

# 塩溶液繭繰糸法生糸による編成及びその物性に関する研究

加工技術グループ 製織チーム 名所 高一  
 京都工芸繊維大学 一田 昌利  
 (財)衣笠繊維研究所 高橋 重三

## 要 旨

絹の新たな製糸法である塩溶液繭繰糸法を用いて生糸を作製し、熱水を用いて製糸する従来法との性質を比較した。それぞれの製糸法により得られた生糸を用い、編地試料を作製した。これらの試料の伸長特性を調べた結果、塩溶液繭繰糸法の方が柔らかいことが分かった。また、湿熱処理温度と伸長特性の関係を調べた結果、60℃までは伸長特性に大きな変化が起こらないことが分かった。

### 1. はじめに

繭から生糸を得るためには、製糸する必要がある。製糸には様々な工程が含まれているが、その中で熱エネルギーを要する工程がある。熱風により繭の中の蛹を殺す乾繭工程と、繭を熱湯で柔らかくして糸を取り出しやすくする煮繭工程である。製糸工場は、これらの熱エネルギーを得るために、重油を燃焼し、二酸化炭素を排出している。現在、地球温暖化が問題となっているが、その一因である二酸化炭素の排出を抑えることは、今後低炭素社会を目指す我々にとって重要な課題である。そこで、今回、繭に熱を加えることなく製糸する方法である塩溶液繭繰糸法<sup>1)</sup>(以下、塩溶液法)が京都工芸繊維大学と(財)衣笠会繊維研究所により開発された。この方法は塩の飽和溶液内に繭を約2か月間貯蔵する。これにより殺蛹ができるとともに、塩の効果により、繭中の糸間の接着力が弱まる。その結果、繭を熱することなく、常温の流水中に浸すことにより、容易に糸を取り出すことができる。

これとともに、繭に熱が加わっていないために、タンパク質の熱変性が生じず、生糸の状態でも柔らかいという特徴がある。本研究では、従来の製糸法と塩溶液法の物性の差について編物を作製し、その伸長特性により評価を行った。さらに、湿熱や洗濯の影響についても調べた。

### 2. 材料および方法

#### 2.1 材料(繭)

供試蚕品種として日9.0×中9.0(以後「ありあけ」)と錦秋×鐘和(以後「きんしゅうしょうわ」)を用いた。「ありあけ」は独立行政法人農業生物資源研究所から卵

の分譲を受け、「きんしゅうしょうわ」は上田蚕種KKより購入し、いずれも全齡桑葉飼育した。繭は収繭後、5℃冷蔵庫に保管した。繭糸の織度は20粒の平均値として、「ありあけ」は3.98d、「きんしゅうしょうわ」は3.06dであった。なお本研究において、後述の2.6項の洗濯に対する検討のみ、「きんしゅうしょうわ」を用いた。

#### 2.2 繰糸方法

繰糸方法としては塩溶液法<sup>1)</sup>の他、従来法である乾繭繰糸法(以下乾繭法)の2方法で行った。以下にそれぞれの繰糸法について説明を行う。

##### 2.2.1 乾繭法

生繭を恵南産機製乾燥機によりプログラムに従って乾燥し、密閉容器で貯蔵した。乾繭を煮繭(100℃の熱湯3分間、室温水1分間を5回繰り返す)した後、試験用自動繰糸機を用い、繰糸浴温度50℃、繰糸速度90m/min.で揚げ返し試料とした。

##### 2.2.2 塩溶液法

5℃冷蔵庫に保存した生繭200粒を、5ℓガラス瓶に入れ、飽和食塩水(塩事業センター製、塩化ナトリウム99%以上、市水道水)で浸漬し、30℃で貯蔵した。そして、貯蔵完了後の繭を恵南産機製試験用自動繰糸機で繰糸した。繰糸機を図1に示す。繰糸浴は市の水道水を用い、掛け流し方式で繰糸した。繰糸浴温は室温、回転接緒器、集緒器およびケンネルよりかけ、織度感知器を経て、繰糸枠に巻取り、揚げ返し後繭糸を水洗遠心脱水風乾し試料とした。「ありあけ」は7粒付け(3.98d×7=

27.86d), 「きんしゅうしょうわ」は9粒付け (3.06×9 = 27.54d) で繰糸し, ほぼ同じ太さの生糸を作製した。

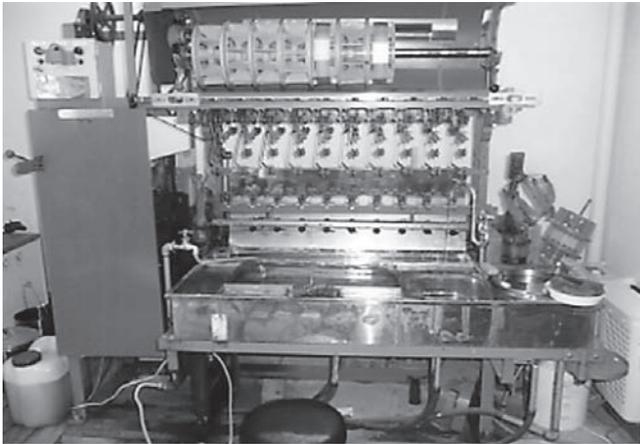


図1 自動繰糸機

### 2.3 ニットの作製方法

前項で得られた生糸を直接ニットにするには細すぎるため, 5本合糸して(資) 荏金機械製作所製リング式撚糸機(図2)によりS100T/mの甘撚りをかけた。それを英光産業(株)製の試験筒編機(図3)を用いて試料を作製した。筒編機の仕様は釜径3.5インチ, ゲージ数16, 総針数180本である。



図2 リング式撚糸機



図3 試験筒編機

### 2.4 ニットの伸長特性の測定法と計算法

各ニット試料の剛軟性を評価するために, ニットの伸長試験を行った。この試験は, ニットを所定の速度で所定の長さまで引張り, その後初期位置まで戻し, その時の変位—試験力のヒステリシス曲線を得る。この曲線より, ニットの種々の特性値を求めた。

ニットの伸長試験は(株) 島津製作所の精密万能試験機 (AG-I) を用いた。伸長試験の試験条件を以下に示す。

試料の幅: 3 cm, つかみ間隔: 5 cm, 引張速度: 30mm/min., 最大伸長率: 20%

試験方向: ウェール方向およびコース方向, 試験回数: 3回

これらの試験により次の3特性値を求めた。

- 1) 仕事量 (J): 引張方向に対する変位 - 試験力曲線の面積
- 2) エネルギー損失 (J): 引張方向と戻方向の変位 - 試験力曲線の面積の差
- 3) 最大伸長応力 (N): 最大変位における試験力

図4に今回測定した変位 - 試験力曲線の一例を示す。

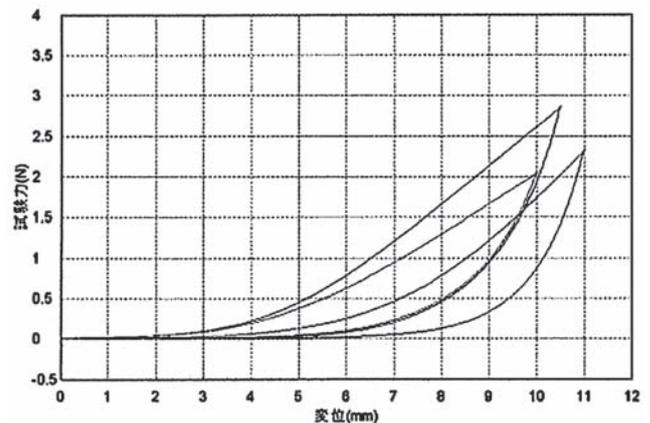


図4 ニットの伸長試験の一例

試験は各方向とも3試料片ずつ用意し, それぞれを1回ずつ測定した。得られた特性値をウェール方向とコース方向の相加平均したものを結果として用いた。

### 2.5 湿熱に対する検討

塩溶液法による, 生糸の湿熱に対する特性変化を評価した。恒温水槽とマグネチックスターラーを用い, 500ml三角フラスコに, 蒸留水400mlを入れ40℃~90℃の間の所定の温度にした後, 塩溶液法によるニットまたは生糸を約2g入れ, 1時間処理した。脱水風乾後, ニットについては, 2, 4項の試験を行い, 生糸についてはJIS L1013.8.5を参考にして強伸度試験を行った。なお, 試験回数は3回とした。

## 2.6 洗濯と吸湿性との関係に対する検討

### 2.6.1 洗濯方法

恒温水槽とマグネチクスターラーを用い、1ℓ三角マイヤーに洗液500mlを入れ、緩やかに攪拌する(約65r.p.m.)。洗液の組成は、JISL 0844に準じて作成した。「モノゲン Y-100 (純度97%)」を用い、0.6g/ℓ濃度の洗濯液を作成した。40℃1時間処理した後水洗し、濾紙で押し脱水約30分風乾した。この操作を10回繰り返し試料とした。

### 2.6.2 練減率の測定

10回洗濯した試料を、真空乾燥機(真空度8.3Pa)で恒量になるまで乾燥し、試料重量を求めた。500ml三口フラスコに、0.1%炭酸ナトリウム溶液を試料の100倍量入れる。クーラーとマントルヒーターを用い、98℃40分間加熱した。プフナーロートとろ紙を用いる過後、蒸留水で洗浄し105℃で恒量になるまで乾燥した。重量減少から練減率を求めた。

ニットの伸長特性の試験については、2.4項に基づいて行った。

## 3. 結果と考察

### 3.1 製糸法の違いによるニットの特性について

表1に両製糸法のニット試験結果を示す。

表1 両製糸法のニット試験結果

試料	仕事量 (J) × 10 <sup>-3</sup>	エネルギー損失 (J) × 10 <sup>-3</sup>	最大伸長応力 (N)
乾繭法	3.6	1.7	0.72
塩溶液法	1.2	0.75	0.26

3特性値とも、塩溶液法よりも乾繭法の方が2~3倍大きな値を示している。これらは乾繭法による試料は同じ量だけ変形させるのに、より大きなエネルギーを必要としていることを示す。このような差が生じた原因としては、乾繭法は製糸工程以前で繭に熱を加えているために、タンパク質が変性して硬化したためと考える。実際に両製糸法による試料の触感についても、乾繭法の方が硬く感じられる。

### 3.2 湿熱によるニットの特性について

図5は、塩溶液法により得られた生糸で作製されたニットの特性値が各湿熱処理の温度により、どのように変化しているかを示したものである。

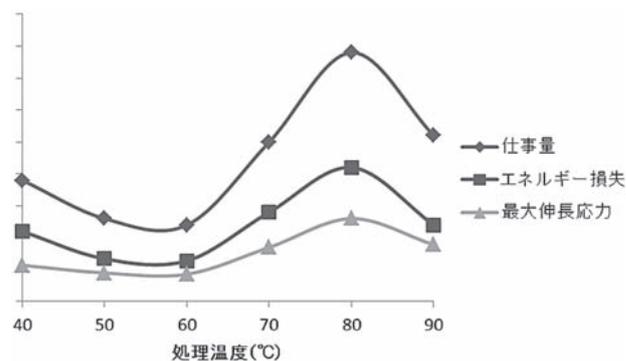


図5 湿熱処理温度におけるニット試料の特性値変化

各特性値において、処理温度が60℃までの変化と比べ、70℃、80℃においては特性値変化が大きくなっている。80℃処理したものは、60℃処理の2~4倍大きい。以上の結果から、70℃以上の湿熱処理では、膠着して硬くなっているものと考えられる。

次に、90℃処理したものは、80℃処理したものより値が小さい。このような結果になった可能性として、90℃でのセリシンの溶解量は、80℃での値の約1.5~2倍大きいことが報告<sup>2)</sup>されており、残留しているセリシン量が少なくなり、これにより糸に何らかの影響が及んだためと考える。しかし、これについては詳細に検討する必要がある。

生糸の膠着の有無を確認するために、2.5項で示した、各処理温度により湿熱処理した生糸の強伸度試験の変位-試験力曲線について図6~図9に示す。

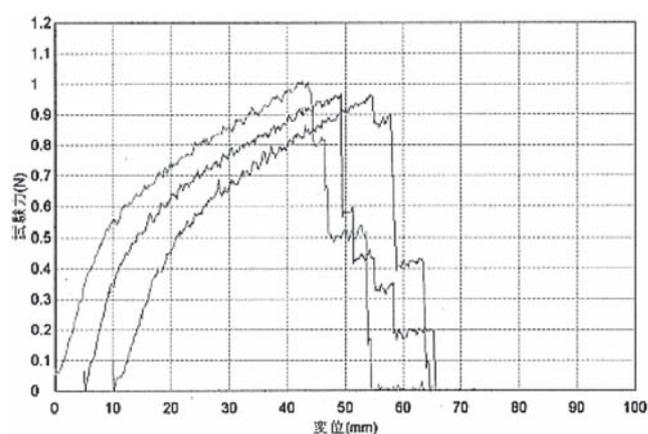


図6 60℃での結果

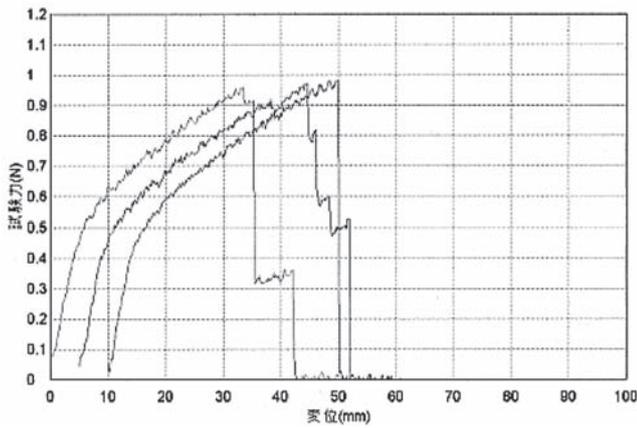


図7 70°Cでの結果

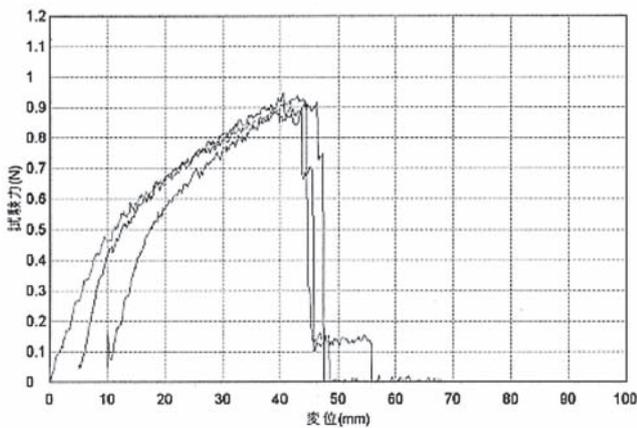


図8 80°Cでの結果

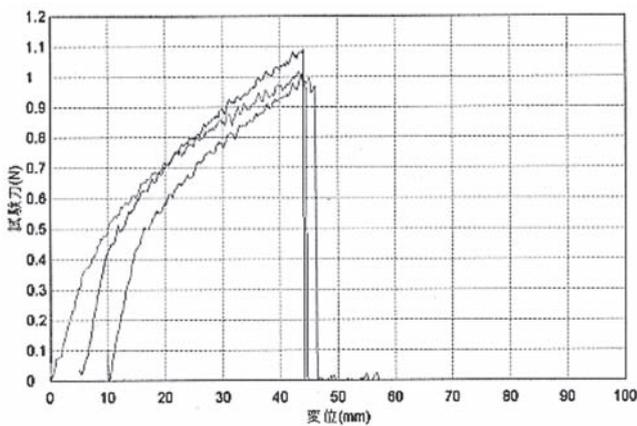


図9 90°Cでの結果

切断時の切れ方について、60°Cでは3~5段階に、70°Cでは1~4段階に、さらに80°Cでは2~3段階に切れていることが分かる。90°Cでは一本の束として切断していることを示している。この結果から、温度が上がると繭糸の膠着度合が上がる事が考えられる。また、

70°C以上では4段階以下の切断になることから、いずれの部分も必ずどこかが膠着している様子がうかがえる。そのために、図5に示すような結果となったと思われる。

### 3.3 洗濯と吸湿性との関係について

表2に、ニット試料の洗濯による特性の変化について示す。

最初に、10回洗濯前後の練減率の差はわずかであり、洗濯によりセリシン部の溶出は、ほとんどないものと考ええる。

コース方向の伸長特性については、洗濯による変化はほとんど見られない。一方で、ウェール方向では3特性値ともに、洗濯の前後で大きな差がみられる。この原因として、洗濯によりループが伸びたことによるものと考えられるが、更に実証が必要である。

洗濯による影響を検討した結果、練減率から考えると吸湿性には変化がないものと考えられるが、形状の変化が考えられ、実用化には問題があると思われる。

表2 ニット試料の洗濯による特性値の変化

方向:ウェール				
洗濯回数	練減率 (%)	仕事量 (J) × 10 <sup>-3</sup>	エネルギー損失 (J) × 10 <sup>-3</sup>	最大伸長応力 (N)
0回	26.1	0.81	0.74	0.057
10回	26.6	2.2	1.14	0.82

方向:コース				
洗濯回数	練減率 (%)	仕事量 (J) × 10 <sup>-3</sup>	エネルギー損失 (J) × 10 <sup>-3</sup>	最大伸長応力 (N)
0回	26.1	0.68	0.25	0.16
10回	26.6	0.55	0.2	0.24

### 4. おわりに

今回の研究において、塩溶液法はタンパク質を変性させないために、生糸の状態でも柔らかい風合いが得られている。また、精練していないためにセリシンが残っている。セリシンは肌に対して種々の事例があり、風合いと合わせ、商品化する場合、肌に直接接触するインナーとしての使用が期待される。来年度は織物試料を作製して研究を行い、諸物性について評価する予定である。

### 参考文献

- 1) 一田昌利・高橋重三:蚕糸・昆虫バイオテック 80, (3), PP.237~242 (2011)
- 2) 奥 正巳:“セリシン定着論”(紡織雑誌社, 1943) PP.25