

氏名	かむとーん いんたらびちやい KAMTHORN INTHARAPICHAИ
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	博甲第968号
学位授与の日付	令和2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 バイオベースマテリアル学専攻
学位論文題目	Cellulose Nanofiber and Dye from Oil Palm Tree (油ヤシからのセルロースナノファイバーと染料の製造)
審査委員	(主査)教授 小原仁実 教授 奥林里子 准教授 安永秀計 助教 岡久陽子

論文内容の要旨

環境対応型の材料開発には植物を如何に利用するかが要と考えられる。しかし、我が国は植物資源に乏しいので、豊かな植物資源を有する東南アジア諸国との連携が欠かせない。一方、東南アジア諸国は、植物資源を基盤とした産業の振興を企図している。本研究論文では、タイ国の油ヤシからのセルロースナノファイバー(CNF)と染料の製造に関する研究を行なっている。本論文は4章から構成され、各章の要旨は次のとおりである。

第1章では、本研究の対象であるセルロースナノファイバーと天然染料についての先行研究を紹介するとともに、天然染料についてはその歴史についても言及している。

第2章では、油ヤシからパームオイルを製造する工程から排出されるパーム・プレス・ファイバー(PPF)、エンプティー・フルーツ・バンチ(EFB)、パーム・カーネル・シェル(PKS)、および幹の部分からCNFを作製した。幹からのCNFを用いて得られたシートの破断時応力値とヤング率が最も高く、機械特性が優れているが、熱分解性は他の部分から得たCNFシートと差異はないとしている。CNFシートの結晶化度は幹の部分からの物が最も高く、PPFやPKSの物は低い。また、結晶のサイズはいずれの部分から得られたシートでもほぼ同じ値を示す。したがって、幹からのCNFで作製したシートの機械特性は結晶化度と関係があることが示唆されたと述べている。

第3章では、前章と同じ材料であるPPF、EFB、PKS、幹からの水抽出物を用いて布帛試料の染色を試みている。PKSからの抽出物で調製した染色液はシルク布帛を茶系のオレンジ色に染め、各部分からの抽出物の中で最も高い染色性を示すとしている。染色シルクの色調は、抽出物仕込み量が増加するに伴い明度が一旦低減し、さらに増やすと若干低下する。これは、PKS抽出物に含まれる染料と染料前駆体成分が染色過程における加熱によって酸化して新たな染料分子を生成し、この染料の組成・染着状態・染着量が抽出物仕込み量によって変化するためであると考察している。さらに、PKS抽出物による染色では、染色時間が長くなるほど、また温度が高くなるほど染色性が向上するとしている。

第4章では、本研究を俯瞰するとともに、本研究の今後の展開を述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文では、申請者の母国であるタイ国に生息するアブラヤシの残渣から得られるセルロースナノファイバー（CNF）と染料の特性に関する研究を行なっている。CNFは今後幅広い応用が期待されており、種々の植物より製造が検討されているが、アブラヤシのCNFに関する研究は本研究が最初と考えられる。本研究ではアブラヤシの種々の部位からCNFを製造し、それを用いて作製したシートの結晶性・熱分解性・機械特性に関して比較・考察している点で学術的な意義が認められる。また、材料はパームオイルを製造する工程から排出される残渣であり、資源の有効利用の点で産業においても意義がある。

アブラヤシの残渣から染料を得る内容も本研究が最初と考えられる。特に本研究では、パーム・カーネル・シェルからの水抽出物を用いたシルク染色系に注目し、染色系への抽出物仕込み量に対して、染色布帛の色が一般的な挙動と異なって、実験条件範囲で様に濃色化せず、彩度が増加するだけであることを見出した。このことはこれまでの染料にはない特性であり高く評価できる。さらに、この現象を、染色液中の染料や染料前駆体成分が染色過程における加熱によって酸化して新たな染料分子を生成し、この染料の組成・染着状態・染着量が抽出物仕込み量によって変化するためであると考察している。そして、この染色挙動を基に、パーム・カーネル・シェル抽出物に還元性物質が含まれ、その酸化および染料生成と染色現象を結び付けて議論した点が学術的に評価できる。シルクはタイ国の主要産業の一つであり、さらに環境負荷の低い水抽出と植物廃棄物を原料とした高付加価値バイオベースマテリアルの創製の可能性を開いた本研究は産業上においても持続社会への貢献の観点からも意義がある。

本研究はバイオベースマテリアルの研究が盛んな我が国と、豊富なバイオマス資源を基盤として新たな産業の振興を企図するタイ国が連携する一つのモデルとして高く評価できる。

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権威ある学術誌に掲載されており、そのうち一編は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のないことを確認した。

- 1) Comparison of cellulose nanofiber properties produced from different parts of the oil palm tree, Yoko Okahisa, Yuma Furukawa, Kiyooki Ishimoto, Chieko Narita, Kamthorn Intharapichai, Hitomi Ohara, Carbohydrate Polymers, 198, 313–319 (2018)
- 2) Relationships between Dyeing Conditions and Dyeability of Extracts from Oil Palm Tree, Kamthorn Intharapichai, Akari Oda, Yoko Okahisa, Hitomi Ohara, and Hidekazu Yasunaga, Journal of Fiber Science and Technology, Accepted