京都工芸繊維大学

	へば　めはに　もはめど　いぶらひも　がないぇも
氏　　名	HEBA MEHANY MOHAMED IBRAHIM GHANAYEM
学位(専攻分野)	博　士（学術）
学位記番号	博甲第 1051 号
学位授与の日付	令和 4 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科　先端ファイブロ科学専攻
学位論文題目	Water-free Pretreatments of Gray Cotton Fabric in Dyeing Process （綿生機の染色プロセスにおける無水前処理）
審査委員	(主査)教授　奥林里子 教授　鋤柄佐千子 准教授　安永秀計

論文内容の要旨

均一で堅牢な染色を得るため、染色前には繊維に含まれる不純物を除去するための前処理（精練）が施される。従来の精練では多量の薬品と水が用いられ、環境負荷が高く代替技術の開発が急務となっている。

本論文では、水の代替として超臨界状態の二酸化炭素を用いた綿パイル織物の精練と、アルカリ加水分解の代替技術として電子線照射による不純物の分解のほか、これらの前処理が綿の反応染色に及ぼす影響について検討している。本論文は 6 章からなり、各章の要旨は次のとおりである。

第 1 章では、従来の染色加工の課題を指摘し、その解決技術として期待される超臨界二酸化炭素や電子線照射技術および、これらを繊維に利用した先行研究について述べ、無極性の超臨界二酸化炭素が天然繊維の処理に利用されることや、電子線照射技術との併用についての研究例が極めて少ないなど、本論文の意義を述べている。

第 2 章では、本論文で使用した生成りの綿パイル織物の詳細のほか、超臨界二酸化炭素を用いた不純物の除去（精練）、精練の前処理として施された電子線照射、反応染料での染色等の実験操作のほか、除去された不純物を特定する FT-IR の測定や、精練の評価としての水への濡れ性試験等について詳しく述べている。

第 3 章では、生成り綿パイル織物の不純物除去について、超臨界二酸化炭素処理単独ではほとんど除去されないが、少量の有機溶媒や界面活性剤の添加により、表面のワックス成分は完全に除去され、水への濡れ性が劇的に向上することを報告している。

第 4 章では、超臨界二酸化炭素精練の前処理として、生成り綿パイル織物に最適なエネルギーの電子線を照射することで、従来の水系アルカリ精練と同程度の強度を保持しながら、第 3 章で得られた条件より処理時間を短くすることができ、かつ超吸水綿パイル織物が得られることを報告している。

第 5 章では、電子線照射で前処理したのち超臨界二酸化炭素精練された生成り綿パイル織物の、反応染料による染色性について検討し、電子線照射することで綿の化学構造が変化し、染色性は低下したものの、均染性および洗濯や摩擦堅牢度が向上したことを見出している。

第 6 章では、本研究を総括し、今後の展開および課題を述べている。

論文審査の結果の要旨

従来の繊維加工に利用される水が極性の媒体であるのに対し、水の代替として注目される超臨界二酸化炭素は低極性を示すため、天然繊維のような親水性の高分子材料の繊維加工にそれを使用した研究はほとんどなかった。本論文は、少量のアルコールと両親媒性化合物を含む超臨界二酸化炭素で洗浄することで、天然綿から不純物を除去し、均一な親水性を綿に与える初めての研究と考えられる。なかでも、超臨界二酸化炭素洗浄の前処理として、無水技術の一つである電子線照射分解を併用したプロセスが、洗浄時間を短縮しかつ超吸水綿パイル織物を調製できることから工業利用において意義があるだけでなく、綿繊維の最表層に存在するワックス成分とその下層のペクチンの一部除去によって超親水をもたらすことを見出したことは、学術的に意義がある。さらに、超臨界二酸化炭素が綿繊維表面に作用して不純物を除去するのに対して、電子線は不純物より内層にあるセルロースにも作用して酸化させることを明らかにしたことで、超臨界二酸化炭素と電子線照射の二つの技術により、様々な親水性材料の表面および内部処理の可能性が示唆された点においても、この論文の意義が認められる。

以上の結果から、本論文の内容は十分な新規性と学術的及び工業的価値があると認められ、本論文が博士論文の水準を満たしていると判定された。

本論文の基礎となった学術論文 2 報を以下に示す。いずれもレフリー制度の確立した学術誌に掲載されており、2 報ともに申請者が筆頭著者である。いずれの論文も二重投稿等の研究者倫理に反するような不正行為がないことを確認した。

1．Water-free dewaxing of grey cotton fabric using supercritical carbon dioxide, Heba Ghanayem, Satoko Okubayashi, The Journal of Supercritical Fluids, 174, 105264, (2021)

2. Improvement of water wettability of gray cotton fabric using electron beam irradiation and supercritical CO2 treatment, Heba Ghanayem, Satoko Okubayashi, The Journal of Supercritical Fluids, 181, 105506, (2022)