

クモの糸の有用性を探る

～繊維としての素質～

岩手県立一関第一高等学校理数科 3年
阿部夢羽 佐々木那琉 下村星璃花 鈴木秀香

要約

私たちは、クモの糸を繊維として利用するときの有用性について、強度、染色、水に濡らしたときの縮み方に着目して調べた。その結果、強度と水に濡らした時の縮み方には、特異的な性質を見出すことができなかった。染色については、クモの糸は洗浄しても色が落ちにくくという性質が見られた。

〈キーワード〉 クモの糸 強度 染色 縮み

Finding the usability of spider thread

—Nature as a fiber—

ABE Yu SASAKI Naru SHIMOMURA Serika and SUZUKI Shuka

ABSTRACT

We were shocked by the strength of the spider's thread. In this study, we examined how strong it is when using spider's thread as a fiber, focusing on strength, dyeing, and how it shrinks when wet. As a result, strength and shrinkage upon wetting with water did not show any specific properties, but dyeing showed no discoloration.

Keywords: spider thread, strength, dyeing, shrinking

1 はじめに

私たちは、直径 1cm に束ねたクモの糸がジャンボジェット機 1 台分を支えることができること知り、クモの糸の強さに興味を抱いた。クモの糸は現在、衣類の繊維に応用するための研究がすすめられ、実用化も行われている。多くの企業がクモの糸の研究をしているが、その多くは何らかの化学物質を混ぜて、クモの糸をより強いものにしようとしているものがほとんどであり、クモの糸本来の強さに言及している研究は少ないと分かった。また、クモの糸が既存の繊維より強いとは信じがたい。そこで、ほかの繊維と比べて、繊維にするのにどの点で優れているのかを比較しようと考えた。私たちは、強度、染色、水に濡らした時の縮み方に着目し、実験を行った。

2 研究方法

1) 強度についての実験

【使用器具】

- ・クモの糸
- ・綿
- ・イーザーセンス 力センサ
(株式会社ナリカ)
- ・スタンド
- ・クランプ
- ・モーター
- ・電池
- ・導線
- ・糸撚り機 (Fig.1)

(電動消しゴムの消しゴム部分を取り、その部分にフックの形に巻いた針金を取り付けたもの)



Fig.1 Thread twisting machine

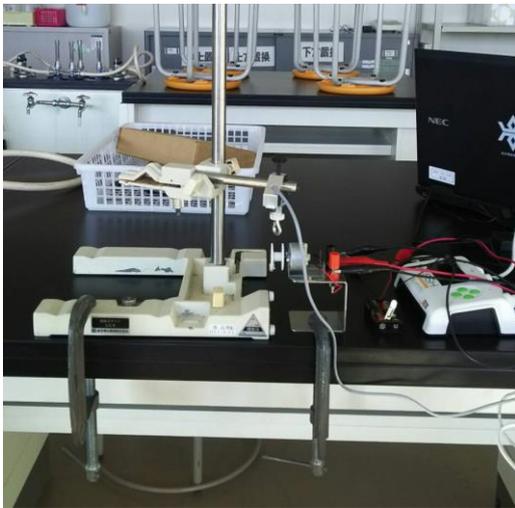


Fig.2 Experiment equipment

【実験方法】

クモの糸の強度を知るために、糸撚り機を用いて、クモの糸を1本、2本、4本、6本、8本で撚り、それぞれの糸を力センサにひっかけて、モーターの回転を利用して引っ張り、力センサが示した力の最高値を比べた。また、比較対象として綿1本でも同様の実験を行った。

2) 糸の染色

【使用器具】

- ・クモの糸
- ・インディゴ
- ・アリザリン

- ・アンモニア水
- ・耐水性アクリル絵の具
スクールガッシュ ももいろ
(ぺんてる)
- ・蒸留水
- ・ビーカー
- ・多織交織布 (株式会社 ナリカ)
- ・ボーケンステインⅡ
(多織交織布の付属の染色液)

【実験方法】

現在出回っている繊維とクモの糸は染まり方において、どのように違うかを調べるために、インディゴ、アリザリン、スクールガッシュ ももいろ、ボーケンステインⅡに染める染色実験を行った。

インディゴは、お湯で溶かし、インディゴを溶質とした水溶液にした。

アリザリンは、アリザリン 1g と蒸留水 100ml の水溶液と、0.1ml の 28% 水酸化アンモニウムと蒸留水 100ml のアンモニア水を混ぜ、pH6.4 まで調整した溶液にした。

耐水性アクリル絵の具は、水と混ぜて水溶液とした。

ボーケンステインⅡは、水で 20 倍希釈し、ビーカーに入れて加熱沸騰させ、クモの糸と多織交織布をそれぞれ 2 分間煮沸した。その後、流水で洗い、乾燥させた。

それぞれの染色液で染めた後、目視で色を見比べた。

3) 水に濡らした時の縮み方

【使用器具】

- ・クモの糸
- ・ペトリ皿
- ・ピンセット
- ・三角定規

【実験方法】

水に浸かった時間によって、クモの糸の縮み方がどのようになるかを調べるために実験を行った。

クモの糸の最初の長さを Fig.3 のように三角定規で測り、その後、ピンセットを使って水で満たされたペトリ皿にクモの糸を入れた。30 秒、1分、1 分 30 秒の 3 回測定し、30 秒ごとに糸を取り出して長さを測り、また 30 秒

つけるということを3回繰り返した。

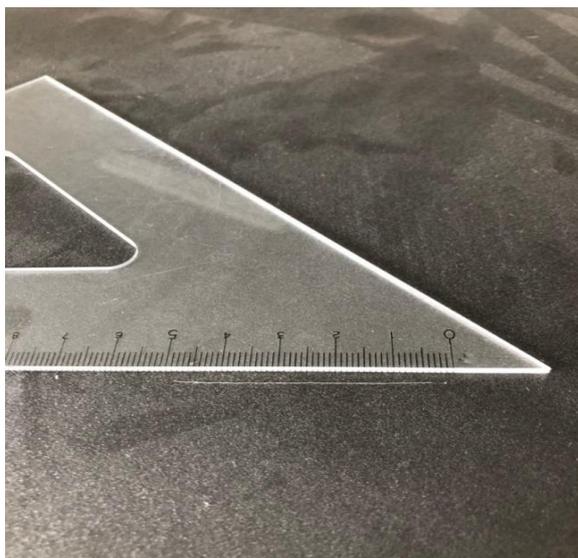


Fig.3 How to measure the thread

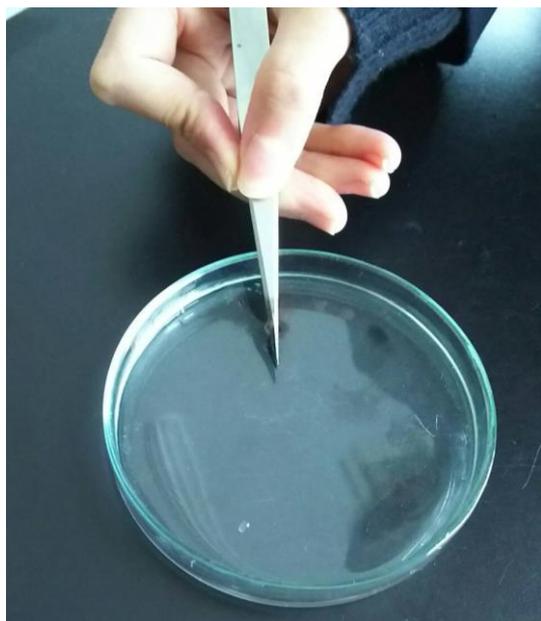


Fig.4 How to wet the thread

3 結果

1) 強度についての実験

綿を使用し、人の力で引っ張る実験をした。

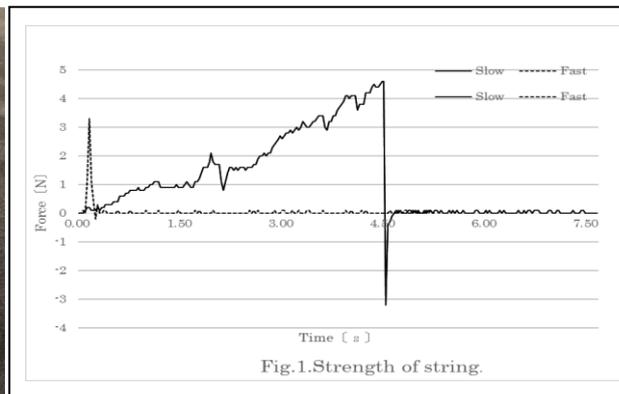


Fig.1.Strength of string.

Fig.5 Strength of string

Fig.5 において実線は、人がゆっくり力を加えたとき、点線は人が勢いよく引っ張り、力を加えたときの力のかかり方をそれぞれ表している。このグラフから、ゆっくりと力を加えた方が勢いよく引っ張った時よりもかかった力が大きくなったことがわかる。

次に、人が引っ張った時の個人差をなくすため、代わりにモーターを使用した。

Table.1 Strength of spider thread and string

Number of spider thread					String
1	2	4	6	8	
0.1N	0.1N	0.1N	0.1N	0.2N	4.5N

Table.1 は、綿とクモの糸を引っ張った時の力センサが示した最大値を表している。なお、綿はモーターで切れなかったため、手で引っ張った時の最大値を示している。この結果から、束ねる糸の本数を多くするほど、クモの糸が耐えられる力の大きさが大きくなることが分かったが、クモの糸は綿1本が耐えられる力を上回ることができないことがわかる。

2) 糸の染色

インディゴを用いた還元染めは、インディゴが完全に溶解せず、インディゴの粒

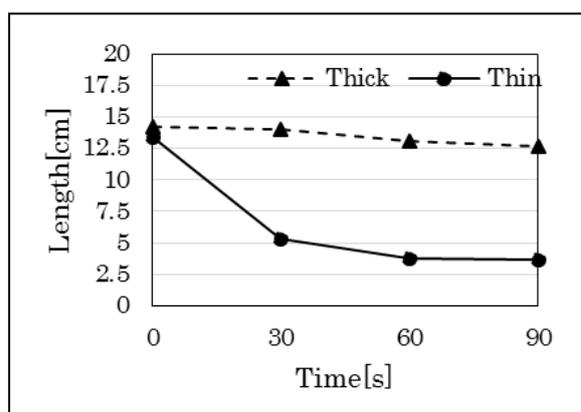
子が付着しただけになった。このことからインディゴによる染色は適さないとと言える。

アリザリン、絵の具、ボーケンステインⅡによる染色の実験からは、他の繊維は染色剤本来の色とは異なった色に染まったのに対し、クモの糸は染色剤本来の色に染まることがわかる。よって、染めたときに染色剤の色から変色することはないと言える。

また、絵の具で染色して洗浄しても色落ちしないということがわかった。

3) 水に濡らした時の縮み方

クモの糸を使って実験を行った。



Difference of thickness.

Fig.6 は、糸の太さが違う時の水につけた時間ごとの縮み方を調べたものである。点線は太い糸、実線は、細い糸について示している。このグラフから、糸が太いほど縮みにくいことがわかる。

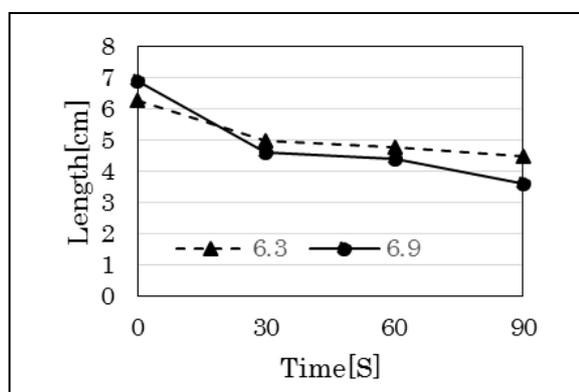


Fig.7 は、糸の太さが似ているときの水

につけた時間ごとの縮み方を調べたものである。このグラフから、縮み方がほぼ同じであることが分かった。

4 考察・まとめ

1) 強度についての実験

クモの糸が綿の強度よりも小さくなった理由として、クモの糸自体の劣化が考えられる。我々は、クモが活発に活動する夏から秋にかけて大量にクモの糸をとったため、実験を行うまでに時間が経ってしまった。クモの糸の主成分はタンパク質であるため、糸自体の劣化が考えられる。また、とった糸は太さに大きくばらつきが見られたため、同じ本数を燃しても太さが異なったことも要因としてあげられる。

2) 糸の染色

クモの糸の主成分はタンパク質であるため、他の繊維とは異なり、染色剤が繊維の何らかの性質に反応することなく、そのまま色がつく。洗っても色落ちしない原因として、クモの糸は、1本といっても、その1本は、Fig.8 のように何本かかの極めて細かい糸が絡み合っていてできているため、その細かい隙間に入り込むことで色落ちしないと考えられる。



Fig.8 Structure of spider thread
倍率 15x10 倍 (顕微鏡)

3) 水に濡らした時の縮み方

自然界にあるクモの巣は、端が木や柱などに固定されているため、雨が降っても縮

んで壊れることがないのではないかと考えた。また、糸が太いほうが縮みにくいのは、1本を構成している極めて小さな糸が密に絡み合っているためだと考えた。

糸自体の縮みだけでなく、水につけたり、水から出したりしたときの衝撃も縮む要因だと考えられる。

5 今後の課題

1) 強度についての実験

今回は目視で綿1本と同じ太さになったということで、クモの糸を最大で8本まで撚ったが、正確に密度などを測ってそろえていきたい。しかし、そのためには測定する機械が必要である。また、綿1本と同じ力の強さを示すときのクモの糸の本数を調べてみたい。

2) 糸の染色

さらにたくさんの種類の、例えば、油絵具、藍染などを試してみたい。また、タンパク質の構造を理解し、最も適した染色剤を調べたい。

3) 水に濡らした時の縮み方

今回は、水から取り出した直後に長さを計測していたが、時間をおき、乾燥してからの計測も行いたい。

謝辞

本研究を進めるに当たり、ご指導いただいた君成田隆房先生には厚く御礼を申し上げます。本当にありがとうございました。

参考文献

- ・理化学研究所
- ・クモの糸は夢の繊維！？最強の新種蜘蛛とクモの糸研究最前線
- ・日本家政学会誌 シリーズくらしの最前線 96