

氏 名 (本籍)	はなだ ともみ 花田 朋美 (千葉県)
学 位 の 種 類	博 士 (被服環境学)
学 位 記 番 号	博乙第 26 号
学位授与年月日	平成 25 年 3 月 11 日
学位授与の要件	学位規程第 5 条第 3 項該当
論 文 題 目	良・貧溶媒混合溶液処理による繊維収縮の基礎的研究と テキスタイル制作への応用
論文審査委員	(主査) 教授 森川 陽 教授 田村 照子 教授 米山 雄二 教授 安藤 穰 (東京家政学院大学)

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は全 7 章から成る。

第 1 章「序論」では、我が国において布帛加工の新規技術の開発がますます重要となっている社会的背景について述べ、繊維に対する化学的処理によって布帛に立体模様を付与する技術の確立を目指して、三大合成繊維であるポリエステル繊維、ナイロン繊維、アクリル繊維、ならびに生分解性のポリ乳酸繊維の良・貧溶媒混合溶液による繊維収縮現象を調べ、そのメカニズムを解明し、この繊維収縮現象を染色と組み合わせることによって収縮部分と未収縮部分が混在する凹凸感と色の濃淡を併せ持つテキスタイルの制作に応用しようとする本研究の目的と意義について述べた。

第 2 章「ポリエステル繊維布の収縮性」では、ポリエステルオーガンジーについて、良溶媒である *m*-クレゾールと貧溶媒であるエタノールの混合溶液を用いた場合の収縮性を検討した結果について述べ、良溶媒モル分率が小さい場合には収縮は観測されないが、ポリエチレンテレフタラートのガラス転移点以下の温度においても、良溶媒モル分率が 83.4%と大きい場合には収縮が観測されることを示し、良溶媒の浸透によって繊維高分子の運動の自由度が大きくなり、配向した非晶分子鎖の配列が乱れる結果として収縮に至ることを示唆している。また、染色における板締め技法を応用して、凹凸感と透け感と色調の濃淡とをあわせ持つテキスタイル制作について記述した。

第 3 章「ナイロン繊維布の収縮性」では、ナイロンオーガンジーを試料として、良溶媒であるギ酸と貧溶媒である水との混合溶液を用いた場合の収縮性について検討した結果を示し、ギ酸のモル分率 24.1%以上では、ナイロン 6 のガラス転移以下である 25℃においても収縮が観測されることから、ナイロン繊維中のナイロン 6 分子鎖配列がギ酸の浸透に伴って乱れ、分子鎖が直線状から糸まり状になることが収縮の原因であることを示唆している。また、未収縮試料に比して収縮試料布の破断時の伸び率が著しく大きくなるが、収縮試料と未収縮試料の破断時の試料長が一致することを示し、繊維の収縮領域は引張りによって未処理試料と同程度に分子が再配向するまで伸び、破断に至る機構を示唆している。収縮しないシルク布とナイロン布の間の収縮差を利用

して、シルク布にリップルを付与したテキスタイル制作の例を紹介した。

第4章「アクリル繊維の収縮性」では、3種のアクリル繊維布を試料として、良溶媒であるジメチルホルムアミドと貧溶媒である水との混合溶液を用いた場合の収縮性を検討した結果について述べ、収縮増大が始まる温度域と染着量が増大する温度域がポリアクリロニトリルのガラス転移点以上の温度域と一致していることから、ポリアクリロニトリル分子の分子運動の自由度が増した状態において、アクリル繊維中へのジメチルホルムアミド分子の浸透が、ポリアクリロニトリル分子間隙の膨潤に伴う分子鎖配列の乱れを誘引し、これにより収縮が生ずる機構を示唆している。また、破断時の試料長が未処理試料と収縮試料とで同じであったことから、非晶相への良溶媒の浸透によるポリアクリロニトリル分子の配向の乱れに伴う収縮が、引張りによって未処理試料と同程度に再配向して破断に至ることを示唆している。以上の収縮現象に嵐絞りの技術を応用して、収縮部分と未収縮部分が混在しているプリーツ状の凹凸と色調の変化を併せ持つテキスタイルを制作した例を示した。

第5章「ポリ乳酸繊維布の収縮性」では、ポリ乳酸繊維布について、繊維径の太いモノフィラメント系(PLA-mono)を用いた試料布と細いマルチフィラメント系(PLA-multi)を用いた試料布の2種類を用いて、クロロホルム/エタノール、ジクロロメタン/エタノール、1,2ジクロロエタン/エタノールの3種の良溶媒/貧溶媒混合溶液を用いた場合の試料布の収縮について検討した結果を述べ、PLA-multiでは、PLA-monoと同じ収縮率を得るためにはより高い良溶媒モル分率を必要とすること、PLA-monoより約25%大きい溶媒和エンタルピーを有すること、ならびに偏光顕微FT-IR測定から求めたPLA-multiの分子配向性がPLA-monoより高く、非晶相の二色性が収縮とともに減退することを示し、収縮現象が非晶相への溶媒の浸透・溶媒和によってポリマー分子鎖の配向の乱れを伴って引き起こされていることを明らかにしている。収縮した試料布の力学的性質が良溶媒種に依存することを示し、繊維の収縮加工における良溶媒探索の指針の必要性を述べるとともに、収縮部分と未収縮部分が混在した凹凸と透け感、及び色調の濃淡を併せ持つテキスタイル制作の例について示した。

第6章「良・貧溶媒混合法による収縮性を応用したテキスタイル制作」では、前章までに検討した、良溶媒と貧溶媒の混合液によって繊維布を収縮させる方法を、「良・貧溶媒混合法」として提案し、これと伝統的染織技法を組み合わせたテキスタイルの制作手法及び制作例についてまとめて記述した。

第7章「総括」では、第2章から第6章で得られた結果を総括した。ポリエステル繊維、ナイロン繊維、アクリル繊維、及び、ポリ乳酸繊維の良・貧溶媒混合溶液による収縮現象が、繊維の非晶領域を形成している配向分子鎖に溶媒和が生じ、分子運動の自由度が増した分子鎖の配向が乱れた結果であることを明らかにし、これが代表的な合成繊維に共通していることを示し、この収縮現象を新規なテキスタイル制作に応用する手法を作品制作例示によって提案したことを記述した。

論文審査結果の要旨

本論文は全7章から成っている。

第1章「序論」では、我が国において布帛加工の新規技術の開発がますます重要となっている社会的背景について述べ、繊維に対する化学的処理によって布帛に立体模様を付与する技術の確立を目指して、三大合成繊維であるポリエステル繊維、ナイロン繊維、アクリル繊維、ならびに生分解性のポリ乳酸繊維の良・貧溶媒混合溶液による繊維収縮現象を調べ、そのメカニズムを解明し、この繊維収縮現象を染色と組み合わせることによって収縮部分と未収縮部分が混在する凹凸感と色の濃淡を併せ持つテキスタイルの制作に応用しようとする本研究の目的と意義について述べている。

第2章「ポリエステル繊維布の収縮性」では、ポリエステルオーガンジーについて、良溶媒である *m*-クレゾールと貧溶媒であるエタノールの混合溶液を用いた場合の収縮性を検討した結果について述べ、良溶媒モル分率が小さい場合には収縮は観測されないが、ポリエチレンテレフタラートのガラス転移点以下の温度においても、良溶媒モル分率が 83.4%と大きい場合には収縮が観測されることを示し、良溶媒の浸透によって繊維高分子の運動の自由度が大きくなり、配向した非晶分子鎖の配列が乱れる結果として収縮に至ることを示唆している。また、染色における板締め技法を応用して、凹凸感と透け感と色調の濃淡とをあわせ持つテキスタイル制作について記述している。

第3章「ナイロン繊維布の収縮性」では、ナイロンオーガンジーを試料として、良溶媒であるギ酸と貧溶媒である水との混合溶液を用いた場合の収縮性について検討した結果を示し、ギ酸のモル分率 24.1%以上では、ナイロン6のガラス転移以下である 25℃においても収縮が観測されることから、ナイロン繊維中のナイロン6分子鎖配列がギ酸の浸透に伴って乱れ、分子鎖が直線状から糸まり状になることが収縮の原因であることを示唆している。また、未収縮試料に比して収縮試料布の破断時の伸び率が著しく大きくなるが、収縮試料と未収縮試料の破断時の試料長が一致することを示し、繊維の収縮領域は引張りによって未処理試料と同程度に分子が再配向するまで伸び、破断に至る機構を示唆している。収縮しないシルク布とナイロン布の間の収縮差を利用して、シルク布にリップルを付与したテキスタイル制作の例を紹介している。

第4章「アクリル繊維の収縮性」では、3種のアクリル繊維布を試料として、良溶媒であるジメチルホルムアミドと貧溶媒である水との混合溶液を用いた場合の収縮性を検討した結果について述べ、収縮増大が始まる温度域と染着量が増大する温度域がポリアクリロニトリルのガラス転移点以上の温度域と一致していることから、ポリアクリロニトリル分子の分子運動の自由度が増した状態において、アクリル繊維中へのジメチルホルムアミド分子の浸透が、ポリアクリロニトリル分子間隙の膨潤に伴う分子鎖配列の乱れを誘引し、これにより収縮が生ずる機構を示唆している。また、破断時の試料長が未処理試料と収縮試料とで同じであったことから、非晶相への良溶媒の浸透によるポリアクリロニトリル分子の配向の乱れに伴う収縮が、引張りによって未処理試料と同程度に再配向して破断に至ることを示唆している。以上の収縮現象に嵐絞りの技術に応用して、収縮部分と未収縮部分が混在しているプリーツ状の凹凸と色調の変化を併せ持つテキスタイルを制作した例を示している。

第5章「ポリ乳酸繊維布の収縮性」では、ポリ乳酸繊維布について、繊維径の太いモノフィラ

メント系(PLA-mono)を用いた試料布と細いマルチフィラメント系(PLA-multi)を用いた試料布の2種類を用いて、クロロホルム/エタノール、ジクロロメタン/エタノール、1,2ジクロロエタン/エタノールの3種の良溶媒/貧溶媒混合溶液を用いた場合の試料布の収縮について検討した結果を述べ、PLA-multiでは、PLA-monoと同じ収縮率を得るためにはより高い良溶媒モル分率を必要とすること、PLA-monoより約25%大きい溶媒和エンタルピーを有すること、ならびに偏光顕微FT-IR測定から求めたPLA-multiの分子配向性がPLA-monoより高く、非晶相の二色性が収縮とともに減退することを示し、収縮現象が非晶相への溶媒の浸透・溶媒和によってポリマー分子鎖の配向の乱れを伴って引き起こされていることを明らかにしている。収縮した試料布の力学的性質が良溶媒種に依存することを示し、繊維の収縮加工における良溶媒探索の指針の必要性を述べるとともに、収縮部分と未収縮部分が混在した凹凸と透け感、及び色調の濃淡を併せ持つテキスタイル制作の例について示している。

第6章「良・貧溶媒混合法による収縮性を応用したテキスタイル制作」では、前章までに検討した、良溶媒と貧溶媒の混合液によって繊維布を収縮させる方法を、「良・貧溶媒混合法」として提案し、これと伝統的染織技法を組み合わせたテキスタイルの制作手法及び制作例についてまとめて記述している。

第7章「総括」では、第2章から第6章で得られた結果を総括している。

これを要するに、本論文はポリエステル繊維、ナイロン繊維、アクリル繊維、及び、ポリ乳酸繊維の良・貧溶媒混合溶液による収縮現象が、繊維の非晶領域を形成している配向分子鎖に溶媒和が生じ、分子運動の自由度が増した分子鎖の配向が乱れた結果であることを明らかにし、これが代表的な合成繊維に共通していることを示し、この収縮現象を新規なテキスタイル制作に応用する手法を作品制作例示によって提案することにより、被服素材領域の科学・技術に新たな知見を加えたものであって、被服環境学上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(被服環境学)の学位論文として十分価値あるものと認められる。