

第17号

衣笠纖維研究所報告

2013

公益財団法人 衣笠纖維研究所

〒603-8326 京都市北区北野下白梅町29

2014年3月発行

2013
Annual Report of
Kinugasa Research Foundation
for Textile Science

Kitano Shimohakubai, Kita-ku,
Kyoto 603-8326, Japan

目次

重点研究

<u>カイコ消化酵素を用いたセントラルドグマ教材の開発</u>	<u>I. アミラーゼ及び</u>
<u>プロテアーゼの活性測定法の開発</u>	杉村順夫 ・ ・ ・ ・ 1

外部連携研究

<u>昆虫細胞における放射線障害修復チェックおよび細胞死誘導機構の</u>	
<u>カイコ卵を用いた解析</u>	上田大介・舟山知夫・白井孝治 ・ ・ ・ ・ 4

<u>廃棄野菜の繊維を利用したシート材料の開発</u>	木村照夫 ・ ・ ・ ・ 6
-----------------------------	----------------

教育支援事業

<u>繊維製品の感性工学的評価に関する教育プログラムの開発</u>	
	知念葉子 ・ ・ ・ ・ 9

活動ノート

書籍出版の取り組み	・ ・ ・ ・ ・ 1 2
-----------	---------------

繊維学術賞・繊維教育賞の授与	・ ・ ・ ・ ・ 1 3
----------------	---------------

学術講演会の開催	・ ・ ・ ・ ・ 1 8
----------	---------------

平成 25 年度（公財）衣笠繊維研究所活動状況	・ ・ ・ ・ ・ 2 1
-------------------------	---------------

1. 学術論文の発表、各種学会での口頭発表など
2. 講演・講義活動

カイコ消化酵素を用いたセントラルドグマ教材の開発

I. アミラーゼ及びプロテアーゼの活性測定法の開発

杉村 順夫

公益財団法人衣笠繊維研究所 〒603-8326 京都市北区北野下白梅町 29

1. 研究の背景と目的

近年における生命科学の著しい進展に伴い、中・高校の生物教科書にも分子生物学や生化学を基盤とした単元項目が多く盛り込まれている。しかし、一般的にはこれらの項目に関して実験を通じて体得的学習をすることは困難であり、主として座学的学習になっている。その理由は生体高分子である遺伝子や酵素を取り扱うため、これまでの集団・個体レベルでの実験・観察と大きく異なるからである。遺伝子や酵素の構造や機能を調べるには、①特別な器具・機器類が必要となる、②毒性のある化学試薬を使用することが多く、安全性の確保が危惧される、③微量であり、失活を防ぐ注意深い実験操作が求められるためである。

生物教育における遺伝子リテラシーの重要性が叫ばれており、生命科学の体得的学習を実現するために種々の工夫がなされている。例えば、DNA抽出と同定には、DNA抽出が容易な材料を選択し、より安全な試薬で、簡単にDNAを確認する種々方法が考案されている。酵素については、ヒトの消化過程との関係で、小・中学校では唾液アミラーゼが取り上げられ、デンプン分解の実験を経験する。高校では、酵素反応の特性—基質特異性、最適温度・pH、活性部位、立体構造—など酵素化学的な記載があるが、これら酵素化学的学習と酵素の生理的役割を統合した記載はなく、個別的・羅列的記載に留まっている。

文部科学省は、高校生の科学技術に対する関心を高めるために、2002年度からスーパーサイエンスハイスクール（SSH）という科学技術振興政策を推進してきた。大学や研究機関と連携して新しいカリキュラムの開発など先進的な理数科教育を目指したものである。この振興策のもとで、よりレベルの高い生命科学教育プログラムを享受できるのは、限定されたSSH実施校の生徒だけである。大多数の高校生にも体験できるボトムアップ型の新しい体得的生命科学教育プログラムの構築が必要と考えられる（苗川 2011）。

本研究では、ゲノムDNAにコードされた酵素遺伝子が①転写・翻訳過程を経て、②活性型の酵素が合成され、③その酵素タンパクが基質に働きかけて、④新たな生理反応を引き起こされるこの一連のダイナミックプロセスが理解できる実験プログラム系を構築することを目指している。本年度は、カイコ幼虫の消化液にも含まれているアミラーゼおよびプロテアーゼの半定量的活性測定法の開発に着手した。アミラーゼは炭水化物の異化代謝の初期酵素であり、エネルギー産生に関わっている。また、プロテアーゼは消化のみならず、種々の生理反応のkey酵素である。両酵素とも、種々の活性測定法が知られているが、いずれも①使用する試薬類の安全性に問題がある、②基質が高価である、③測定には機器類が必要であるなどの難点があり、容易に教育現場に導入できない。このことを考慮して、活性の測定感度が高く、定量性があり、且つ、安価で安全性が確保された簡易な測定法の確立を検討した。

2. 材料および方法

2.1. 酵素活性の検出

ガラス板上に基質を含む1%寒天プレート(1mm厚、7cm X 9cm)を作成した。アミラーゼの基質として1%可溶性デンプンを用い、プロテアーゼの基質には1%カゼインを使用した。この寒天プレートに、20 μ L 酵素標品液を含む濾紙を密着して、30 $^{\circ}$ Cで20分~90分間インキュベートした。アミラーゼ活性の検出には、寒天プレートをヨード・ヨードカリ液に浸漬した。活性がある場合には、濾紙置床部は染色されず透明になる。一方、プロテアーゼ活性は、寒天プレートを有機溶剤液(メタノール:酢酸:水=4:1:5)に浸漬して検出した。活性がある場合には、濾紙置床部は透明で、他の部分はカゼインが変性・固定化して白濁する。

2.2 酵素標品の調製

Aspergillus oryzae 由来の α -アミラーゼ(61 U/mg powder)を0.1Mクエン酸-0.2Mリン酸水素ナトリウムの緩衝液(pH 7.0)に溶解し、2700 U/mlのストック酵素液を調製した。一方、プロテアーゼ標品として*Aspergillus melleus* 由来のプロテアーゼ(Type XXIII, 3.3 U/mg powder)を用いて、上述の緩衝液で170 U/mlのストック酵素液を調製した。

3. 研究成果と展望

3.1 アミラーゼ標品を用いた半定量的活性測定

アミラーゼ標品液(2700 U/mL)を5倍から1500倍まで段階的に希釈して、酵素活性の検出限界力価を検討した。酵素反応は20分、40分、60分の3条件で調べた。20分間の反応条件では、500倍希釈液(図1A-5)以下の希釈倍率で検出された。40分間反応では、1000倍希釈液(図1B-3)以下の希釈倍率で検出され、60分間反応では1500倍希釈(図1C-2)でも活性の検出が可能であった。また、20分間反応では、500倍希釈(図1A-5)から20倍希釈(図1A-9)まで、ほぼ希釈倍率の低下に依存して暗青色の染色色調が薄くなっていた。同様に、40分反応では750倍希釈(図1B-4)から20倍希釈(図1B-9)まで、60分間反応では1500倍希釈(図1C-2)から750倍希釈(図1C-4)までが希釈倍率と色調低下変化がほぼ対応していた。また、希釈倍率が低い100倍(図1C-7)から10倍希釈(図1C-10)では、透明な円形スポットサイズが希釈倍率の低下に伴って大きくなっており、濾紙円板からアミラーゼ液が周辺部に拡散し、アミラーゼが作用していることが分かる。60分間反応条件では1500倍希釈でも検出可能であり、本法での活性検出限界力価は 3.6×10^{-2} Uと考えられる。これらの結果から、酵素反応の時間設定および粗アミラーゼ液の希釈倍率の選択を最適化することにより、目的とするアミラーゼ活性を半定量的に簡便に測定することが可能となった。

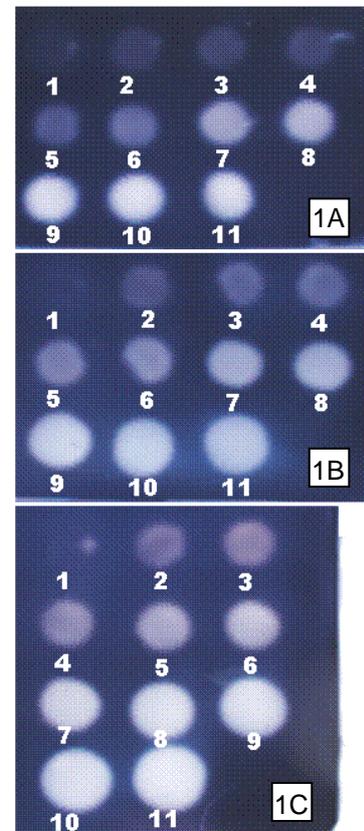


図 1. デンプンを含む寒天プレートでのアミラーゼの半定量的活性測定. 酵素反応温度: 30 $^{\circ}$ C. 酵素反応時間: A, 20分間; B, 40分間; C, 60分間. 検定した希釈倍率と酵素力価: 1, 蒸留水; 2, x 1500 (3.6×10^{-2} U); 3, x 1000 (5.4×10^{-2} U); 4, x 750 (7.2×10^{-2} U); 5, x 500 (0.11 U); 6, x 300 (0.18 U); 7, x 100 (0.54 U); 8, x 50 (1.1 U); 9, x 20 (2.7 U); 10, x 10 (5.4 U); 11, x 5 (10.8 U)..

3.2 プロテアーゼ活性の半定量的検出

タンパク質分解酵素標品液 (170 U/mL) を5倍から1500倍まで段階的に希釈して、活性検出限界の力価を検討した。酵素反応は60分と90分の2条件で調べた。60分間の反応条件では、20倍希釈液 (図 2A-9) 以下の希釈倍率液で検出された。90分間反応では100倍希釈液 (図 2B-7) 以下の希釈液で検出された。反応時間を長くすることにより、100倍希釈液での検出が可能になり、この反応時間での活性検出限界力価は $3.4 \times 10^{-2} \text{U}$ であると分かった。希釈倍率が低下するとともに、円形スポットの透明度が増し、且つ、酵素力価に比例してそのスポットサイズが広がっており、半定量的に酵素活性を検出できることが明らかになった。

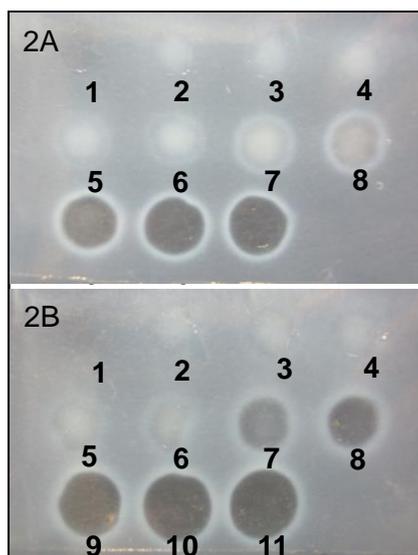


図2 カゼインを含む寒天プレートでのプロテアーゼの半定量的活性測定。

酵素反応温度：30℃。酵素反応時間：A, 60分間；B, 90分間。検定した希釈倍率と酵素力価：1, 蒸留水；2, x 1500 ($2.3 \times 10^{-3} \text{U}$)；3, x 1000 ($3.4 \times 10^{-3} \text{U}$)；4, x 750 ($4.5 \times 10^{-3} \text{U}$)；5, x 500 ($6.8 \times 10^{-3} \text{U}$)；6, x 300 ($1.1 \times 10^{-2} \text{U}$)；7, x 100 ($3.4 \times 10^{-2} \text{U}$)；8, x 50 ($6.8 \times 10^{-2} \text{U}$)；9, x 20 (0.17 U)；10, x 10 (0.34 U)；11, x 5 (0.68 U)。

本研究で開発したアミラーゼとプロテアーゼの検出法の特徴として次のことが挙げられる。

- ①入手が容易で、安価な材料を用いて、基質を含む薄層の寒天プレートを調製することができ、そのプレートゲル内で酵素反応をさせるため、特別な測定機器を必要としない。
- ②粗酵素液は1検体当たり20 μL で十分であり、少量の試料からの検出が可能である。
- ③反応時間と検体の希釈倍率を選択することにより、半定量的に酵素活性が測定できる。標準となる酵素標品を同時反応させると、標品との発色程度や透明度の比較で、概ねの検体酵素力価を算出することができる。

これまで、アミラーゼについては麦芽糖試験紙(鈴木ら 1992)、デンプン試験紙(小林・宮田 2004)が考案され、プロテアーゼについてはゼラチン試験官法や写真フィルム法が知られている。しかし、いずれの方法も定量性に欠け、反応時間が長い、操作が煩雑、サンプル量が必要などの欠点があった。本法はこれらの欠点を大幅に改善でき、極めて簡単な手順で定性且つ半定量的にそれらの活性を検出することが可能となった。なお、本研究の遂行にご助言とご協力を頂いた奈良教育大学 森本弘一教授および摂南大学 尾山 廣教授に深謝します。

4. 引用文献

- 小林辰至・宮田 斉 (2004) アミラーゼの酵素作用の検出を目的とした試験紙の開発. 理科の教育 53, 60-63.
- 苗川博史 (2011) 高校生が地域の小中学生に伝える科学実験教室の実践. 生物教育 52, 121-129.
- 鈴木 隆・武田千春・岡田喜志子 (1992) 麦芽糖試験紙の開発 - 唾液の働きを調べる新しい実験方法 -. 遺伝 46, 89-92.

5. 発表論文

- 森本弘一・尾山 廣・杉村順夫 (2013) アミラーゼおよびプロテアーゼ活性の半定量的簡易検出法の開発と応用. 生物教育学会誌 (生物教育) (印刷中)

昆虫細胞における放射線障害修復チェックおよび 細胞死誘導機構のカイコ卵を用いた解析

上田大介¹・舟山知夫²・白井孝治¹

¹ 信州大学繊維学部 生物資源・環境科学課程

〒386-8567 長野県上田市常田 3-15-1

² 日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究所

〒370-1292 群馬県高崎市綿貫町 1233

1. 研究背景と目的

昆虫細胞は比較的放射線に耐性と考えられる (Takahashi et al. 2006, Watanabe et al. 2006a, b)。しかしながら、昆虫(細胞)の放射線照射抵抗性のメカニズムの詳細には未だ不明な点が多く、その解明が待たれている。本研究ではカイコ卵を用い、昆虫細胞の放射線による DNA 障害修復機構および細胞死誘導メカニズムの解明を目指している。これまでに受精期のカイコ卵に炭素イオンを 10 Gy 照射すると約 2 時間の発生停止後、すぐに発生を再開することを明らかにしている。しかし一方で、発生を再開した卵のほとんどが卵の着色前に致死する。これは放射線による DNA 傷害が完全に修復しないまま発生を再開してしまうことを示唆する。すなわち昆虫細胞では DNA 傷害のチェックと修復が甘い可能性がある。

今年度は、まず、昨年検出できなかった照射後の DNA 傷害の修復が不完全な核のアポトーシスによる排除を確認した。次に、カイコ卵における DNA 傷害のチェック機構を解明する第一歩として、発生の様々なステージで重イオンを照射し、発生遅延の有無を確認した。

2. 材料および方法

2.1 カイコ受精卵および重イオン照射

実験には信州大学で継代飼育している着色非休眠系統、*pnd pS* を用いた。また重イオン照射は日本原子力研究開発機構 高崎量子応用研究所にて行った。照射に用いるカイコ卵の採卵は 10 分ごとに行い発育ステージをそろえた。産下 1.5、2 および 6 時間後の卵に炭素イオン (220 MeV) を 10 Gy 照射し、その後の影響を調査した。

2.2 照射後の受精核の分裂の観察

照射後の卵は凍結後、凍結切片を作成した。受精核の観察は DAPI 染色を行い、蛍光顕微鏡で観察した。また一部の卵はカルノア氏液で固定した。その後、卵殻を除去し、核をトルイジンブルーで染色することで、核の移動を観察した。また *In Situ* 細胞死検出キット、TMR red (ロッシュ) を用いて細胞核のアポトーシスの検出を行った。

3. 研究成果と展望

3.1 炭素イオン照射卵の傷害核のアポトーシスによる排除

昨年度、重イオン照射カイコ卵の致死機構の解明を試みたが良い結果が得られなかったため、再検討した。その結果、産下 10 時間後から 13 時間後までの複数の照射卵に TUNAL 陽性の核

が多数検出された。よって照射卵における傷害核の排除がアポトーシスによることが明らかになった。TUNEL 陽性卵では非照射卵と比較して、核が不明瞭であり、卵内に不均一な物質が観察され、崩壊しつつあることが示唆された。実験に用いた *pnd pS* 系統の卵では核は、前極に 8 時間から 8 時間 30 分後に到達し、後極には 10 時間 30 分以降到達する。また、上述のとおり炭素イオンを 10 Gy 照射された卵では 2 時間程度の発生遅延を生じる。これらを総合すると、傷害修復が不完全な核は周辺細胞質に到達後、速やかにアポトーシスにより排除されると考えられる。

一般に放射線により DNA に傷害を受けた細胞の排除はアポトーシスによる。しかし、それらの細胞は傷害チェック機構により細胞周期を停止した状態、もしくは 1、2 回の分裂の後に致死する。一方、カイコ卵では、盛んな核分裂の後にアポトーシスを起こす。その際、どのような機構でアポトーシスを誘導するのか極めて興味深い。

3.2 炭素イオン照射によるカイコ卵の発生遅延

DNA 傷害と発生遅延の関係を調査するため、照射のタイミングを変え、影響を調査した。まず受精前である産下 1.5 時間の卵に照射を行い、その後の影響を調査した。受精直前の卵に放射線を照射し、その影響を多くの個体で確認できる生物は他には考えにくいいため、カイコにユニークな実験系である。その結果、受精前の精前核および卵前核に照射した場合でも、約 8 割の卵が着色した。また最終的な孵化率は 18.2% であり、これらの数値は受精直後（産下 2 時間後）に照射した場合よりも明らかに高い。本実験によりカイコでは受精前に炭素イオン 10 Gy の照射を受けても受精可能であることが明らかになった。照射による発育遅延は受精直後に照射した場合とほぼ同様の 2 時間程度であった。発生停止のステージは現在調査中であるが、おそらく受精直後、すなわち精前核と卵前核の接合直後と思われる。

一方、核分裂が盛んな産下 6 時間後では、照射後、発生が遅延、すなわち核分裂と移動が停止するものの、その期間は明らかに長く、約 4 時間であった。これとは別に同じ産下 6 時間後照射でも一部の核のみ（総数の約 1/10）に照射した場合は、発生の遅延は認められず、傷害を受けた核においても異常を抱えたまま DNA 複製を繰り返すことが示唆された。発生の遅延、すなわち細胞周期の停止は DNA 傷害の検出・修復と密接に関連している。今後、カイコ卵における発生遅延の機構、特に哺乳類細胞との異同について明らかにしていきたいと考えている。

4. 引用論文

- Takahashi, M., Lee, J. M., Mon, H., Kawaguchi, Y., Koga, K. and Kusakabe T. (2006) Cell cycle arrest induced by radiation in cultured silkworm cells. *J. Insect Biotech. Sericol.* 78, 23-30.
- Watanabe, M., Sakashita, T., Fujita, A., Kikawada, T., Horikawa, D. D., Nakahara, Y., Wada, S., Funayama, T., Hamada, N., Kobayashi, Y. and Okuda, T. (2006a) Biological effects of anhydrobiosis in an African chironomid, *Polypedilum vanderplanki* on radiation tolerance. *Int. J. Radiat. Biol.* 82, 587-592.
- Watanabe, M., Sakashita, T., Fujita, A., Kikawada, T., Nakahara, Y., Hamada, N., Horikawa, D.D., Wada, S., Funayama, T., Kobayashi, Y. and Okuda, T. (2006b) Estimation of radiation tolerance to high LET heavy ions in an anhydrobiotic insect, *Polypedilum vanderplanki*. *Int. J. Radiat. Biol.* 82, 835-842.

5. 口頭発表

- 上田大介・舟山知夫・横田裕一郎・坂下哲也・小林泰彦・白井孝治 (2013) 受精期に重イオン照射されたカイコ卵における傷害核の除去機構. 日本蚕糸学会中部・東海支部合同大会講演要旨集 (中部支部 69 号) p. 12. 信州大学理学部(長野). 平成 25 年 11 月 9-10 日
- 上田大介・舟山知夫・横田裕一郎・坂下哲也・小林泰彦・白井孝治 (2014) 重イオン照射によるカイコ発生初期卵の発生遅延 (予報). 平成 26 年度蚕糸・昆虫機能利用学術講演会. 日本大学生物資源学部(神奈川). 平成 26 年 3 月 10-11 日

廃棄野菜の繊維を利用したシート材料の開発

木村照夫

京都工芸繊維大学大学院 工芸科学研究科 先端ファイブプロ科学部門
〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎御所海道町

1. 研究背景と目的

持続可能社会形成の一環として、リサイクルは勿論のこと、**図1**に示すように、ものづくりの素材として資源の有効活用が望まれている。例えば、圃場においては形状がいびつ、キズがある、色が薄い、太さが足りない等、出荷に定められた規格外の野菜が発生した場合や、生産量が過多になった場合に野菜の値崩れを防止するために強制的に処分されるなど野菜生産量の4割近くが廃棄処分されていると言われている。さらには、カット野菜工場などの食品加工工場からも大量の野菜が廃棄されている。そこで、これらの廃棄野菜を有効活用するために、野菜が持つタンパク質、炭水化物や繊維分などからシート材料の成形が試みられているが (Keum and Kimura 2013)、野菜の成分や接着機構の複雑さからシート成形の最適条件は不明な点が多い。そこで、本研究では、野菜 100%からなるシート成形の最適条件を見つけるために玉ねぎを例にとって抄紙技術を用いてシートを成形し、シートの成形条件と物性の関係について考察した。

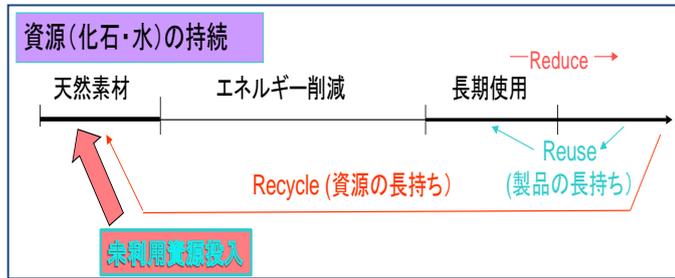


図1 資源循環図

2. 材料および方法

2.1 使用材料

玉ねぎを構成する成分比率は産地や収穫時期によって異なり、使用する玉ねぎによってシートの物性も変化することが考えられるが、本研究では7月に収穫された黄玉ねぎ(兵庫県産)を用いてシート成形を試みた。

2.2 抄紙(シート化)の方法

上記玉ねぎからシートを作成する方法の概略を**図2**に示す。まず、玉ねぎの根と皮を取り除き、フードチョッパーにて6mm角にカットし、水と混合して家庭用ミキサーで粉碎した。次に、シートマシン(PU-401、テスター産業)を用いてJIS P8222に準じて25cm角のシートを作製した。その後、ホット



図2 シート化工程

プレス機により加圧圧縮成形もしくはヤンキードライヤー（L-3、ジャポール（株））により乾燥を行い、野菜シートを得た。ここで、粉碎の大きさがシート物性に及ぼす影響を調べるために、粉碎時間を表 1 に示すように変化させた。また、シート密度の影響を調べるために野菜の投入量を表 2 に示すように変化させた。なお、ヤンキードライヤーによる乾燥は投入量 500g、粉碎時間 60 秒、乾燥温度 130℃、乾燥時間 5 分のみで行った。

表 1 抄紙条件 1

Crushed time [sec]	0, 10, 60, 300, 1800
Quantity [g]	500
Heating temperature[℃]	110
Pressure [MPa]	10
Drying time [h]	1

表 2 抄紙条件 2

Crushed time [sec]	60
Quantity [g]	400, 500, 600, 750, 1000
Heating temperature[℃]	110
Pressure [MPa]	10
Drying time [h]	1

3. 研究成果と展望

3.1 玉ねぎの粉碎状態

図 3 (a~c) は表 1 の粉碎時間 60 秒の場合の玉ねぎシートの SEM 写真を示している。図(a)より明らかなように玉ねぎシートは細胞壁が破壊された箇所と細胞壁が維持された箇所が存在し、図(b)、図(c) はそれぞれの箇所を拡大した写真である。細胞壁が維持された箇所には栄養成分、匂い成分などの水溶性物質が残存しているものと推察される。粉碎時間を長くすると図(b)の状態が増加し、図(c)の状態は減少する。また、細胞壁が破壊されると水溶性成分が流出し、結果として、これらの粉碎物を用いて抄紙した紙の収率（紙の重さ/玉ねぎ投入量）は小さくなり、繊維質成分の占める割合は大きくなる。

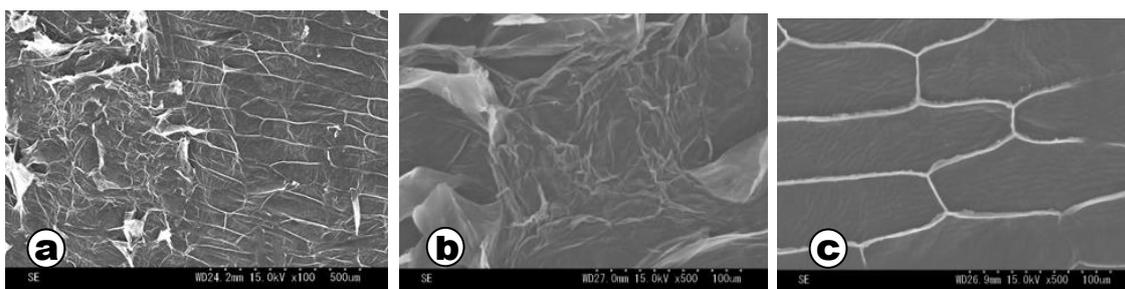


図 3 粉碎された玉ねぎの微細構造

(a) 粉碎された玉ねぎ、 (b) 破壊された細胞、 (c) 非破壊細胞

3.2 野菜シートの物性

上記の粉碎した玉ねぎを用いて抄紙したシートの一例を図 4 に示す。図中の数字は粉碎時間を表している。図より明らかなように粉碎時間によって色目が大きく異なっている。これは先述のように粉碎時間によって流出する玉ねぎ成分が異なることが原因であり、粉碎時間が長くなるほど白く透明なシートが得られていることがわかる。図には示していないが、強度に関しても粉碎時間に依存し、粉碎時間が長くなるほど強いシートが得られている。また、抄紙時の玉ねぎ投入量が多くなるほどシート密度が大きくなり、強度も向上することが確かめられている。

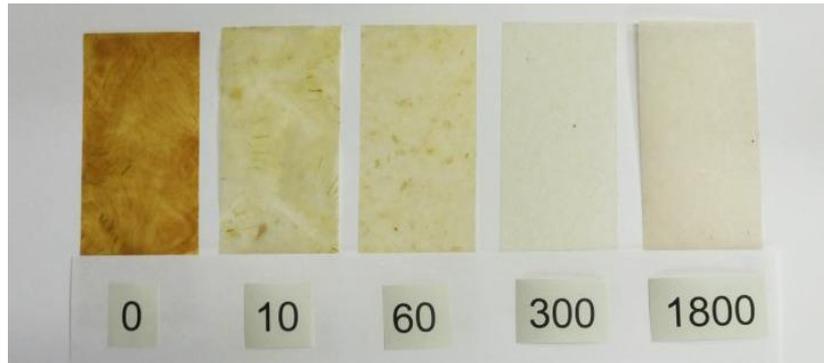


図4 玉ねぎシートの外観に及ぼす粉碎時間の影響 (単位: 秒)

以上のように、廃棄野菜の一例として、玉ねぎを用いたシート成形を試みた結果、同じ野菜でも予備工程として粉碎時間をコントロールすることによって残留成分比率が異なり、種々の強度、色目の野菜シート成形が可能であることがわかった。

3.3 展望

野菜シートの応用は種々考えられるが、実用化を行うためには高付加価値化が重要となる。今後は応用範囲の拡大を念頭に、野菜シートの印字特性についても検討を加えて行く予定である。また、より多くの野菜をターゲットにシート化を行い、それぞれの野菜が持つ機能を十分に発揮させるシート製造方法についても言及したい。さらには農業系廃材として果物の皮も大量に廃棄されており、野菜や果物の皮のシート化技術は共通点が多いことより今後は果物の皮のシート化も対象に、将来的には付加価値追求のために野菜と果物皮とのハイブリッドシートも念頭においている。

4. 引用論文

Keum, A., and Kimura, T (2013) Development of green composite from waste vegetable - Preparation and characteristics of bamboo fiber reinforced onion composite - . J. Textile Engineering 59, 113-118.

5. 口頭発表

荒平 篤・木村照夫 (2013) 玉ねぎ廃棄物を素材とするシートの成形について, 成形加工シンポジウム'13, 13-114.

那須謙悟・木村照夫 (2013) 廃棄果物皮を用いた容器包装材の開発. 成形加工シンポジウム'13, 111-112.

繊維製品の感性工学的評価に関する教育プログラムの開発

知念 葉子

京都光華女子大学

〒615-0882 京都市右京区西京極野田町 38

1. 研究背景と目的

本学における教育カリキュラムでは、社会人基礎力養成系のリベラルアーツ教育への改組が加速度的に進み、被服学系の専門教育、特に被服材料学実験系の科目や実験設備が徐々に削減されている。しかし、この一方で、繊維製品やアパレルの商品企画に興味を持ち、将来繊維産業への就職を希望する学生たちの専門教育へのニーズは少なからず存在している。今回の取り組みでは、これらの学生たちに対して、学びの機会を提供するため、繊維素材の物理性能実験および人の感性を数値化して分析する、感性工学的手法を習得させる教育プログラムを開発することを目的とした。

本教育プログラムでは、前述した教育内容を遂行するため、寝具カバーを研究題材にしている。生活用品である寝具カバーは人の肌や手のひらに直接接触することになるが、この手肌に触れる感覚は、寝具カバーの素材特性や繊維表面の物理性能に影響されやすく、寝心地感や快適性に関わってくると考えられる。繊維製品と手触り感や肌触り感などに関する研究は、矢中のポリエステル/綿混紡地を用いて布の肌触り評価と手触り評価の相関性について調べた研究(矢中 2008)などが挙げられ、これまでも多くなされている。一方、最近では、企業のマーケティングにおいても、消費者から選好される製品作りが最重要課題とされ、消費者の感性に訴求できるよう、科学技術と人の感性との関わりについての検討が求められており、消費者の満足度の高い製品作りの基礎資料となる調査研究が盛んに行われ(西松 2010; 石丸 2011)、これら研究への期待が高まっている。そこで、本教育プログラムでは、寝具カバーを用いて、素材の表面特性や圧縮特性など物理的性能実験および布素材の手触り感調査を実施し、物理量と心理量の両面からの分析を試みた。

2. 材料および方法

2.1 繊維材料

寝具カバーの試料は4種類を用いた。試料1: 綿 100%、試料2: マイクロフリース、ポリエステル 100%、試料3: 綿 65%/ポリエステル 35%、試料4: ポリエステル 65%/レーヨン 35%である。

2.2 物理特性の測定方法

資料の寝具カバーの物理測定は、京都市産業技術研究所(京都市下京区)にて行った。繊維製品の手触り感や肌触り感などの触感には、布の力学的特性や表面特性が影響するのではと考えた。そこで、KES FB4-A-SE 自動化表面試験機(カトーテック株式会社製)を用いて、摩擦係数[MIU]を測定し、布の表面摩擦性能を調べた。この測定によって、人が触れた感覚、あるいは、触れ合う感覚、擦れ合う感覚を客観的に数値化することで、主観的で曖昧な官能評価を客観的データとして定量的に評価することが可能となる。測定機器の設定条件は、接触子: 10mm 角の

ピアノワイヤ製、荷重：50 g、速度：1 mm/S、方向：WARP とした。さらに、KES-G5 ハンディ圧縮試験機を用いて、圧縮仕事量[WC (gf・cm/cm²)]、圧縮特性の直線性（圧縮荷重－圧縮ひずみ曲線の直線性）[LC]、圧縮回復性（圧縮レジリエンス）[RC (%)]、変位量 (mm) など圧縮特性について測定した。測定の設定条件は、速度：0.02mm/s、加圧板面積：2cm²、上限荷重：50gf/cm²であった。

2.3 心理量の調査方法

心理量を検討する調査では、2種類の手触り感調査を行った。触覚の調査手段として、肌触り感ではなく、手で触れた感じを主とする手触り感を用いたのは、消費者が製品を購入する際には、商品サンプルなどを、手で触れたり、目で見たりした感覚で商品の特性や性能を確認し、購買行動を行うことが多いと考えたからである。評価者は本学女子大学生（20歳～21歳）12名である。調査では、評価者が試料に触れる評価時間は2分以内とし、評価者の利き手を使い、手のひらで撫でたり、指でつまんだり手のひらで握ったりする方法で行った。

3. 評価結果の解析

SD (Semantic Differential) 法による手触り感調査では、この調査に用いた感性語は予備調査において、各種寝具カバーの手触りから感じ取った言葉の中から14項目を選んだ感性語を用いた質問紙を作成し、+2～-2までの5段階評価で実施した。次に、最近商品企画等において、合理的な意思決定モデルとしてビジネス現場で多く採用されている、AHP (Analytic Hierarchy Process) 法による一対比較をおこなった。AHP法での評価の目的を「寝具カバーの評価」、評価基準は、SD法による手触り感評価から得た評価値を用いて因子分析することで導き出した3因子「手触り感」「清潔感」「温かみ」の3つとし、試料1～4を代替案とした。

物理特性の測定結果と心理量の調査結果から、二つのデータを突き合わせることで感性工学的アプローチを試みた。調査から得た結果の一例として、各種資料の物理特性とSD法得点との関連を表1に、AHP法の調査結果については、表2に示す。

表1 試料の物理特性とSD法得点との関連

		Cotton100% Pile	Polyester100% Micro Fleece	cotton65% Polyester35% Plain weave	Polyester65% rayon35% Knitting
表面特性	MIU	0.40	0.31	0.17	0.17
	LC	0.41	0.53	0.29	0.29
圧縮特性	WC	1.86	1.65	0.25	0.43
	RC	41.69	41.62	48.84	54.68
ふわっと感		1.2	1.8	-1.0	1.3
ちくちく感		-0.7	-0.9	-1.2	-1.7
やわらかさ感		1.0	1.7	0.0	1.7
肌離れ感		0.8	-0.2	0.8	1.0
清潔感感		0.6	0.0	1.2	0.8
湿り気感		0.0	0.3	-0.6	-0.5
しなやかさ感		0.6	0.8	0.3	1.3
ひやっと感		-1.4	-1.3	0.3	-0.9
温かみ感		1.1	1.9	-0.9	0.7
まとわりつき感		-0.3	0.8	-0.6	-0.1
快適感		0.7	0.4	0.3	1.0
かゆみ感		-0.8	-0.2	-0.4	-1.3
におい感		0.2	0.2	0.7	0.8
なめらかさ感		0.6	1.3	0.4	1.8

表 2 各評価基準における代替案のウェイトと総合評価の平均

	手触り感	清潔感	温かみ	総合評価
Cotton100% Pile	0.408	0.454	0.104	0.322
Polyester100% Micro Fleece	0.278	0.219	0.474	0.324
Polyester65%/rayon35%Knitting	0.166	0.170	0.261	0.199
Polyester65%/cotton35% Plain weave	0.149	0.157	0.162	0.156

4. 教育的成果と展望

今回の教育プログラムでは、繊維の物理性能の測定を、京都市産業技術研究所にておこなった。同研究所において、KES (kawabata's evaluation system) システムの各種測定機器の取り扱い方法や測定結果の分析方法などについて学べるように、寝具カバー製品を用いた手触り感調査を研究課題にして取り組むことができた。この教育プログラムを遂行することによって、アパレル産業への就職を希望している学生たちに、繊維素材の物理性能実験および人の感性を数値化して分析する感性工学的手法を習得させることができた。

本学の3、4年生ゼミにおいて、アパレル製品の商品企画を課題とした授業を担当している。この授業では、婦人服や子供服などのアパレル商品の企画について取り組み、デザインや機能に適合した繊維素材の選択からパターンの作成、企画商品のサンプル縫製までを行っている。この授業を通して学生たちは、自らが企画しデザインしたものをイメージ通りのサンプル作品に仕上げるためには、布素材の材料特性に関する専門知識が非常に大切であることに気付くのだが、授業と並行して、この教育プログラムを体験することで、被服素材を科学的データから比較検討してみる力を養うことができた。

グローバル化した現代の日本経済において、世界市場をターゲットにしたブランド・ビジネスを展開するアパレル産業への期待は大きい。この点においても、日本のアパレル産業の将来を担う人材を育てるために、繊維材料学系の科学データに基づいた専門的な知識の習得は必要だと考えている。今後、女子大教育において、学生たちが、文献や教科書から得た専門知識だけでなく、実際に各種繊維材料に触れ、測定機器を使用した教育プログラムを体験することは大変有意義であると考えている。

5. 引用文献

- 矢中睦美 (2008) 布の肌触り評価と手触り評価の相関性のポリエステル/綿混紡地による検討. 繊維製品消費科学会誌 49, 65-73.
- 西松豊典 (2010) 繊維製品の快適性 (心地) を数値化するためには. 日本繊維機械学会誌 (繊維工学) 63, 433-438.
- 石丸園子 (2011) 快適性に優れた繊維製品の開発手法について. 日本繊維製品消費科学会誌 52, 176-180.

6. 発表論文および口頭発表

- 知念葉子・酒井浩二・小田明佳・廣澤 覚 (2013) 寝具カバーの素材表面における物理特性と心理量との関連. 京都光華女子大学紀要 51, 61-69.
- 知念葉子・酒井浩二・大澤香奈子・小田明佳・廣澤覚・森田直樹 (2013) 寝具の物理性能と手触り感との関連. 日本繊維製品消費科学会年次大会研究発表要旨 p.107. 相山女学園大学 (名古屋市). 平成 25 年 6 月 22-23 日.

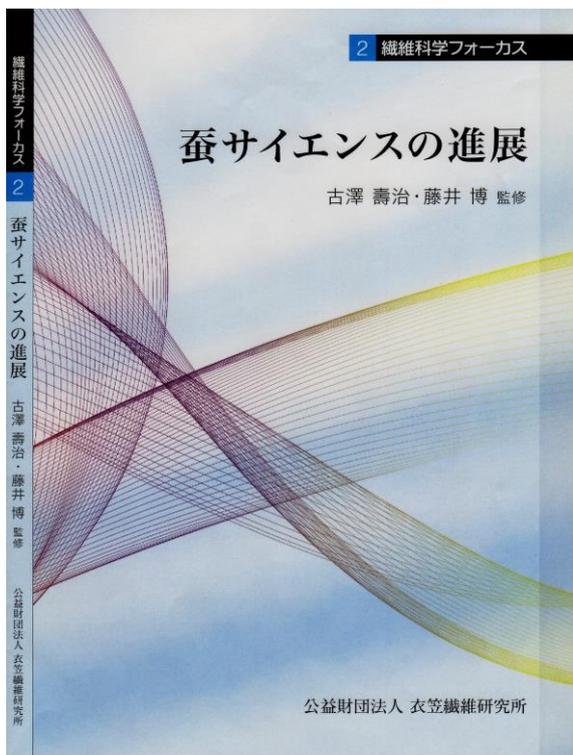
書籍出版の取り組み

1. 繊維科学フォーカス第一巻の反響

繊維に関する啓蒙・普及書籍として、「繊維科学フォーカス (B5 版)」のシリーズ刊行を昨年度から新たに始めた。その第一巻として「ミクロのシルクロード ～目で見えるシルクの生成と繭糸の形成～ (赤井 弘 著)」を発刊したが、関係者・団体に献本すると共に、各方面から購入希望が寄せられている。今年度は「蚕糸科学の教育・研究の歴史的背景とそれが生み出した蚕糸技術並びに生物学への寄与」に焦点を当て、繊維科学フォーカス第二巻「蚕サイエンスの進展 (古澤壽治・藤井 博 監修)」の企画・発刊をした。

2. 繊維科学フォーカス第二巻の発刊と概要

日本の近代化は、江戸時代に培われた日本独自の蚕糸技術に源を発し、江戸時代末期から明治初めにかけて、その技術はフランスにまで知られるなど、世界から注目された。また、繭糸や生糸の輸出によって外貨を獲得することにより日本の近代化に大いに貢献した。蚕糸科学は「蚕の生物学」を発展させ、蚕糸産業を支えると共に基礎生物学の研究材料として利用されてきた。近年では、人工飼料でのカイコの工業的飼育法の開発やバイオテクノロジー技術を用いてカイコ体内で有用物質を生産させる昆虫工場の実用化研究の進展が著しい。本書では、6名の分担執筆により、これらの礎となった日本発の蚕糸科学の足跡や最近の研究成果の一端を紹介し、そこに秘められた研究の着想点を探る。



目次

- I. 蚕糸関係の研究と教育の歩みとこれから (山下興亜)
- II. 蚕糸研究の思い出 —私が直面した三つの難題 (河上 清)
- III. カイコの人工飼料育の開発と利用
 1. 無菌人工飼料育法の確立の経緯と利用 (角田素行)
 2. カイコの人工飼料育の安定化研究 (今西重雄)
- IV. カイコ消化液に含まれる機能性タンパク質 (今西重雄)
- V. 絹糸腺のシルク分解酵素 (角田素行)
- VI. 絹糸腺の抽出液を利用した新しいタンパク質合成系の開発 (長岡純治)
- VII. 昆虫の培養細胞株の作出と応用 (今西重雄)
- VIII. カイコの生体反応を通して宇宙環境を探る (古澤壽治)

<B5 版> ISBN 978-4-9906996-1-1 定価 2,000 円 (消費税込)

繊維学術賞・教育賞の授与

当財団の「繊維学術賞等表彰規程」に基づき、選考委員による審議により平成 25 年度繊維学術賞の受賞候補者として、赤田昌倫氏の研究課題「出土古代繊維に関する劣化研究」が推薦された。また、繊維教育賞の受賞候補団体として、川島テキスタイルスクール（校長 武部吉輝）の「染織分野の技能開発を目指した教育活動の展開」が推薦された。両受賞候補とも賞に値する業績であるとして、理事会において授与が承認された。なお、授与式は平成 26 年 3 月 15 日(土)に挙行され、記念楯ならびに副賞が授与された。

1. 繊維学術賞

受賞者：赤田昌倫（国立文化財機構 奈良文化財研究所）

受賞対象研究：出土古代繊維に関する劣化研究

(1) 繊維文化財の材質調査

我が国と繊維との関わり合いは非常に古い。縄文時代にはすでに編布や簾状製品の出土例があり、用途に見合った繊維の利用という文化的概念が定着していた。特に古代の繊維は人間の日常生活と非常に密接な関係があることから、繊維の利用や織技術の伝来と人の移動について深い関連性があり、日本の古代史解明につながる。このような認識の基、様々な織物、編物などは繊維文化財という一つの分野に分類できる。

繊維文化財の調査研究は、繊維の材質や織構造、繊維の加工方法の解明などが主としてあげられる。特に、古代における繊維の流通は大陸文化の流入との関連性が深いため、縄文や弥生、古墳時代の遺跡から発見された繊維の調査結果は重要視されることが多い。一方で、繊維文化財は非常に取り扱いが難しい試料である。長年月の経過によって劣化が進行しているためである。繊維文化財は、極端な劣化の末、繊維が断裂し最終的に粉末化することがある。また、鏡布など金属製文化財に付属しているものは、錆が繊維を包んでしまい繊維の有機成分が金属化してしまう。このような劣化した繊維文化財の材質調査は、観察による調査だけでは判断できないことがある。特に、劣化が顕著な繊維文化財は遺跡から取り上げる時や、強化処置または保存処理時に繊維の形状が崩壊し、繊維製品または繊維そのものの形を維持できないことがある。このような背景から、劣化した繊維文化財を科学的に分析し、材質を見極める必要がある。

ところが現代の天然繊維の劣化研究は数多く存在する一方で、文化財を対象とした劣化に関する研究は非常に少ない。これは、埋蔵環境中の繊維の劣化は非常に特異な条件であり、再現実験が難しいことにある。更に、繊維の材質を詳細に調べるためには、分析調査用の試料を採取する必要があるが、文化財は保存して後世に残すという厳守すべき前提とは真逆である文化財を破壊する行為となってしまう。そのため、一般的に分析調査用として使用できる量は限られており、採取痕跡が目立たない箇所からごくごく微量の採取が許されるのみある。

(2) 赤外分光分析による材質調査

上述した前提条件を満たす化学分析手法として赤外分光分析法を導入し、いくつかの分析調査のデータを蓄積した。その結果、動物繊維と植物繊維の微量判別が可能となった。しかしながら、顕著に劣化した繊維は現生の繊維と異なる分析結果を示すことがあった。そこで、この研究課題を発展させ、さらに数多くの出土繊維を分析し、劣化による繊維の諸変化を検証した。その結果、出土した絹であれば、埋蔵環境下で劣化した出土絹繊維はアミド基の崩壊により、特にポリペプチド鎖に大きな変化が発生していた。この現象は、埋蔵環境下で劣化した絹特有の変化であることを明らかにした。加えて、非常に多様な劣化状態の繊維を分析し、そのデータを蓄積することにより、様々な劣化状態の繊維製品についても分析調査から材質を判断する

ことが可能となった。本研究結果から、これまで出土繊維の材質分析は繊維の断面観察によるものが中心であったが、新たに赤外分光法による微量分析により劣化パターンを詳細に解析し、埋蔵繊維材質を特定化することができることを実証した。

(3) 繊維文化財の劣化研究

繊維文化財の劣化プロセスを深化させるために、出土繊維の中で、特に絹フィブロインタンパク質の二次構造の変化パターンについて調べている。この研究により、出土絹繊維の微粉末化など諸変化の発生がどのような劣化や変質によるものかをより詳細に明らかにすることが期待されます。

(4) 研究成果の波及性

本研究では、主として出土した絹製文化財に対して赤外分光分析法を用いて、出土絹糸と現代産絹糸の赤外分光スペクトルを比較した。その結果、出土絹糸のアミド基は現代産絹糸に比べてピーク強度の低下や非常に特異なパターンに変化していることがわかった。この変質についてさらに解析を進めた結果、主たる要因として、非晶質の消失とともに結晶質の崩壊も顕著であることが明らかになった。また、この変質を利用して赤外分光マッピングデータから特定ピークのイメージング分析をおこない、繊維の劣化部位の差などを明らかにした。

これらの研究成果から、微量試料による材質調査のアプローチが可能となった。このことは、実際に出土した繊維の材質分析や劣化状態の確認に生かされ、国内各地の出土繊維調査に活用されている。断面観察による繊維調査と併用することで、より精度の高いクロスチェックが実現した。本研究により開発された調査手法は、劣化部位の特定化、劣化・変質の情報把握を可能にし、劣化が進行した繊維文化財の管理や適切な保存処理を施す重要なデータを提供するのである。

(5) 研究業績

(原著論文)

1. 奥山誠義・佐藤昌憲・赤田昌倫 (2012) 偏光顕微 FT-IR 法による出土植物繊維製品の材質調査の基礎研究－植物性繊維の判別の可能性について－. 日本繊維学会誌 68, 59-63.
2. 赤田昌倫・小滝雅也・佐藤昌憲・鋤柄佐千子 (2007) 絹/ナイロン 66 ブレンドナノファイバー集合体の摩擦特性. J. Textile Engineering 53, 245-248.
3. 赤田昌倫・佐藤昌憲・奥山誠義・今津節生 (2009) 顕微 FT-IR を用いた遺跡出土絹繊維の劣化状態の分析. J. Textile Engineering 55, 155-161.
4. 赤田昌倫・佐藤昌憲・奥山誠義 (2009) 顕微偏光赤外分光分析による文化財絹繊維の劣化状態に関する定量的評価. J. Textile Engineering 55, 171-177.

(口頭発表)

1. 赤田昌倫・後藤卓真・佐藤昌憲 (2007) 出土絹製遺物の顕微赤外分析による研究 日本文化財科学会 第 24 回大会.
2. 赤田昌倫・後藤卓真・佐藤昌憲・奥山誠義 (2008) 出土絹製遺物の顕微赤外分析による研究Ⅱ. 日本文化財科学会第 25 回大会.
3. 赤田昌倫・佐藤昌憲・奥山誠義 (2008) 銅の影響を受けた絹製文化財の研究. 文化財保存修復学会 第 30 回大会.

2. 繊維教育賞

受賞団体：川島テキスタイルスクール（校長 武部吉輝）

受賞対象の教育活動：染織分野の技能開発を目指した教育活動の展開

(1) スクール設立の経緯

川島テキスタイルスクールは鞍馬山や貴船神社に程近い、京都洛北市原の里にあり、美しい自然環境に恵まれた場所にあります。当時の株式会社川島織物 [現 (株)川島織物セルコン] が創業 130 周年を記念して、同社が永年蓄積してきた染織技術を公開して、社会に貢献することを目的に 1973 年に開校され、今年で 40 周年を迎えます。スクール創設者でもある当時の川島織物経営陣の「川島織物が培ってきた伝統技術を惜しむことなく公開し、染織文化を社会へ貢献するという夢と情熱」が企業文化伝承の精神を敢行させたものと言えます。



校長 武部吉輝

(2) 教育活動の理念

「手創りは自己を創り、生き様をデザインする」－手創りの技と心を学び、モノよりも心を大切にし、創造的、個性的な生き方を通して、人間性を豊かにし、自己を再認識することです。スクールは、学歴、年齢、性別、国籍を一切問わず、「染織を学びたい」という思いの人達が集まってきます。「手創りのテキスタイルを学びたい」という方なら誰でも好きなだけ学ぶ事ができる教育システムの構築を目指しています。

スクールでの出会いの最初は、「モノとの出会い」です。手創りは、一本の糸から始まり布を創る。人はモノと共存し、創造の喜びを得るのです。第二の出会い「人との出会い」です。全国あるいは海外から手創りを志す人が集まり、共に学び共に暮らす。志を同じくする人達間に人間関係の暖かい絆が結ばれるのです。最後の出会いは、「自己との出会い」です。人は、時代の変化と生活の中で、とかく自分を見失いがちになります。手創りを通じて自己を再認識するのです。つまり主体性の確立です。手創りはモノを作るに止まらず、その人を創るのです。このように、その人の人生を変貌させずにはられません。その人も、人生も、生き様を見直し新しい創造へと始動することができる「ライフデザインを創る」ということではないでしょうか。一人一人が、自らのビジョンを掲げ、自分の生き様を考える思考と実践です。スクールで過ごす時間が、その人の生き様が、美しく、自由に、個性的に、楽しく演出される「場」を提供できることを念頭にしています

(3) 教育設備

スクールは、川島織物セルコンの工場に隣接する 2,000 坪の敷地に学舎があり、ドミトリー棟とアトリエ棟から構成されています。建築家 故内井昭蔵氏の設計によるもので 1975 年の建築協会賞を受賞しています。ドミトリー棟とアトリエ棟は、地下通路で連絡されており、教える人と学ぶ人が空間を共有することができる場所となり、学生は時間の許される範囲で、好きな時に自由に学べる環境になっています。

ドミトリー棟は、食堂、談話室、浴場などの共用部分と寮施設の個室等から構成されています。一方、アトリエ棟の 1 階には講義室、デザイン室、染色室などがあり、2 階は吹き抜けのウィービングルームとなり、綴織機、ドビー織機、ジャガード織機等が配置されており、スクール全体で、90 台ほどの織機を保有しています。

(4) 教育プログラム

手創りの文化を出来るだけ広範囲に展開できるように、初心者、経験者、専門家のための様々なプログラムが設けられています。また、教育内容は、織とその周辺に及び、糸を創る(紡ぐ)、色を創る(染める)、布を創る(織る)等が中核的実習です。

①専門コース：染織デザインの基礎から専門的に学ぶコースです。

【本科(1年目)】染織の基本技法の習得と表現力を養うために、糸染めの基本とデザイン演習、ホームспан、緋基礎、織物組織や染織の歴史と文化などを学びます。

【専攻科(2年目)】難しい素材や技法を試し、表現の幅を広げると共に、各自が希望する分野の企画から制作、プレゼンテーションを学びます。

【創作科(3年目)】企業へのインターンシップ、展覧会への参加、海外提携校への短期交換留学や国内外へのコンペに挑戦することにより、創作科修了後の進路を具体化していきます。交換留学制度により、スウェーデンやフィンランドの提携校へ3カ月間交換留学することもできます。海外において日本を見つめ直し、北欧のテキスタイル文化と技法を学ぶことにより、デザイナーや作家としてのデザイン提案できる人材を育てます。

②技術専門コース：ある程度の織経験者が、テーマを持って一定期間、研究と制作を行うコースです。

【3カ月コース】組織の研究と素材研究によるサンプル制作、タペストリーのデザインと制作、組織の研究と素材研究によるサンプル制作、タペストリーのデザインと制作、ホームспанの基礎技術と素材について学ぶ。

【6カ月コース】組織、素材の研究からクラフト雑貨の制作、縞の着物や組織の帯のデザイン及び制作について学ぶ。ホームспан初級。

【1年コース】独自の表現と素材研究及び造形作品の制作、緋の着物、綴帯、服地等のデザイン及び制作について学ぶ。ホームспан中級。

③ワークショップ：短期間集中で一つの技術を習得するコースです。期間は1日～10日間の染色、組織、綴織、スピニング等の内容のコースです。2013年度は36コースの53講座が開催されました。

④留学生コース：春と秋の2回、海外留学生を対象に染織の基本と緋を学ぶコースです。

⑤修了展の開催：毎年3月上旬の5日間、京都市美術館にて修了制作展を開催します。

(5) 教員および講師 スタッフ

川島織物が蓄積してきた技術の伝承を伝える専門家、大学の教授、染織の作家、テキスタイルアーティスト、スクールの卒業生などが教員・講師陣となり、多彩な顔ぶれで構成されています。

(6) 学生受け入れ実績と修了生の進路

今年(2013)の本科生10名は年齢だけを見ても18才から60才代までと幅広く、出身地も東北・四国・九州と経歴も様々で高校卒業生も定年退職者も在籍しています。また、春と秋には、海外の留学生も受け入れています。今年も9カ国18名の留学生が染織基礎や緋を学びました。開校以来、国内で10,000名近い修了生を送り出し、海外からの留学生も500名を超えています。修了生の中には、テキスタイルアーティストとして活躍している人、工房を開き織物教室を開いている人、大学などの学校で教えている人、会社勤めをしている人、家庭で手織を続け趣味を深めている人達が染織分野に止まらず広く世界で活躍しています。



川島テキスタイルスクール学会



学術講演会の開催

1. 前期講演会

平松 徹 氏（元東レ(株)先端複合材料技術部）

演題：炭素繊維（カーボンファイバー）の特徴と用途

日時：平成 25 年 6 月 1 日

15 時 15 分～16 時 30 分

場所：キャンパスプラザ京都 第 1 会議室

講演要旨：炭素繊維（カーボンファイバー）は炭素原子のみからなる繊維で、主にプラスチックと組み合わせた複合材料として用いられている。炭素繊維は鉄に比較して、比重が 1/4 と軽く、強度が 10 倍以上、弾性率（変形のし難さ）が 7 倍以上であり、力学的特性が非常に優れている。そのため、ゴルフシャフトやテニスラケットなどのスポーツ用具から風力発電の羽根、レーシングカー、圧縮天然ガス用高压タンクや HII-A ロケットまで多くの用途で活用されている。特に、航空機用途においては、機体構造の 50% に炭素繊維複合材料を使用したボーイング B787 ドリームライナーが注目を集めている。



炭素繊維は、高強度・高弾性率に加えて耐疲労性（繰返し荷重に耐える）や振動減衰性（振動が早く収まる）などを含めた力学的特性が優れていると共に、耐腐食性（錆びない）、寸法安定性（温度変化に対する寸法変化が小さい）、熱伝導性、X線透過性などの機能的特性についても優れている。これら特異な特性を有するため、力学的特性と機能的特性の両方を必要とするロボットアーム、橋脚の補修補強、人工衛星のアンテナ、医療用 CT 天板など、多くの用途に使われている。

炭素繊維の発明・開発・工業化および高性能化などにおいて、これまで日本の寄与が大きく、世界生産量の 70% を日本の炭素繊維メーカーが占めており、日本が世界をリードする重要な先端材料である。炭素繊維は、航空機用途における大量使用時代の幕開けや一般用自動車への本格的展開の動向など、軽量化による省エネルギーや CO₂ 排出量削減の切り札としての期待が大きく、今後も飛躍的な拡大が期待されている。

本講演では、炭素繊維について他の材料との比較特徴およびその用途について詳しく取り上げられた。

（参考図書）

平松 徹 (2012) トコトンやさしい炭素繊維の本. 日刊工業新聞.

2. 後期講演会

赤田 昌倫 氏（奈良文化財研究所 埋蔵文化財センター）

演題：古代の繊維にまつわる研究の歩みと

これからの発展

日時：平成 25 年 12 月 7 日 15 時～16 時 15 分

場所：衣笠会館 2F 小集会室

講演要旨：

（はじめに）文化財とは、人々の活動を記録した遺産、遺物を指した言葉である。文化財の中で、繊維が使用さ



れていたものは「繊維文化財」という細分化された項目に分類される。繊維から作られる製品は縄、衣服、袋など多岐にわたり、古代から現代の各時代における人々の生活の変化や発展に直結してきたものである。そのため繊維文化財は過去の人々の活動にまつわる重要な記録が含まれていると言える。そのような記録を引き出すためには、現代の様々な研究を通して明らかにする必要がある。

(出土繊維文化財の調査方法) 出土繊維文化財の調査方法は、絹や麻といった繊維の種類を明らかにするのか、縄や布といった製品の種類を明らかにするのか、劣化や変質状態を明らかにするのかによって、その調査内容は大きく異なる。

日本国内で出土する繊維の種類は地域や時代によって特徴がある。そのため繊維種同定は当時の文化形態を知ることができる重要な調査である。図 1 に鉄錆に覆われた出土繊維の実体顕微鏡写真を、図 2 に出土縄状物質を、図 3 に横断面 SEM 画像を示す。繊維の横断面や繊維側面の形状を観察し材質を判断する。また、機器分析として赤外分光分析 (FT-IR) と高速液体クロマトグラフィー質量分析法 (HPLC-MS) を使用した調査方法がある。図 1 の鉄錆に覆われた繊維は分析結果から絹であると、図 2 の縄状物質は横断面の形状と分析結果から草本類であると判断された。

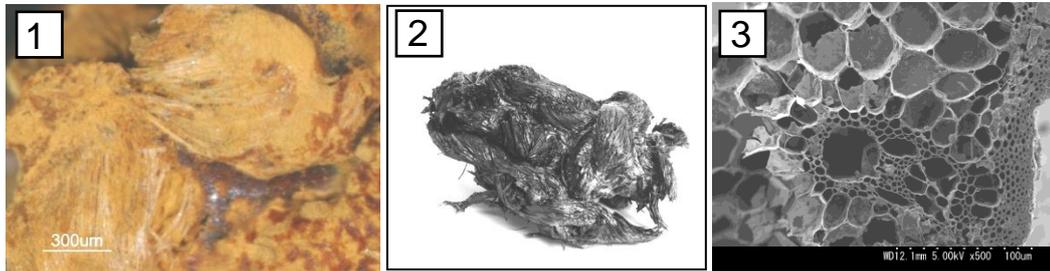


図 1 鉄さびに覆われた出土繊維文化財、図 2 平城京出土の縄紐、図 3 平城京出土の縄紐の SEM 画像

繊維種が判断された出土繊維文化財は、その材質や形状、編み方織り方から、どのような目的で使用された物質なのか、歴史学的な研究に用いられる。例として、布目順郎氏はその著書 (1995) で、国内各地で出土した絹繊維の繊維直径に着目し、その大きさから日本国内で生産された家蚕絹なのか、中国産の輸入絹なのか推定することができ、中国産と判断された絹製文化財の分布状況から日本と中国を結ぶシルクロードの道程について見解を述べている。このように、出土繊維文化財は様々な歴史学的研究に用いられるが、一方で資料そのものが存在しなければ研究は成り立たない。そのため、編み方織り方などを維持したまま保存し、後世に残すための劣化研究も必要である。図 4 に出土絹製文化財の IR スペクトルを示す。佐藤昌憲氏 (2006) は、出土絹糸と現代参照絹糸の IR スペクトルを比べると、アミド基が非常に特異なパターンとなっていることを明らかにした。この現象についてさらに解析を進め、300 点以上の出土絹糸を無偏光と偏光赤外による分析をおこなった結果、主たる要因として、ポリペプチド鎖の C-N, N-H 結合が特徴的に変質していることがわかった。また、出土繊維の中には、肉眼や顕微鏡観察では繊維形状が確認できるにもかかわらず、繊維の有機質が失われているものが多数存在する。図 5 に Positive casting の SEM 画像を、図 6 に Negative casting の SEM 画像を示す。大別すると、繊維がその形のまま無機化したもの“Positive casting”と、繊維自体は残存せず、繊維の周りを覆うように無機物質が存在するもの“Negative casting”がある。一つの繊維文化財の中でも調査部位によっては両方のパターンが確認されることもある。しか

しながら、Positive と Negative はどのような条件下で発生するのか明確な結論は得られていない。この現象は肉眼観察による見分けが非常に困難であり、どちらが多く形成されているかによって保存処理薬剤の浸透性が異なることが考えられる。そのため、これらの形成メカニズムを明らかにし、特徴を把握することは、より適切な保存処理方法を検討するための重要なテーマの一つであるといえる。

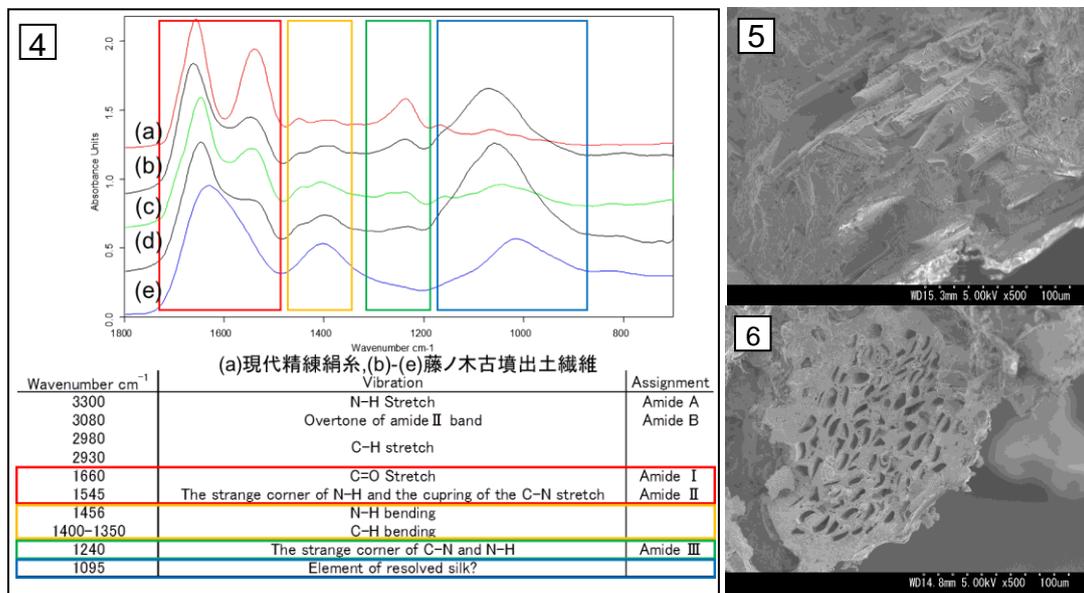


図4 劣化した絹のIRスペクトルと帰属表、図5 Positive castingの痕跡、図6 Negative castingの痕跡

(まとめ) 布目氏や佐藤氏らの研究によって、出土繊維文化財調査の基礎が築かれた。これからは材質分析による結果を歴史学とリンクさせること、さらには文化財を保存するための劣化研究を進展させることが最も重要である。様々な科学分析が繊維文化財に適用されたのは近年のことであり、その分析方法もほんの一部が活用されたに過ぎない。今後、既存の分析機器による継続的な研究から得られたデータとともに、新しい分析方法が繊維文化財に応用され、歴史的な要素や、繊維文化財の残すための研究への深化となることが期待されている。

(引用文献)

布目順郎 (1995) 倭人の絹—弥生時代の織物文化. 小学館.

佐藤昌憲 (2006) 30年後の文化財保存科学. 繊維と工業 62, 23-24.

平成 25 年度 衣笠繊維研究所 活動状況

1. 学術論文の発表、各種学会での口頭発表など（下線部は財団理事、評議員）

1) 原著論文

Biggar, K.K., Kotani, E., Furusawa, T., Storey, K.B. Expression of freeze-responsive proteins, Fr 10 and Li 16, from freeze-tolerant frogs enhances freezing survival of BmN insect cells. The FASEB Journal 27, 3376-3383 (2013)

常山 泉・池嶋智美・飯田のり子・鶴井裕治・田中幸夫・原 和二郎・杉村順夫・蜷木 理. cDNA クローン の RFLP を利用したカイコの炭酸カルシウム摂食反応性の遺伝解析. 蚕糸・昆虫・バイオテック 81, 153-162 (2012)

森本弘一・尾山 廣・杉村順夫. アミラーゼおよびプロテアーゼ活性の半定量的簡易検出法の開発と応用. 生物教育学会誌 (生物教育) 印刷中.

一田(高濱)昌利. 知的障がい者施設での新たな取り組み -養蚕事業の展開-. 日本繊維機械学会誌 66, 19-28 (2013)

Nakamura, T., Takahama, I. M. Dietary silkworm powder reduces blood glucose and visceral fat in mice. New Food Industry 55, 35-39 (2013)

2) 口頭発表

中平 敦・佐藤充孝・片山寿人・杉村順夫. 植物プロセスを利用したナノ材料創製とその評価. 日本セラミック協会 2013 年年次大会講演予稿集 1P219. 東京工大 (東京). 平成 25 年 3 月 17 日.

Lae Lae Khaing・杉村順夫・森本弘一. High School Biology in Myanmar: Usable Experiments on Carbon Flow from Plant to Animal. 平成25年度日本理科教育学会近畿支部大会発表論文集 B 16. p. 54. 和歌山大学附属中学校 (和歌山). 平成25年11月30日.

上田大介・舟山知夫・横田裕一郎・坂下哲也・小林泰彦・白井孝治. 受精期に重イオン照射されたカイコ卵における傷害核の除去機構. 日本蚕糸学会中部・東海支部合同大会講演要旨集 (中部支部 69 号) p. 12. 信州大学理学部(長野). 平成 25 年 11 月 9-10 日

上田大介・舟山知夫・横田裕一郎・坂下哲也・小林泰彦・白井孝治. 重イオン照射によるカイコ発生初期卵の発生遅延 (予報). 平成 26 年度蚕糸・昆虫機能利用学術講演会. 日本大学生物資源学部(神奈川). 平成 26 年 3 月 10-11 日.

3) ポスター展示発表

白井孝治・徐 そう羽・舟山知夫・横田裕一郎・坂下哲哉・小林泰彦. 重イオン照射カイコ卵における傷害核排除機構解明の試み. 第 8 回高崎量子応用研究シンポジウム. 高崎シティギャラリー (群馬). 平成 25 年 10 月 10 日.

4) 研究会、講演会等への出席

藤井直樹. 京都府文化財所有者等連絡協議会 (第 7 回総会). 同志社大学アーモスト館. 平成 25 年 6 月 8 日; 同研修会. 教王護国寺客殿. 平成 25 年 11 月 29 日; 泉涌寺妙應殿. 平成 26 年 3 月 12 日.

藤井直樹. 京都府文化財保護推進会議 (総会). 賀茂御祖神社参集殿. 平成 25 年 7 月 29 日.

2. 講演・講義活動

白井孝治

1) 演題：昆虫に学ぶ生物学

日時：平成25年8月23日

主催者：長野県諏訪二葉高等学校

場所および対象者：長野県諏訪二葉高等学校 (長野). 諏訪二葉高等学校 1、2年生.

講義内容：昆虫を題材に生物の環境応答について概説した。現在問題となっている放射線の基礎知識と生物影響についてまず理解させた。その上で昆虫の放射線耐性について、大学で行われている研究と今後の展望の概要を話した。

2) 演題：昆虫に学ぶ生物学

日時：平成25年10月25日

主催者：静岡県立富士宮西高等学校

場所および対象者：静岡県立富士宮西高等学校 (静岡). 富士宮西高等学校 1、2年生.

講義内容：昆虫を題材に生物の環境応答について概説した。現在問題となっている放射線の基礎知識と生物影響についてまず理解させた。その上で昆虫の放射線耐性について、大学で行われている研究と今後の展望の概要を話した。

3) 演題：昆虫に学ぶ生物学

日時：平成25年11月19日

主催者：群馬県立富岡高等学校

場所および対象者：群馬県立富岡高等学校(群馬). 富岡高等学校 1、2年生.

講義内容：昆虫を題材に生物の環境応答について概説した。現在問題となっている放射線の基礎知識と生物影響についてまず理解させた。その上で昆虫の放射線耐性について、大学で行われている研究と今後の展望の概要を話した。

古澤壽治

1) 演題：養蚕現場における技術的問題

日時：平成25年10月10日(火)午前10時

主催者：安徽省農業科学院 蚕桑研究所

場所及び対象者：安徽省農業科学院 蚕桑研究所 研究員他20名

講演内容：養蚕現場での飼育施設の防疫対策、特に蚕飼育場所土間のホルマリンを用いない新しい消毒法、飼育終了後の蚕沙、桑廢条処理技術について説明するとともに、昆虫ホルモン含有家畜飼料を食した家畜の糞尿を桑園に肥料として投入した場合、不結繭蚕が発生する科学的根拠、さらに遺伝子資源としての蚕卵の長期保存の科学的方法について講演した。講演終了後、大規模養蚕農家を視察し、蚕舎内土間での飼育法及び消毒法について意見交換した。

2) 演題：養蚕現場における技術的問題

日時：平成25年10月12日(火)午前11時

主催者：湖州市農業科学研究院

場所及び対象者：湖州市農業科学研究院研究所研究員及び養蚕農家約100名

講演内容：講演内容は上記1に準じ、さらに蚕卵の長期保存に関する研究成果を「蚕卵を利用した宇宙生物学」に活用し、国際宇宙ステーションへの蚕卵の搭載実験の内容について話した。講演終了後、養蚕団地における養蚕と養魚との有機的農業のモデル地区を視察した。

高濱（一田）昌利

1) 演題：小規模分散型養蚕

日時：平成25年1月31日

主催者：宮城大学

場所および対象者：宮城県南三陸町「ひころの里」一般市民及び養蚕関係者

講義内容：東日本大震災復興事業の一環として南三陸町での小規模分散型養蚕業の確立について講演した。具体的には、小石丸互理の導入と塩溶液法による繭の貯蔵及び繰糸について解説した。

2) 演題：絹の機能性

日時：平成25年3月19日

主催者：京都市産業技術研究所

場所および対象者：西陣会館、西陣織関係者

講義内容：これからの絹を考えた場合、絹の機能性を理解することは大切である。本講演では、品種によって異なる絹の機能性を中心に解説した。

3) 演題：蚕のお話し

日時：平成25年6月4日、6月25日

主催者：京都市立唐橋小学校、同広沢小学校

場所および対象者：京都工芸繊維大学生物資源フィールド科学教育センター、小学生

講義内容：小学生の授業の一環として唐橋小学校及び広沢小学校の児童にカイコに関する基礎的な歴史、生理、遺伝等の講義をした。

4) 演題：カイコを中心とした昆虫利用

日時：平成25年12月17日

主催者：大阪府立千里高校

場所および対象者：京都工芸繊維大学生物資源フィールド科学教育センター、千里高校1年生

講義内容：カイコの基礎的知識を開発するとともに、昆虫利用の現状と将来及び養蚕における革新的技術開発について判り易く解説した。

以上

編集・発行

公益財団法人

衣笠繊維研究所

URL <http://krf-textile.or.jp>

〒603-8326

京都市北区北野下白梅町 29

Tel 075-461-5949

Fax 075-463-6679

E-mail zai-kinugasakai@nifty.com

発行日

2014年3月30日