

天蚕と柞蚕の交雑種絹の金属イオン量と酸・アルカリ・塩類に対する溶解性

王 光遠・清水 滉

信州大学繊維学部素材開発化学科

天蚕糸の需用が高まっているが、天蚕は強健性を欠き年1回の取繭という欠点を持っているため、柞蚕との交配による育種が進められている(1)。

家蚕糸では、品種の育種における蚕体の代謝に若干の金属イオンが関与していることが示唆されており(2)、天蚕と柞蚕の交雑種においても、繊維中の金属イオン量を調べることによって、母体となる天蚕および柞蚕からの影響が、どちらからの方が大きいかの示唆が得られるか否かについて検討した。

また、この交雑種糸の実用的価値を検討するため、酸・アルカリ・塩類に対する溶解性について、家蚕糸、天蚕糸および柞蚕糸との相違について調べた。

材 料 と 方 法

1. 試料繭：本学応用生物科学科より提供された1992年産の家蚕・天蚕・柞蚕および天蚕と柞蚕の交雑種繭を使用した。

2. 繭の精練：予備実験の結果から膠着しているセリシンが完全に除去できる方法を選択した。そのため、それぞれの繭については以下の方法で精練した。なお、セリシンの除去については、精練後顕微鏡下で確認した。

家蚕繭：マルセルセッケン20%(owf)を用い、90℃で40分処理し、同じ方法で更に1回処理した。

天蚕繭：10%塩酸水溶液中に室温で20分間浸漬処理後、十分に水洗し、更に炭酸ナトリウム溶液で残存酸分を中和してからマルセルセッケン20%(owf)、ケイ酸ナトリウム2%(owf)を用い、85~90℃で40分処理し、同じ方法でケイ酸ナトリウムのみを1%(owf)として更に1回40分処理した。

柞蚕および交雑種：天蚕繭と同様に塩酸処理、水洗、中和後、マルセルセッケン20%(owf)、ケイ酸ナトリウム10%(owf)、炭酸ナトリウム10%(owf)を用い、90~95℃で90分処理し、同じ方法でケイ酸ナトリウム5%(owf)、炭酸ナトリウム5%(owf)に変えて更に1回60分処理した。

いずれの場合も、精練後0.05%炭酸ナトリウム溶液で3回温洗浄し、十分に水洗して風乾した。

3. 金属イオン量の測定：精練前後の繭繊維20~200mgを65℃で4時間減圧乾燥後精秤し、濃硝酸と60%過塩素酸とで湿式分解した後一定量に希釈し、原子吸光分析で求めた。

4. 酸・アルカリ・塩類への溶解性：表1に示した試薬を用い、約20mgの精練試料を減圧乾燥後1夜間シリカゲル入りのデシケータ中でコンディショニングして溶解試験に供した。溶解試験は、試験管に5mlの試薬溶液を入れ、所定温度になってから試料を投入し、完全に溶解するまでその温度で処理した。ただし、煮沸の場合は最高10分、80および60℃では20分、40℃では1時間、室温では2時間の処理時間とした。溶解性の判定は肉眼観察で行った。

表 1 使用薬品と濃度

薬品名	使用濃度(%)					
塩酸	36	20	10	5		
硫酸	97	50	30	20	10	5
硝酸	60	30	20	10	5	
ギ酸	99					
酢酸	99	7				
水酸化ナトリウム	20	15	10	5		
炭酸ナトリウム	20	15	10	5		
塩化カルシウム	50	30	20	10		
硝酸カルシウム	50	30	20	10		
塩化亜鉛	50	30	20	10		
臭化リチウム	50	30	20	10		

結果と考察

1. 繭繊維中の金属イオン量

精練前および精練後の繭繊維中の金属イオン量を表2に、塩酸処理による溶出量を表3に示した。

精練前の天蚕繭繊維中のカルシウムの含有量が他のものに比べて非常に多い特徴があり、営繭末期の蚕体からの排泄物に起因するものと考えられる。これはシュウ酸カルシウムを含む排泄物

表 2 繭繊維中の金属イオン量 (mg/g 繊維)

蚕 品 種	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Fe ³⁺
精練前 天 蚕	26.8	1,15	0,647	0,502	0,118
精練前 柞 蚕	12,2	0,915	0,854	0,0752	0,106
精練前 交 雑 種	15,3	0,844	1,14	0,372	0,169
精練後 天 蚕	0,0630	0,020	0,263	0,040	0,0350
精練後 柞 蚕	0,0493	0,0120	0,522	0,0080	0,040
精練後 交 雑 種	0,0670	0,0110	0,410	0,0620	0,0415

表 3 塩酸処理による金属イオン溶出量 (mg/g 繊維)

蚕 品 種	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Fe ³⁺
天 蚕	3,35	0,471	0,321	0,291	0,0275
柞 蚕	1,18	0,387	0,297	0,0107	0,0192
交 雑 種	1,93	0,383	0,217	0,271	0,0192

が多いということと一致する。カルシウム以外の金属イオンにおいては、天蚕繭繊維中のマグネシウムとカリウムの含有量は柞蚕および交雑種のものより多く、交雑種繊維中のナトリウムと鉄の含有量は天蚕および柞蚕繊維中よりも多いことが認められた。塩酸による金属イオンの溶出量は、未精練繊維中の含有量に対して、カルシウムでは9.7~12.7%、カリウムでは41.0~45.4%、ナトリウムでは19.0~50.1%、マグネシウムでは14.2~72.9%、鉄では11.4~23.3%溶出したこととなり、カリウム、ナトリウムおよびマグネシウムの溶出量が多いことが認められた。精練後の金属イオン含有量は精練前に比べてカルシウムでは90%以上、カリウムでは98%以上、マグネシウムでは83%以上少なくなり、これら金属イオンは大部分セリン中に含まれていることが認められた。精練後ナトリウムの含有量が比較的大きかったが、精練に用いたナトリウム塩類が水洗で十分に除去できなかったと考えられる。

2. 化学薬品に対する溶解性

化学薬品に対する溶解性は、全般的に家蚕繊維に比べて、野蚕絹糸である天蚕、柞蚕および交雑種繊維の抵抗性が大きく、その溶解性はほぼ同程度であった。

無機酸による溶解性の一例を硝酸の場合について表4に示した。いずれの繭繊維も煮沸の場合

表 4 繭繊維の硝酸に対する溶解性

蚕 品 種	濃度(%)					
	温度(°C)	60	30	20	10	5
家 蚕	煮 沸	++++	+++	+++	+++	+++
	80	++++	++	+	-	-
	60	++++	++	-	-	-
	40	++++	-	-	-	-
	室 温	++++	-	-	-	-
天 蚕	煮 沸	++++	+++	+++	+++	+++
	80	++++	-	-	-	-
	60	++++	-	-	-	-
	40	++	-	-	-	-
	室 温	+	-	-	-	-
柞 蚕	煮 沸	++++	++++	+++	+++	+++
	80	++++	-	-	-	-
	60	+++	-	-	-	-
	40	++	-	-	-	-
	室 温	+	-	-	-	-
交 雑 種	煮 沸	++++	+++	+++	+++	+++
	80	++++	-	-	-	-
	60	+++	-	-	-	-
	40	++	-	-	-	-
	室 温	+	-	-	-	-

注：表中 ++++；完全溶解，+++；かなり溶解，
 ++；やや溶解，+；わずかに溶解，-；不溶解
 測定時の室温 = 26°C

は低濃度においてもかなりの溶解が認められた。61%濃度で家蚕繊維は室温でも完全に溶解したが、40℃以下ではいずれの野蚕繊維もわずかしか溶解しなかった。また、30%濃度で家蚕繊維は60℃でもやや溶解したが、野蚕繊維はほとんど溶解が認められなかった。

塩酸および硫酸に対しては、いずれの繊維も溶解傾向は硝酸の場合と類似していた。

ギ酸に対する溶解性は、表5に示したように家蚕および天蚕繊維に比べて柞蚕および交雑種繊維は溶解しにくいことが認められた。

表 5 繭繊維のギ酸に対する溶解性

温度(℃)		煮沸	80	60	40	室温
蚕 品 種	家蚕	+++	++	++	++	++
	天蚕	+++	++	+	+	+
	柞蚕	+	+	-	-	-
	交雑種	+	+	-	-	+

注：表中の記号は表4と同じ。測定時の室温 = 27℃

酢酸では、煮沸においてもいずれの繊維も溶解が認められなかった。

アルカリに対する溶解性は、水酸化ナトリウムの場合について表6に示したように、家蚕繊維に比べて野蚕繊維はいずれも溶解しにくく、傾向は類似していた。炭酸ナトリウムに対しては、実験範囲内では溶解が認められなかった。

塩類に対する溶解性は、表7に示した塩化亜鉛の場合、煮沸時50%濃度で家蚕、天蚕および交雑種繊維は溶解したが、柞蚕繊維の溶解はわずかであった。家蚕繊維は20%濃度でも煮沸時かなりの溶解が認められたが、この濃度では野蚕繊維の溶解は認められなかった。このほかの塩類のうち塩化カルシウムは煮沸時各濃度で家蚕繊維はかなり溶解し、野蚕繊維はほとんど溶解せず、硝酸カルシウムでは煮沸時50%濃度で家蚕繊維はかなり溶解し、臭化リチウムでは煮沸時20~50%濃度で家蚕繊維はかなり溶解した。しかし野蚕繊維のうち天蚕繊維は臭化リチウムで煮沸時30~50%濃度でやや溶解が認められた程度で、他の場合はほとんど溶解が認められなかった。

以上の結果から、野蚕繊維は家蚕繊維に比べて酸・アルカリおよび塩類に対して低抗性の大きいことが認められた。交雑種繊維は天蚕繊維と類似の傾向を示したもの（塩酸および塩化亜鉛）もあるが、どちらかというとならぬ柞蚕繊維と類似の傾向を示したものの方が多かった。精練においても、交雑種繭は天蚕繭よりも解舒しにくく、柞蚕繭と同方法で処理したものと併せ、天蚕よりも柞蚕からの影響を多く受けて育種されたのではないかと考えられる。

表 6 繭繊維の水酸化ナトリウムに対する溶解性

蚕 品 種	濃度(%)	20	15	10	5
	温度(°C)				
家 蚕	煮 沸	+++	+++	++	++
	80	++	++	++	+
	60	+	+	+	-
	40	+	-	-	-
	室 温	-	-	-	-
天 蚕	煮 沸	++	++	+	+
	80	+	-	-	-
	60	-	-	-	-
	40	-	-	-	-
	室 温	-	-	-	-
柞 蚕	煮 沸	++	++	+	+
	80	+	-	-	-
	60	-	-	-	-
	40	-	-	-	-
	室 温	-	-	-	-
交 雑 種	煮 沸	++	++	+	+
	80	+	-	-	-
	60	-	-	-	-
	40	-	-	-	-
	室 温	-	-	-	-

注：表中の記号は表4と同じ，測定時の室温=23℃

表 7 繭繊維の塩化亜鉛に対する溶解性

蚕 品 種	濃度(%)	50	30	20	10
	温度(°C)				
家 蚕	煮 沸	++++	+++	+++	-
	80	-	-	-	-
	60	-	-	-	-
天 蚕	煮 沸	++++	+++	-	-
	80	-	-	-	-
	60	-	-	-	-
柞 蚕	煮 沸	++	+	-	-
	80	-	-	-	-
	60	-	-	-	-
交 雑 種	煮 沸	++++	+++	-	-
	80	-	-	-	-
	60	-	-	-	-

注：表中の記号は表4と同じ

文 献

- 1) 小林 勝・田中一行 (1990)：信大繊維農研究、14、11-16.
- 2) 清水 滉・中井俊博 (1988)：日蚕雑、57、347-348.