

■研究テーマ

- カイコの代謝を利用した新しい絹の開発
- 可食素材からの安全なプラスチック代替品の開発

■キーワード

バイオマス科学 生物由来材料工学

■産業界の相談に対応できる技術分野

繊維工学全般 バイオマス利用 (材料分野)

■主な設備

X線回折装置 粘弾性装置



河原 豊 教授

連絡先

環境創生部門 河原 豊 TEL 0277-30-1491 FAX 0277-30-1491 e-mail kawahara@gunma-u.ac.jp

研究概要

カイコの代謝を利用した新しい絹の開発

長い間、カイコの糸作りのメカニズムの解明に取り組んだ結果、カイコの産生するフィブロイン、セリシン、および、新たに発見したタンパクフラクションがどの様に繭糸の形成に相互に関連しているか、説明するための概略図を提案することが出来ました(Y. Kawahara et al., Journal of Fiber Science and Technology, 75, 1-8 (2019))。現在は、カイコの代謝を利用して1頭のカイコから異なる糸を得るための技術開発に取り組んでいます。

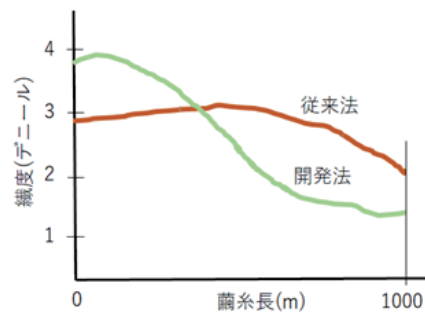


図1. 織度の比較

研究紹介

かつて、カイコの糸を高機能化する試みとして、吐糸中のカイコから糸を人為的に強制的に機械装置で巻き取ったり、あるいは、カイコのフィブロイン合成遺伝子にクモのフィブロイン合成遺伝子を組み込むことが、世界中で積極的に行われましたが、結局、カイコの代謝を十分に理解しないまま行われたため、すべて失敗に終わりました。カイコで作る糸の半分程度の強度しか得られませんでした。カイコの糸質を変えるには、特徴あるカイコの品種交配が従来から試みられていたのですが、この場合は、作出までに多くの手間を必要とすること、たとえ作出できても卵の維持管理コストが大きく、今日の養蚕業界の状況下では困難です。そこで、飼育方法や餌の改良によって代謝の変化をカイコに誘導し、新しい糸を、従来の汎用品種のカイコで発現できれば、大きな開発コストの節約と維持管理費の増大を省くことが出来、画期的と考え、カイコをバイオメカニクな紡糸工場とらえ技術開発を行っています。カイコの糸作りは極めて精緻で繊維構造は極めて高精度に制御されているため、高強度化ではなく、代謝の変化によって吐出速度を変化させ、糸の太さを変化させる

ことに開発目標を設定しています。図1にカイコの吐き始めから吐糸終了にかけての繭糸の織度の変化を示します。従来の飼育方法で得られる繭糸は、吐糸初めからしばらくは、ほぼ一定で、終わりに近づくにつれて特にセリシンの吐出が減少するため織度が低下します。一方、開発法では、同じ品種のカイコであっても吐糸初めから吐糸終了にかけてダイナミックに織度を変化させることを可能としています。養蚕業者は餌や飼育方法を変化させることで生産される繭糸の織度に多様性を実現し、結果、新たな繊維製品の生産へつながります。

可食素材からの安全なプラスチック代替品の開発

有害な化学薬品から作られる材料には、当然、有害物が含まれます。当研究室では、研究活動の完全ゼロエミッション化を進めています。研究に携わる将来ある学生さんに対して教育研究を指導する立場として実験環境の保全是極めて重大な責務と考えています。そこで、可食素材をプラスチック代替材料に変換できないか?をテーマに取り組んでいます。

廃棄羽毛間伐材の再利用

羽毛は可食性の素材です。間伐材は可食ではありませんが人体には安全なものです。この両者を複合して、プレス成形することで、市販のポリプロピレンベースのウッドプラスチックに匹敵する素材を開発することに成功しました(表1、図2)。

(1→3)-β-D-グルカンの直接樹脂化

食品産業で利用されるカードラン、パラミロンは、微生物から産生される(1→3)-β-D-グルカンですが、特に前者のカードランはプレス成形によってナイロン12に匹敵する材料の生産を可能にします(表2)。この樹脂化は、カードラン中での自己架橋反応をプレス条件を適切化することで誘導しているため、製造過程では水蒸気が発

生するだけで極めて安全です。表2に示すようにカードランを化学反応で改変してエステル樹脂化するよりも高性能な樹脂が得られます。

表1. 試作したWPCの曲げ強度

	フィラー充填量(%)	曲げ強度(MPa)
試作品	90	47.0
トドマツ PP	70	31.3
トドマツ PP	55	47.5

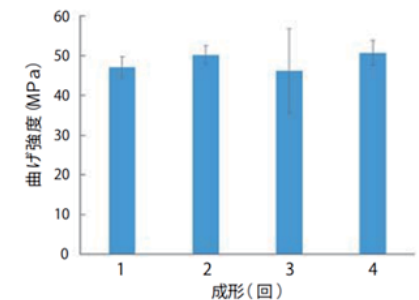


図2. 繰り返し成形による曲げ強度の変化

表2. 試作したカードラン樹脂の性能

樹脂	曲げ強度 (MPa)	曲げ剛性 (GPa)
カードラン樹脂	60.4 ± 8.2	1.9 ± 0.5
再生カードランフィルム	9.6 ± 1.3 (引張)	0.235 ± 0.002 (引張)
カードランエステル樹脂	23.7 ± 4.2 (引張, 25 °C)	0.26 ± 0.1 (引張, 25 °C)
ナイロン-66	117	2.83
ナイロン-12	55-57	1.41
エポキシ樹脂	74-325	2.55-15.50

今後の展開

ご検討いただける企業との産学連携による技術の普及を希望しております。