

高品質な繭の真空乾燥方法の検討

中 谷 亮 介*

蚕の繭から製糸する際、熱風を用いて繭を乾燥する工程で、熱により繭の糸が変性することから、糸が黄色みを帯び、伸縮性に乏しくなって、糸の品質が劣化するという課題が生じている。

本報は、真空状態において熱風の温度を下げて、熱の作用による繭の糸への影響をできるだけ抑えて、本来の糸の品質を保持することに適した乾燥の温度と圧力の条件を明らかにした。

1 はじめに

蚕の繭は、日数を経ると繭の中の蛹が発蛾し、繭に孔が開けられて損傷してしまうことから、年間を通して繭から繰糸するためには、蛹を殺して蛾になることを防ぐこと(以下「殺蛹」という)が必要である¹⁾。

殺蛹のために、製糸をおこなう大部分の工場においては、ヒーターで熱した熱風を用いて乾燥(以下「熱風乾燥」という)を行う方法がとられている²⁾。

熱風乾燥する工程は、技術的に大切な工程とされている²⁾が、熱によって繭の糸が変性することから、この方法によって殺蛹して得た糸は、生きた蛹の繭から得た糸に比べて、黄色みを帯び、伸縮性に乏しくな¹⁾って、その品質の劣化が引き起こされる。

そこで、本報では、熱による繭の糸への影響をできるだけ抑えて、本来の糸の品質を保持するために、真空状態において熱風の温度を下げて乾燥(以下「真空乾燥」という)する方法を試みた。

乾燥後の繭の状態については、先行研究において、長期保存のために、繭の最終的な含水率(以下「最終含水率」という)は、10 %以下であることが望ましいとされている³⁾。また、品質管理のために、乾燥の工程において蛹から染み出した油分によって汚染された繭(以下「油浸繭」という)の質量割合(以下「油浸繭率」という)は、2 %以下であることが望ましいとされている³⁾。

これらのことから、殺蛹を真空乾燥の方法によって行い、上記を満たす温度と圧力の条件を検討した。

2 機器及び蚕の繭

2.1 機器

低温インキュベーター BITEC-300(島津理化器械(株)製)、電子天秤 1702MP8(Sartorius(株)製)、真空定温乾燥機 ADP300(乾燥棚 300 mm×300 mm、内容量 27 L、ヒーター出力 1.05 kW)(ヤマト科学(株)製)及び熱風定温乾燥機 STAC-45M(乾燥棚 500 mm×500 mm、内容量 150 L、ヒーター出力 1.35 kW)(島津理化器械(株)製)を用いた。

2.2 蚕の繭

繭を作り始めた蚕を地元企業から入手し、25 °C の環境下の低温インキュベーターで飼育して得た繭を使用した。繭は合計 75 個使用し、1 個当たりの質量は 1.13 g から 2.29 g までであった。

3 試験方法

3.1 真空乾燥試験

先行研究³⁾から、最終含水率 10 %以下及び油浸繭率 2 %以下を満たす真空乾燥の条件は、75 °C、26.7 kPa 近辺であると考察されていたことから、この近辺で最終含水率と油浸繭率をさらに検討する

* 企画連携課 技師

ため、表 1 に示すと通りの条件ごとに、15 個の繭を用いて 6 時間真空乾燥試験を行った。また、試験繭の最終含水率を算出し、式(2)により ¹⁾最終含水率 10 %以下となった繭の個数割合を算出した。また、試験後、油浸繭の個数を確認し、式(3)により ³⁾油浸繭率を算出した。

表 1 真空乾燥の条件

条件	温度	圧力
1	70 ℃	20.0 kPa
2	75 ℃	20.0 kPa
3	75 ℃	26.7 kPa
4	80 ℃	20.0 kPa

3. 2 熱風乾燥試験

大部分の工場においては、殺蛹のためにヒーターで熱した熱風を用いて乾燥が行われていることから、工場で大気圧状態において熱風乾燥によって行われることを想定した場合に、最終含水率 10 %以下及び油浸繭率 2 %以下を満足するかどうかを確かめるため、熱風乾燥試験を行った。先行研究 ³⁾から、温度は 1.5 時間ごとに 130 ℃→100 ℃→80 ℃→60 ℃と降温させる条件で、大気圧 101.3 kPa にて 15 個の繭を用いて合計 6 時間熱風乾燥試験を行った。また、試験の前後でそれぞれの繭の質量を測定し、式(1)によりそれぞれの繭の最終含水率を算出し、式(2)により最終含水率 10 %以下となった繭の個数割合を算出した。また、試験後、油浸繭の個数を確認し、式(3)により油浸繭率を算出した。

$$C_W = \frac{m_0 - m_1}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

$$C_{W10} = \frac{n_1}{n_0} \times 100 \quad (2)$$

$$C_S = \frac{p_1}{p_0} \times 100 \quad (3)$$

C_W : 最終含水率(%)

C_{W10} : 最終含水率 10 %以下の繭の個数割合(%)

C_S : 油浸繭率(%)

m_0 : 乾燥前の繭の質量(g)

m_1 : 乾燥後の繭の質量(g)

n_0 : 乾燥を行った繭の個数の合計

n_1 : 最終含水率 10 %以下の繭の個数の合計

p_0 : 乾燥を行った繭の質量の合計(g)

p_1 : 油浸繭の質量の合計(g)

4 試験結果

試験結果は表 2 のとおりであり、最終含水率については 75 ℃,20.0 kPa 及び 80 ℃,20.0 kPa で概ね 10 %以下であり、油浸繭率については 70 ℃,20.0 kPa、75 ℃,20.0 kPa 及び 75 ℃,26.7 kPa で 0%であった。

表 2 試験結果

条件	温度	圧力	最終含水率 10 %以下となった 繭の個数割合	油浸 繭率
1	70 ℃	20.0 kPa	40 %	0 %
2	75 ℃	20.0 kPa	93.3 %	0 %
3	75 ℃	26.7 kPa	50 %	0 %
4	80 ℃	20.0 kPa	100 %	33 %
※		101.3 kPa	100 %	0 %

※ 1.5 時間ごとに 130 ℃→100 ℃→80 ℃→60 ℃と降温させた

5 考察

5. 1 最終含水率について

試験結果から、75 ℃から 80 ℃,20.0 kPa 付近の条件において、最終含水率 10 %以下を達成できる可能性があると考えた。

5. 2 油浸繭率について

試験結果から、70 ℃から 75 ℃の条件において、油浸繭の発生を抑える可能性があると考えた。

5. 3 条件について

今回の試験に用いた繭の質量は、最大 2 倍程度の差があり、最終含水率 10 %以下を満足しなかった繭は、質量の大きな繭であった。したがって、繭の質量が大きいほど、乾燥に時間がかかる可能性があるため、繭の質量に応じて乾燥時間を変えることが必要であると考えた。

6 まとめ

75 °C,20.0 kPa の条件で真空乾燥を行うことで、最終含水率 10 %以下を概ね達成しつつ、油浸繭の発生を抑えることができる可能性があることがわかった。

末尾となりましたが、本研究に当たりご協力いただきました企業様に御礼申し上げます。

7 参考文献

- 1) 瀬尾康久ほか;繭の真空乾燥,農業機械学会誌 47(1),1985,pp.91-94
- 2) 大花正三;蚕糸の基礎知識,初版,日本蚕糸新聞社,(1977),p.109
- 3) 王振傑ほか;繭の真空乾燥—温度・圧力条件と油浸繭発生について—,農業機械学会誌 53(2),1991,pp.95-98