、膜密度、さらに表面親疎水性の制御が可能であることを見出し、膜の構造制御方法として動的共有結合高分子の利用が有用であることを明らかにしている。

第6章「General Conclusion (総括)」では、本研究の結果を総括するとともに、今後の展望について述べている。

これを要するに本論文は、高分子膜の化学構造および凝集構造を詳細に解析し、特に高分子鎖間の相互作用と形成される自由体積のサイズに注目して、選択透過性との関係を明らかにすることを通じて材料設計への指針を示したものであり、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。