

尿素による生糸の 強伸度変化について

繊維・高分子科 研究員 石井瑞樹
科長 伊藤哲司

質問はメールにて事務局までお気軽にお問い合わせください。
問い合わせ先：福島県ハイテクプラザ 企画連携部産学連携科
e-mail : hightech-renkei@pref.fukushima.lg.jp

応募企業

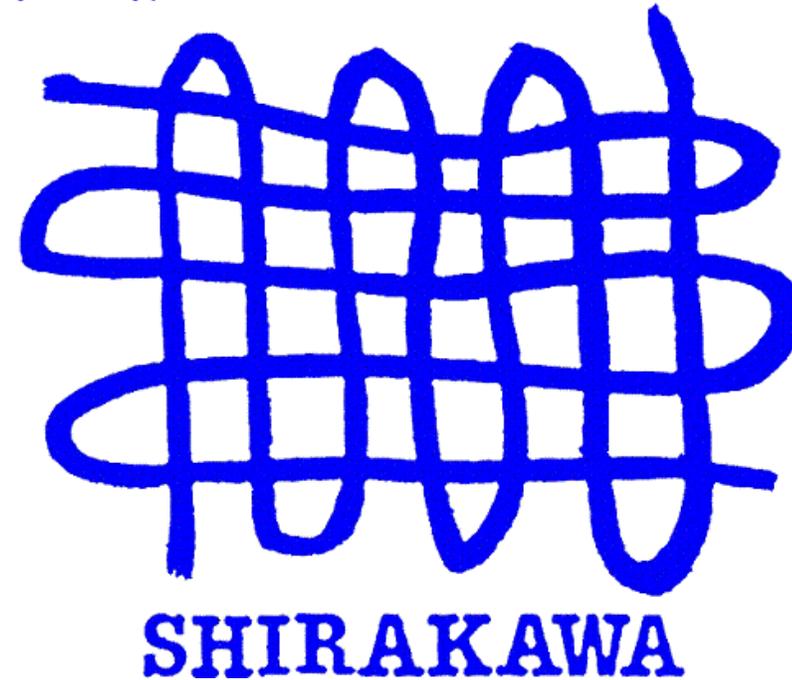
(株)シラカワ二本松工場

所在地：二本松市小高内1 1 2

主な製品：釣り糸、医療用縫合糸



糸が織りなすクリエイション



研究背景

・釣糸の現状

ナイロン
フッ素カーボン(PVDF)
PEライン



自然界に廃棄された釣り糸による環境汚染・環境破壊
材料資源の持続可能性
リサイクル方法の確立



天然繊維であるシルクの活用

生分解性による環境負荷の軽減
サステイナブルな素材



SDGsに配慮した製品の開発

目的

- ・天然繊維であるシルクの活用

応募企業では以前から生糸を用いて試作を行っていたが、伸度が大きくなってしまい釣り糸としての使用は難しい。

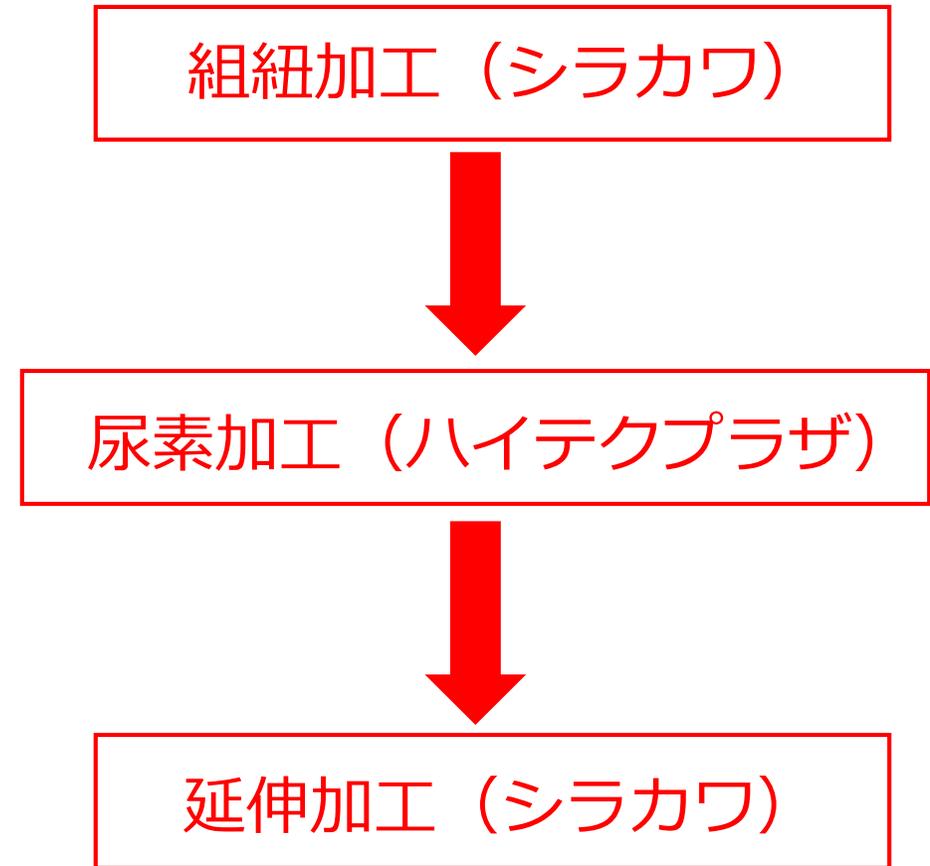


そこで、尿素加工による膨潤効果、延伸加工による強伸度の変化を調べ、生糸の改質、物性の向上を目指し、環境に優しい釣り糸として利用可能か調べる。（目標値 伸度：10%以下、強度：生糸と同程度）

実施内容

1. 尿素加工
2. 強伸度変化の把握
3. 延伸加工
4. 延伸加工後のシルクの強伸度試験

糸加工の工程



1. 尿素加工

21中2片8打組紐構造の生糸に対し、4種類の尿素濃度と2種類の加工温度、熱処理条件を設定し糸加工を行った。(8条件)

	試料番号	濃度[%]	温度[°C]	時間[分]	浴比	熱処理条件	後処理
尿素処理	A-1	0	80	60	1:50	なし	水洗、風乾
	A-2	10					
	A-3	20					
	A-4	30					
尿素処理 + 熱処理	B-1	0	室温	60	1:50	130°C5分	
	B-2	10					
	B-3	20					
	B-4	30					

1. 尿素加工

A. 尿素処理



生糸を各濃度の尿素
溶液に浸漬させる

B. 尿素処理 + 熱処理



恒温槽で130°C5分加熱



風乾

2. 強伸度変化の把握

熱分析試験

荷重1[N]、昇温速度5°C/min、
測定温度範囲 ~200°C、窒素雰囲気下
における引張測定(TMA)を行った。



加熱時の寸法変化(μm)

試料番号	温度[°C]				濃度
	100	130	160	190	
原糸	45.43	57.77	75.50	110.29	0
A-1	68.05	88.21	116.48	169.46	0
A-2	88.58	111.18	140.69	189.68	0
A-3	76.63	96.61	128.19	190.59	30
A-4	71.54	95.08	141.27	238.18	30
B-1	72.44	90.86	117.87	170.07	0
B-2	99.09	142.15	252.69	370.30	0
B-3	94.23	155.91	302.68	397.56	30
B-4	111.97	163.37	295.58	411.79	30

尿素処理

尿素処理
+
熱処理

尿素濃度が高いほど伸びが大きくなった。
熱処理を行うことにより更に伸びが大きくなった。

2. 強伸度変化の把握

強伸度試験

JIS L1013 8.5に準拠し試料長200[mm]、引張速度200[mm/min]、試験温度は室温（23[°C]）と恒温槽を用い130[°C]で強伸度試験を行った。

試料番号	繊度	強度		伸び
	[dtex]	[N]	[cN/dtex]	[%]
原糸	378	12.67	3.40	28.36
A-1	400	12.76	3.45	27.68
A-2	412	12.97	3.46	28.54
A-3	396	12.41	3.32	30.64
A-4	411	12.52	3.36	30.55
B-1	400	12.57	3.37	33.75
B-2	407	12.37	3.31	31.31
B-3	418	12.42	3.33	32.65
B-4	418	12.34	3.31	31.67

試料番号	繊度	強度		伸び
	[dtex]	[N]	[cN/dtex]	[%]
原糸	378	9.43	2.49	16.25
A-1	400	8.97	2.24	21.46
A-2	412	9.03	2.19	21.05
A-3	396	8.92	2.25	22.54
A-4	411	8.87	2.16	24.11
B-1	400	9.05	2.26	20.92
B-2	407	8.97	2.20	25.63
B-3	418	9.00	2.15	29.13
B-4	418	8.96	2.14	29.00

室温と比較して130°Cでは強度が数%全体的に低下する。
尿素+熱処理条件(B-1~4)の方が少し伸びが大きくなる。

3. 延伸加工

応募企業で加工糸の延伸加工を行った。
130℃で加熱しつつ延伸を行った。



3. 延伸加工

原糸の延伸データ

試料	延伸倍率	見掛織度	直線強度	直線伸度	cN/dtex
	%	dtex	N	%	
原糸	16	糸が切れる			
原糸	10				
原糸	6	362	11.96	15.8	3.3

原糸では糸が硬く高い延伸倍率にすることが出来なかった

尿素処理糸の延伸データ

試料	延伸倍率	見掛織度	直線強度	直線伸度	cN/dtex
	%	dtex	N	%	
A-2	16	341	11.56	8.15	3.39
A-3	16	糸が切れる			
A-4	16				

A-3,A-4条件では糸切れを起こすが、A-2条件では安定して16%で延伸加工をすることが出来た

尿素+熱処理糸の延伸データ

試料	延伸倍率	見掛織度	直線強度	直線伸度	cN/dtex
	%	dtex	N	%	
B-2	16	糸が切れる			
B-2	14			11.07	11.79

B-2ではA条件と同じ延伸倍率では糸切れを起こしたため14%が限界

4. 延伸加工後のシルクの強伸度試験

強伸度試験

JIS L1013 8.5に準拠し試料長
200[mm]、引張速度
200[mm/min]、試験温度は室温
(23[°C])で強伸度試験を行った。

尿素処理
尿素処理 + 熱処理

試料番号	延伸倍率	織度[dtex]		強度		伸び[%]	対原糸[%]	
		加工前	加工後	[N]	[cN/dtex]		強度	伸び
原糸	0	378		12.67	3.35	28.36	--	--
A-1	16	400	345	10.73	3.11	8.21	0.93	0.29
A-2	16	412	346	12.03	3.48	12.25	1.04	0.43
B-2	14	407	376	11.10	2.95	11.79	0.88	0.42

延伸加工をすることにより、一度尿素によって膨潤した生糸が引き延ばされ細くなっている。

A-1 (濃度0%) ,B-2 (濃度10%) では伸びは抑えられるものの、強度が低下している。

A-2 (濃度10%) では強度を落とすことなく伸度が小さくなっている。

まとめ

組紐加工をした生糸に対し尿素・延伸加工を行うことにより、**生糸の強度を下げることなく伸度を抑えることが出来た。**

尿素加工によって生糸が伸びやすくなることにより、安定して高い延伸倍率で加工をすることが出来る。

尿素＋熱処理では未延伸の状態では伸度が大きいですが、延伸をする場合には糸切れを起こしやすくなっている。

尿素濃度を高くすると伸度は大きくなるが延伸加工をする際に切れやすくなる。

今後の展望

- 延伸加工の条件検討(延伸倍率、加熱温度など)
- 耐水性評価
- 耐久性評価
- 湿潤時の強伸度試験
- 生分解性試験

ご清聴ありがとうございました

