

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 22 日現在

機関番号：32623

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23501217

研究課題名(和文) 繊維遺物鑑別のための画像解析データベースの構築

研究課題名(英文) Making a database of morphological analysing for identification of excavated plant fibers.

研究代表者

伊藤 美香 (ITO, MIKA)

昭和女子大学・研究支援機器センター・助教

研究者番号：70276624

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：繊維遺物はそれらが作られ、使われた時代の生活文化の様子が顕著に反映される調査対象である。繊維遺物の鑑別手法としては、標品となる原生繊維との形態比較が最も簡便で有効とされるが、繊維は有機物であることに起因して劣化分解が進み激しく形態が変化していたり、炭化していたりと原形を留めていないことが多い。このような形態の変化してしまった繊維遺物を鑑別する際の指標とするために、標品となる繊維を人工的に炭化および劣化させた場合の形態と大きさの変化を電子顕微鏡で観測し、大きさの観測値データについては平均値の統計処理を施し、これらの形態画像と観測値データをデータベース化した。

研究成果の概要(英文)：Excavated textiles reflect the culture, skills and people's lives of those days. Since most of the fibers have changed in the shapes through partial degradation and/or carbonization, it is difficult to identify the species of the fibers or guess the area of production by comparison of the shapes with those of the authentic fibers with scanning electron microscope. In this work, the changes of plant fibers from different areas in Japan that were artificially degraded or carbonized, were observed with using scanning electron microscope. The changes in the shapes and sizes were measured and the data were statistically analyzed in order to make a database for identification of excavated plant fibers.

研究分野：文化財科学

キーワード：繊維鑑別

1. 研究開始当初の背景

衣類や生活用品に利用される繊維製品は、いつの時代においても、常に人間の最も身近に存在するものである。従って、繊維遺物は、本来その時代の植生や貿易・技術といった、当時の生活文化の様子が顕著に反映される調査対象である。

しかし、繊維は有機物であることに起因して劣化分解が進み易く、出土遺物として残ることが少ない。また、運よく遺物として残ったとしても、劣化により激しく形態が変化していることが多い。さらに、何らかの原因で炭化し、遺物として出土した繊維は収縮も激しく、原形とはかけ離れた形状・大きさとなっていることが考えられる。

従来、繊維の鑑別には比較対象となる標品繊維との形態比較が最も簡便で有効とされているが、原形とかけ離れた形状となってしまう繊維遺物は鑑別が困難なため、現状、考古資料として、あまり注目されていない遺物である。

このように、取り扱いが困難な繊維遺物の鑑別には、専門知識と豊富な経験を要し、取り扱えるのは一部の研究者に限られる場合が多い。従って、一般研究者が独自で繊維遺物に関する詳細な情報を知り得ることは難しい。

本来、文化財的価値を持ちつつも、あまり着目されずにきた繊維遺物に関する研究の発展はこれまでの歴史的背景の理解にさらに広がりをもたらすことのできる分野であると考えている。そこで、高い専門性を必要とする繊維遺物の鑑別手法について、一般研究者でも鑑別の指標とできるような、数値化された客観的データに基づく方法の検討を始めた。

2. 研究の目的

本研究課題に取り掛かる以前にも、特定の産地の植物繊維(亜麻、苧麻、大麻、黄麻、サイザル麻、マニラ麻)について、これらの微細組織を走査型電子顕微鏡で観測し、形態観察のみならず、単繊維の断面積の測定、繊維幅の測定を行い、その解析に統計的手法を取り入れ、天然物が故の個体差のばらつきを考慮して、繊維種毎の特徴を捕えるためのデータを集めてきた。

本研究課題の遂行に伴い、さらに、標品繊維を人工的に劣化・炭化させて、未処理試料と同様に分析し、著しい形態変化のため、元の標品が推定し難い繊維遺物の鑑別の指標となるデータも取得している。これらのデータをさらに産地の違いなどを含めて検討し、データベースとして整理したいと考えた。

3. 研究の方法

(1) 試料収集

日本国内で自生・栽培されている大麻を中心とした植物繊維原料を可能な限り、自ら現地に赴いて採集した。

大麻繊維は宮城県、福島県、群馬県、栃木県、長野県、大分県の6県の生産時期の異なる繊維を含め8種を収集することができた。

(2) 試料処理

① 未処理繊維

採取した植物繊維(主として、大麻)は単繊維の形態観察のため、膠着した繊維組織をほぐすため、米のとぎ汁で処理²⁾したものを試料とした。

② 人工炭化繊維

人工炭化試料は熱分析装置(DSC6200:セイコーインスツルメツ製)を用い、昇温速度1℃毎分と20℃毎分で450℃まで加熱し作製した。

③ 人工劣化繊維

セルロース分解酵素(2%ドリセラゼ:シグマ社製)を用いて、30℃48時間反応させたものを試料とした。

(3) 走査型電子顕微鏡による形態観察

試料は、低温アセトン包埋割断法³⁾により切断面を作製し、走査型電子顕微鏡(JSM-5310LV, JSM-6010LA:日本電子製)を用いて観察した。各試料50本の単繊維について、繊維幅は観察ソフトウェアの測長機能を用いて長径を計測、断面積および周囲長は計測ソフトウェア(セマフォ-リポーター:日本電子製)を用いて計測した。

(4) 平均値の統計処理

それぞれの処理を行った国内各産地の大麻繊維8種について、それぞれ単繊維50本について断面積および繊維幅を計測し、その平均値を統計解析ソフトSPSS Ver. 20を用いて解析した。

(5) データベースの構築

データベースソフト FileMaker Pro. 13 を用いてデータベースの構築を行った。

4. 研究成果

(1) 国内各産地の大麻線の比較

—未処理試料—

表1に示す通り、国内各産地の大麻繊維(単繊維)各50本の繊維幅および断面積、周囲長を走査型電子顕微鏡で観測した。産地別比較のため、統計ソフト(SPSS)を用いて分散分析および多重比較を行い、平均値を比較した。

表1 国内各産地の大麻繊維の形態と大きさの平均

	①宮城県 東松町	②福島県 郡山	③群馬県 東吾妻町	④栃木県 日光	⑤栃木県 野洲	⑥長野県 東御代	⑦長野県 東御代	⑧大分県 日田市
観察倍率 500倍								
観察倍率 2000倍								
断面積平均	135.3μm ²	176.4μm ²	167.3μm ²	179.9μm ²	277.3μm ²	292.9μm ²	296.5μm ²	507.8μm ²
標準偏差	69.79	142.05	126.43	73.56	140.58	166.94	152.47	300.11
繊維幅平均	16.5μm	18.4μm	23.2μm	24.8μm	28.0μm	27.9μm	27.5μm	32.2μm
標準偏差	6.43	5.82	8.39	6.64	8.15	10.02	8.34	13.00
周囲長平均	48.9μm	53.7μm	55.3μm	57.7μm	68.7μm	72.2μm	74.9μm	89.6μm
標準偏差	11.87	21.96	19.60	12.95	17.88	21.29	20.32	32.25

その結果、表2に示す通り、繊維幅： $F(7, 392)=16.01, P<.05$ 、断面積値： $F(7, 392)=27.97, P<.05$ 、周囲長： $F(7, 392)=22.20$ で各産地の効果は有意であり、繊維幅、断面積値、周囲長共に平均値は産地によって差があるという結果を得た。

表2 国内各産地の大麻繊維(単繊維)の繊維幅、断面積、周囲長の分散分析

分析材料	繊維幅平均	標準偏差	断面積平均	標準偏差	周囲長平均	標準偏差
① 宮城県東松町	16.5	6.43	135.5	69.79	48.9	11.87
② 福島県郡山	18.4	5.82	176.4	142.05	53.7	21.06
③ 群馬県東吾妻町	23.2	8.39	167.3	126.43	55.3	19.60
④ 栃木県(日光)	24.8	6.64	179.9	73.56	57.7	12.95
⑤ 栃木県(野洲)	28.0	8.15	277.3	140.58	68.7	17.88
⑥ 長野県(東御代)	27.9	10.02	292.9	166.94	72.2	21.29
⑦ 長野県(東御代)	27.1	8.34	296.5	152.47	74.9	20.22
⑧ 大分県日田市	32.2	11.00	507.8	300.11	89.6	32.25
F値	16.02		27.93		22.20	

さらに、Tukey HDS法による多重比較の結果、繊維幅平均は3つの等質サブグループ1(①~③)、2(③~⑦)、3(⑤~⑧)の間に有意差水準5%で有意差のあることが分かった。繊維断面積値と周囲長の各平均は共に4つの等質サブグループ1(①~④)、2(④, ⑤)、3(⑤~⑦)、4(⑧)の間に同じく、それぞれ有意差があることが分かった。

これらの結果から、同一繊維種においても地域や年代によって、繊維の大きさに違いのあることが分かった。特に、大分県の大麻繊維は断面積値および周囲長において、他の全ての産地の繊維と有意差があり、突出して太いものであった。従って、繊維遺物を形態比較によって鑑別する際には形態観察に加えて、個体差や産地別のばらつきを考慮するために繊維の大きさの要素を加味して鑑別を行うことが望ましいと考えた。

(2) 国内各産地の大麻線の比較

—人工炭化試料—

(1)で得られた結果をもとに、さらに、これらの繊維を人工的に炭化させた場合の値の変化についても検討を加えた。

人工炭化させた国内各産地の大麻繊維(単繊維)各50本の繊維幅および断面積、周囲長を走査型電子顕微鏡で観測した。

未処理の試料と人工炭化後の試料の比較を表3に示す。

表3 国内各産地の大麻繊維の未処理試料と人工炭化試料の比較

	①宮城県 東松町 (標本)	②福島県 郡山 (標本)	③群馬県 東吾妻町 (標本)	④栃木県 日光 (標本)	⑤栃木県 野洲 (標本)	⑥長野県 東御代 (標本)	⑦長野県 東御代 (標本)	⑧大分県 日田市 (標本)
炭化前 観察倍率 2000倍								
断面積平均	136μm ²	176μm ²	167μm ²	180μm ²	277μm ²	293μm ²	299μm ²	506μm ²
炭化後 170℃ 2000倍								
断面積平均	20μm ²	39μm ²	36μm ²	15μm ²	76μm ²	74μm ²	47μm ²	107μm ²
炭化後 307℃ 2000倍								
断面積平均	43μm ²	43μm ²	54μm ²	52μm ²	68μm ²	105μm ²	91μm ²	107μm ²

また、各産地の炭化前後の繊維断面積値の変化を図1に示す。

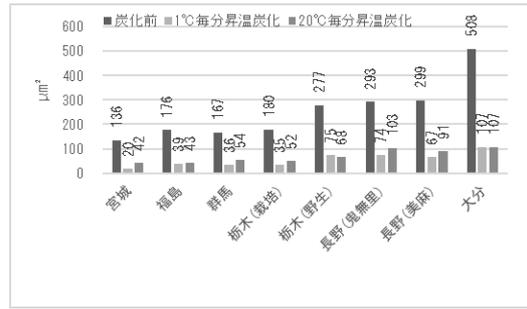


図1 炭化前後の平均繊維断面積値 (μm²)

さらに、産地別比較のため、統計ソフト(SPSS)を用いて分散分析および多重比較を行い、平均値を比較した結果、炭化速度1℃毎分で人工的に炭化させた試料では、繊維幅： $F(7, 392)=30.32, P<.05$ 、断面積値： $F(7, 392)=26.89, P<.05$ 、周囲長： $F(7, 392)=28.10, P<.05$ 、炭化速度20℃毎分で人工的に炭化させた試料では、繊維幅： $F(7, 392)=21.38, P<.05$ 、断面積値： $F(7, 392)=20.10, P<.05$ 、周囲長： $F(7, 392)=26.32, P<.05$ で各産地の効果は有意であり、繊維幅、断面積値、周囲長共に平均値は産地によって差があるという結果を得た。

さらに、繊維幅、断面積、周囲長の各平均値について、Tukey HSD法による多重比較を行った。その結果、表4に示す通り、昇温速度1℃毎分での炭化試料では、断面積値平均において、3つの等質サブグループに分けられ、グループ1(①~④)とグループ2(⑤~⑦)とグループ3(⑧)の間に有意差水準5%で有意差が認められた。

表4 昇温速度1℃/分炭化試料の等質サブグループ

産地別	度数	α=0.05のサブグループ		
		1	2	3
①	50	19.7878		
④	50	35.4044		
③	50	36.2974		
②	50	39.2944		
⑦	50		67.4728	
⑥	50		74.3596	
⑤	50		74.8247	
⑧	50			107.2910
有意確率		0.210	0.983	1.000

一方、表5に示す昇温速度20℃毎分の炭化試料では、4つの等質サブグループに分けられ、グループ1(①~④)、グループ2(②~⑤)、グループ3(③~⑥)、グループ4(⑦⑧)の間に、有意差水準5%で有意差が認められる結果となった。

表5 昇温速度 20℃/分炭化試料の等質サブグループ

産地別	度数	α=0.05のサブグループ			
		1	2	3	4
①	30	41.6333			
②	30	42.8911	42.8911		
④	30	51.6344	51.6344		
⑤	30	53.7338	53.7338		
⑥	30		67.8097	67.8097	
⑦	30			91.1289	91.1289
⑧	30				103.1870
⑧	30				107.4636
有意確率		0.847	0.070	0.114	0.339

このことは、未処理の状態(炭化前)では突出して繊維が太く断面積値において他の全ての産地と有意差のあった大分県の大麻繊維は、昇温速度 20 毎分での人工炭化後は、同条件で炭化した長野県産の繊維との有意差が無くなることを示している。このように、炭化した繊維遺物は元の繊維の太さが大きく変化している可能性があるため、形態変化の傾向をとらえ、鑑別する際には形態観察に加えて、収縮率など遺物の状態に即した要素を加味して鑑別を行うことが望ましいと考える。

(3) 国内各産地の大麻線の比較 —人工劣化試料—

(1)、(2)で得られた結果をもとに、さらに、これらの繊維を人工的に劣化させた場合の値の変化についても検討を加えた。人工劣化させた国内各産地の大麻繊維(単繊維)各 50 本の繊維幅および断面積、周囲長を走査型電子顕微鏡で観測した。

未処理の試料と人工劣化後の試料の比較を表6に示す。

表6 国内各産地の大麻繊維の未処理試料と人工劣化試料の比較

	①宮城 産地(標本)	②福島 産地(標本)	③群馬 産地(標本)	④栃木 産地(標本)	⑤栃木 産地(標本)	⑥長野 産地(標本)	⑦長野 産地(標本)	⑧大分 産地(標本)
未処理 断面積平均 (μm ²)	136	176	167	186	277	293	299	508
劣化後 断面積平均 (μm ²)	82	130	120	157	217	180	242	412

各産地の劣化前後の繊維断面積値の変化を図2に示す。

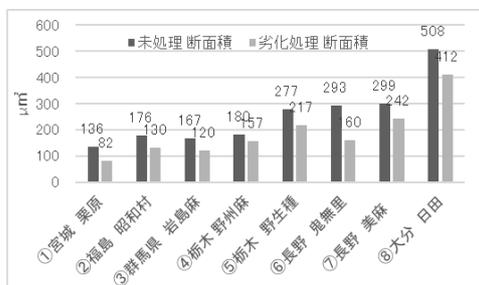


図2 劣化前後の平均繊維断面積値 (μm²)

また、産地別比較のため、統計ソフト(SPSS)を用いて分散分析および多重比較を行い、平均値を比較した結果、人工劣化させ

た国内各産地の大麻繊維(単繊維)各 50 本の繊維幅および断面積を走査型電子顕微鏡で観測した。各産地の劣化前後の繊維断面積値の変化を図1に示す。

また、産地別比較のため、統計ソフト(SPSS)を用いて分散分析および多重比較を行い、平均値を比較した結果、人工的に劣化させた試料では、繊維幅 : F(7, 392) = 37.32, P < .05、断面積値 : F(7, 392) = 35.20, P < .05 で各産地の効果は有意であり、繊維幅、断面積値、周囲長共に平均値は未処理状態の試料と同じく、産地によって差があるという結果を得た。

さらに、繊維幅、断面積の各平均値について、Tukey HSD 法による多重比較を行った。その結果、表7に示す通り、断面積値平均において、人工劣化試料は5つの等質サブグループに分けられ、グループ1(①~③)とグループ2(②~④, ⑥)とグループ3(④, ⑥, ⑦)とグループ4(⑤, ⑦)とグループ5(⑧)の間に有意差水準 5%で有意差が認められた。未処理状態で突出して繊維が太かった大分の大麻繊維は劣化後も他のすべての産地と有意差を保っていた。

表7 人工劣化後試料の等質サブグループ

産地別	度数	α=0.05のサブグループ				
		1	2	3	4	5
①	50	82.0500				
③	50	120.0880	120.0880			
②	50	130.2360	130.2360			
④	50	156.8400	156.8400	156.8400		
⑥	50	160.2380	160.2380			
⑦	50		209.7420	209.7420		
⑤	50				217.0600	
⑧	50					411.6480
有意確率		0.176	0.399	0.097	0.055	1.000

劣化による繊維の収縮や形態変化は、単繊維全体が収縮していた人工的な炭化 3) に比べると断面の外郭を基準とした断面積の収縮率は小さいが、繊維内部は表6に示すように分解されやすい部分から空洞化する様子がうかがえた。出土繊維の中には、様々な状況において劣化分解され、繊維内部が消失しているようなものもみられる。そのような試料を鑑別の際、劣化する過程で生じる繊維の形態変化を観察と計測の両面から把握しておくことは、鑑別の確度向上に寄与できる可能性を持つと考える。

(4) データベースの構築

これまでの観察・観測データをデータベースソフト(FileMaker Pro13)を用いてまとめ、比較検索できるように、データベースの構築を試みた。データベースはFileMaker上で「画像データベース」と「計測データベース」の2つに分けて作成した。

① 繊維画像データベース

FileMaker Pro13に付属のテンプレート「リサーチ記録」をアレンジして、図3, 4に示す通り、本研究で取得した走査型電子顕微鏡観察画像 822 枚を各産地・試験毎に分類して格

納し、産別、試験別に閲覧できるようにした。

リサーチID	プロジェクト	カテゴリ	記録番号	複数記録ラベル
1	宮城県産大麻繊維	糸状繊維	13	記録
2	福島県産大麻繊維	糸状繊維	15	記録
3	奈良県産大麻繊維	糸状繊維	19	記録
4	栃木県産大麻繊維(野州産)	糸状繊維	29	記録
5	栃木県産大麻繊維(野土産)	糸状繊維	18	記録
6	長野県産大麻繊維(鬼無里)	糸状繊維	21	記録
7	長野県産大麻繊維(奥野)	糸状繊維	12	記録
8	大分県産大麻繊維	糸状繊維	14	記録
9	宮城県産大麻繊維	人工変化繊維(昇温速度1℃毎分)	26	記録
10	宮城県産大麻繊維	人工変化繊維(昇温速度2℃毎分)	33	記録
11	福島県産大麻繊維	人工変化繊維(昇温速度1℃毎分)	16	記録
12	福島県産大麻繊維	人工変化繊維(昇温速度2℃毎分)	22	記録
13	群馬県産大麻繊維	人工変化繊維(昇温速度1℃毎分)	16	記録
14	群馬県産大麻繊維	人工変化繊維(昇温速度2℃毎分)	43	記録
15	栃木県産大麻繊維(野州産)	人工変化繊維(昇温速度1℃毎分)	10	記録
16	栃木県産大麻繊維(野州産)	人工変化繊維(昇温速度2℃毎分)	32	記録
17	栃木県産大麻繊維(野土産)	人工変化繊維(昇温速度1℃毎分)	14	記録
18	栃木県産大麻繊維(野土産)	人工変化繊維(昇温速度2℃毎分)	26	記録
19	長野県産大麻繊維(鬼無里)	人工変化繊維(昇温速度1℃毎分)	15	記録
20	長野県産大麻繊維(鬼無里)	人工変化繊維(昇温速度2℃毎分)	31	記録
21	長野県産大麻繊維(奥野)	人工変化繊維(昇温速度1℃毎分)	24	記録
22	長野県産大麻繊維(奥野)	人工変化繊維(昇温速度2℃毎分)	18	記録
23	大分県産大麻繊維	人工変化繊維(昇温速度1℃毎分)	40	記録
24	大分県産大麻繊維	人工変化繊維(昇温速度2℃毎分)	45	記録
25	宮城県産大麻繊維	人工変化繊維(繊維分解酵素処理)	40	記録
26	福島県産大麻繊維	人工変化繊維(繊維分解酵素処理)	44	記録
27	群馬県産大麻繊維	人工変化繊維(繊維分解酵素処理)	27	記録
28	栃木県産大麻繊維(野州産)	人工変化繊維(繊維分解酵素処理)	33	記録

図3 繊維画像データベース一覧



図4 データベース閲覧画面

②繊維計測データベース

繊維計測のデータは、エクセルの生データを FileMaker に移行し、レイアウトを整え、図5,6に示す通り、記述統計値を生データと共に閲覧できるようにした。

また、各試験の計測値による形態変化の傾向をグラフ化して視覚的に比較することもできるようにした。

図5 計測データベース画面

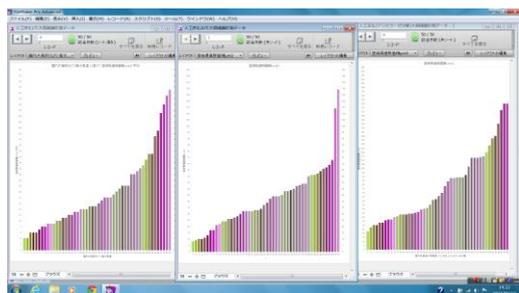


図6 各試験による計測値変化のグラフ化

今後は、さらに繊維種を増やしてデータベースの内容を充実させるとともに、より使いやすいレイアウトや検索メニューの充実に努めたい。また、学外からも本データベースにアクセスできる手段の確立も検討していく。

本課題を科学研究費助成事業の対象として採択していただいたことで、更なる探求心をもって研究を進めていくにあたり、将来的には画像解析に加え、X線解析などの他の解析データも加えていき、本データベースが多くの繊維遺物の鑑別の指標の一端を担えるものになるよう成長させたいと考えている。

<参考文献>

- 1) 伊藤美香、小原奈津子、出土繊維鑑別のための基礎的研究—各種麻繊維の炭化による形態変化—、昭和女子大学 学苑、740号、2002、p. 93-100
- 2) 『博物館シリーズ 苧』、からむし工芸博物館、2001、p. 46
- 3) 『新・走査型電子顕微鏡』、共立出版、2011、p. 422-423

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 2件)

- ①伊藤美香、小原奈津子
繊維遺物鑑別のための基礎研究—人工的に炭化させた国内各産地の大麻繊維の比較—
2014年7月5日,6日
日本文化財科学会第31回大会 奈良教育大学(奈良県奈良市)
- ②伊藤美香、小原奈津子
繊維遺物鑑別のための基礎研究—国内各産地の大麻繊維の比較—
2013年7月7日,8日
日本文化財科学会第30回大会 弘前大学(青森県弘前市)

6. 研究組織

(1)研究代表者

伊藤 美香 (ITO, MIKA)
昭和女子大学
研究支援機器センター・助教
研究者番号：70276624