

煮繭のシステム化に関する研究 II

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者	木下, 晴夫 菅沼, よし 渡瀬, 久也
巻/号	49巻4号
掲載ページ	p. 352-358
発行年月	1980年8月

煮繭のシステム化に関する研究

II 温度パターンによる煮繭の最適化について

木下晴夫・菅沼よし・渡瀬久也

松本市・長野県繊維工業試験場 (〒399-65)
(1980年2月22日受理)

前報においては、繰糸効果を総合的に評価するため繰糸特性値を少数の総合特性値に要約することについて報告した(木下・菅沼, 1978; 木下ら, 1979)。

煮繭工程内の処理効果は互に関連しあうので、特定要因を独立に変動させても、その効果は繰糸成績には端的に現われず、注目した要因と各工程要因との複雑な相互作用の結果として現われる。したがって、生産現場で煮繭の最適条件を決定するには要因間の相互作用を十分考慮して要因を制御しなければ意図する繰糸成績を得ることはできない。

ここでは、煮繭各区の条件が互に関連しあっている繰糸成績を形成する間の状態を多変量解析法により解析して、最適化の煮繭温度パターン(奥野ら, 1975; 奥野ら, 1976; 木下・菅沼, 1979)を推定し、煮繭工程を適正に運営する一つの新しい試みを行ったので報告する。

なお報告に先立ち、ご指導をいただいた信州大学繊維学部の嶋崎昭典教授ならびに長野県繊維工業試験場の小池良介管理技術部長に深く感謝する。

材料と方法

1. 供試原料繭: 試料 I 1975年産共栄×新白(解じょ率62%), 試料 II 1977年産錦秋×鐘和(解じょ率75%)
2. 煮繭条件: 織工式進行煮繭機を使用し、つぎのように因子および水準を選定して、直交配列 L_{27} 型を用いた組み合わせ実験を行った。

脚注: 本研究の一部は日本蚕糸学会中部支部第33回講演会(1979)で発表した。

X_1 : 浸漬部温度 (X_{11} ; 50—65°C, X_{12} ; 60—75°C, X_{13} ; 70—85°C)

X_2 : 触蒸部温度 (X_{21} ; 80—85°C, X_{22} ; 85—90°C, X_{23} ; 90—95°C)

X_3 : 滲透部温度 (X_{31} ; 70°C, X_{32} ; 78°C, X_{33} ; 85°C)

X_4 : 熟成部温度 (X_{41} ; 85—98°C, X_{42} ; 91—98°C, X_{43} ; 97—98°C)

X_5 : 調整部温度 (X_{51} ; 95—92—85°C, X_{52} ; 95—87—77°C,

X_{53} ; 95—82—70°C

ただし、逆浸部温度(50°C)、煮繭時間(試料 I ; 20分, 試料 II ; 15分)は一定とした。

3. 繰糸条件: 日産 CT 型自動繰糸機を使用し、索緒温度80°C, 繰糸温度40°C, 小枠回転 128m/min とし、他の条件もすべて一定条件で繰糸した。

4. 繰糸特性値: 測定した値は、索抄緒効率 (Y_1), 繭糸長 (Y_2), 解じょ率 (Y_3), 糸故障回数 (Y_4), 生糸量歩合 (Y_5), 揚り繭量 (Y_6), 蛹しん量 (Y_7), 緒糸量 (Y_8), 大中節個数 (Y_9), 小節点 (Y_{10}) の10項目である。

5. 解析方法: 回帰主成分分析法(奥野ら, 1975, 1976)を用いて解析した。初めに、 p 個の煮繭要因群 X の分散行列 S_{11} , q 個の繰糸特性値群 Y の分散行列 S_{22} および共分散行列 S_{21} を求め、

$$|S_{12} \cdot S_{21} - \lambda S_{11}| = 0 \quad \dots (1)$$

の固有方程式より、固有値 λ および固有ベクトル L を算出し、回帰主成分 Z

$$Z = (X_1, X_2, \dots, X_m)L$$

を求めた。ここに、 m は p, q の値の中の小さい

Table 1 Eigenvector (Sample 1)

Eigen- vector \ Component	Z ₁	Z ₂	Z ₃
l ₁	-0.640	-0.013	0.121
l ₂	0.541	0.234	0.718
l ₃	-0.053	0.959	-0.278
l ₄	-0.270	0.111	0.455
l ₅	0.471	-0.115	-0.430
Eigenvalue	1.124	0.873	0.591
Contribution ratio (%)	11.2	8.7	5.9
C.C.R. (%)	11.2	19.9	25.8

C. C. R. : Cumulative contribution ratio

方の値である。

また、偏回帰係数 F は

$$F = S_{21}L \quad \dots\dots(2)$$

より導き、線系特性値群に対する回帰式は

$$Y = FZ$$

で求めた。

さらに、回帰主成分と煮繭要因群との相関係数 R は

$$R = S_{11}L \quad \dots\dots(3)$$

により求めた。

以上を解析するプログラムを作成し、当場の電子計算機 OKITAC-4300C を使用して計算した。

結果と考察

1. 回帰主成分と煮繭要因との関係

Table 2 Eigenvector (Sample 2)

Eigen- vector \ Component	Z ₁	Z ₂	Z ₃
l ₁	0.471	0.157	-0.346
l ₂	0.850	0.048	0.053
l ₃	-0.215	0.772	-0.436
l ₄	0.098	0.433	0.067
l ₅	0.021	0.435	0.826
Eigenvalue	1.535	0.605	0.178
Contribution ratio (%)	15.4	6.1	1.8
C.C.R. (%)	15.4	21.5	23.3

相関行列を用いて回帰主成分分析を行った結果を Table 1 から Table 6 に示した。なお、Table 1 と Table 2 には固有ベクトルを、Table 3 と Table 4 には回帰主成分と煮繭要因との相関係数を、Table 5 と Table 6 には偏回帰係数を示した。

固有値の大きいものから3個を選択した結果を Table 1 と Table 2 の下段に示した。ここで、5個の煮繭要因を3個の互に独立な回帰主成分に集約した結果、それらの線系特性値に対する寄与率は約24%になることがわかった。

各煮繭要因に対する第3回帰主成分までの寄与率を Table 3 と Table 4 に示した。これより浸漬部温度および熟成部温度の寄与率が小さく、触蒸部温度および滲透部温度のそれらの大きいことが知られた。このことは触蒸部温度および滲透部温度が煮繭

Table 3 Correlation of components and X-variables (Sample 1)

Component X-variable	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Contribution ratio (%)
X ₁	-0.640	-0.013	0.121	42.5
X ₂	0.541	0.234	0.718	86.3
X ₃	-0.053	0.959	-0.278	99.9
X ₄	-0.270	0.111	0.455	29.2
X ₅	0.471	-0.115	-0.430	42.0

X₁ : Temperature in retting part
 X₂ : " steaming part for permeating
 X₃ : " permeating part
 X₄ : " steam cooking part
 X₅ : " adjustment part

Table 4 Correlation of components and X-variables
(Sample 2)

X- variable	Component			Contribution ratio (%)
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	
X ₁	0.471	0.157	-0.346	36.6
X ₂	0.850	0.048	0.053	72.8
X ₃	-0.215	0.772	-0.436	83.2
X ₄	0.098	0.433	0.067	20.2
X ₅	0.021	0.435	0.826	87.2

を制御する上で重要な要因であることを示唆している。

煮繭要因と回帰主成分との相関係数について、その絶対値が各回帰主成分ごとに大きく寄与する煮繭要因をまとめ、各回帰主成分の特徴を集約した結果は次のとおりである。

(1) 試料 I

(a) 第 1 回帰主成分：浸漬部温度(負)、触蒸部温度(正)および調整部温度(正)

(b) 第 2 回帰主成分：滲透部温度(正)

(c) 第 3 回帰主成分：触蒸部温度(正)、熟成部温度(正)および調整部温度(負)

(2) 試料 II

(a) 第 1 回帰主成分：浸漬部温度(正)および触蒸部温度(正)

(b) 第 2 回帰主成分：滲透部温度(正)、熟成部温度(正)および調整部温度(正)

(c) 第 3 回帰主成分：滲透部温度(負)および調整部温度(正)

以上の結果および Fig. 1 に示した煮繭要因の前処理吸水率へ及ぼす影響から Z を大きくする方向に

注目して、回帰主成分の温度パターンを検討した結果はつぎのようにまとめられた。

第 1 回帰主成分は、試料 I (解じょ不良繭) では、浸漬温度を低目にし、触蒸—滲透での吸水量を多くし、吐水および脱気を遅らせることによって繭層の煮熟を抑制させ、調整部では繭腔内に高温湯を吸水させて繭層の膨潤程度を平均化するという温度パターンを示している。試料 II (解じょ良好繭) では、浸漬温度を高目にしながら滲透部の吸水量を多くし、吸水の温度を若干低くし、熟成部での吐水・脱気は遅らせて、繭層の煮熟を抑制させることで繭層の膨潤程度の平均化をはかる温度パターンを示している。すなわち、第 1 回帰主成分は繭層セリシンの膨潤程度の均一化にかかわる温度パターンを示すものであると解釈できる。

第 2 回帰主成分についてみると、試料 I では滲透吸水の温度を高くして水分の繭層への拡散をはかり、繭層温度上昇にともなう熟成部蒸気量の若干の減少により外層の煮熟を抑制させながら中層・内層の熟度をあげ、特に中層と内層の膨化をはかる温度パターンを示すものと解釈される。同じく、試料 II では、滲透吸水の温度を高めて繭層への水分の拡散をはかり、かつ熟成部蒸気量を多くして吐水・脱気をはやめて繭層全体の煮熟を進め、さらに調整部で高温湯を吸水させて繭層全体の膨化をはかる温度パターンを示している。

第 3 回帰主成分は、試料 I では滲透部の吸水量を多くし、加えて熟成部蒸気量を多くすることで吐水・脱気を遅れないようにして繭層全体の煮熟を進め、さらに繭層の過度の膨化を調整部の低温湯で抑制させて、繭層全体の膨化の調和をはかる温度パターンであると考えられる。同じく、試料 II では浸漬

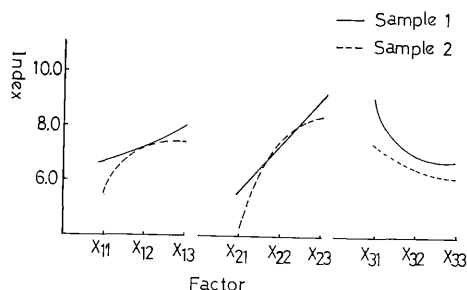


Fig. 1 Effect of the factor on the absorption of water by pre-treatment

Table 5 Regression coefficient of Y on components
(Sample 1)

Y-variable	γ_1	γ_2	γ_3	Contribution ratio (%)	Multiple correlation coefficient
Y ₁	0.229	0.051	0.536	34.2	0.585
Y ₂	0.372	0.465	-0.068	35.9	0.599
Y ₃	-0.346	0.005	-0.050	12.2	0.349
Y ₄	-0.211	0.502	-0.187	33.1	0.575
Y ₅	0.242	0.455	-0.047	26.7	0.517
Y ₆	0.086	-0.301	-0.146	11.9	0.345
Y ₇	0.090	0.002	-0.315	10.7	0.327
Y ₈	-0.253	-0.188	-0.119	11.4	0.338
Y ₉	-0.618	0.227	0.325	53.9	0.734
Y ₁₀	0.499	-0.138	0.139	28.7	0.536

Table 6 Regression coefficient of Y on components
(Sample 2)

Y-variable	γ_1	γ_2	γ_3	Contribution ratio (%)	Multiple correlation coefficient
Y ₁	0.451	0.508	-0.012	46.5	0.682
Y ₂	0.531	-0.230	-0.040	38.6	0.622
Y ₃	0.152	0.232	0.043	9.6	0.310
Y ₄	-0.232	-0.012	-0.270	13.9	0.373
Y ₅	0.441	0.190	-0.166	26.2	0.511
Y ₆	-0.333	-0.031	0.170	14.4	0.379
Y ₇	-0.002	0.126	0.064	7.3	0.269
Y ₈	-0.502	-0.073	-0.181	29.0	0.538
Y ₉	-0.498	0.312	0.064	37.4	0.612
Y ₁₀	0.411	-0.292	0.070	26.5	0.515

部の温度を低目にしながら滲透部での吸水量を多くし、かつ吸水温度を低くして吐水・脱気を遅らせ繭層全体の煮熟を抑制させ、さらに調整部では高温湯を繭腔内に吸水させて中層・内層の膨化をはかる温度パターンであると思われる。

これらのことより、第2、第3回帰主成分は繭層セリシン全体もしくは中層・内層セリシンの膨化あるいは凝集にかかわる温度パターンを示すものと解釈され、原料繭の特質（解じょの良否）によって、第2、第3回帰主成分の温度パターンは異なることが知られた。

2. 回帰主成分と繰糸特性値の関係

回帰主成分より得られた各繰糸特性値に対する偏回帰係数、寄与率および重相関係数を Table 5、Table 6 に示した。

試料Ⅰおよび試料Ⅱの回帰主成分の影響が共通してみられた繰糸特性値は次のとおりである。

(1) 繭層セリシンの膨潤程度の均一化をはかる温度パターン（試料Ⅰ：Z₁、試料Ⅱ：Z₁）

索抄緒効率、繭糸長、生糸量歩合、糸故障回数、緒糸量、大中節個数および小節点に影響がみられ、特に大中節の個数および小節点に対する影響が大きい。

(2) 繭層セリシン全体の膨化あるいは凝集をはか

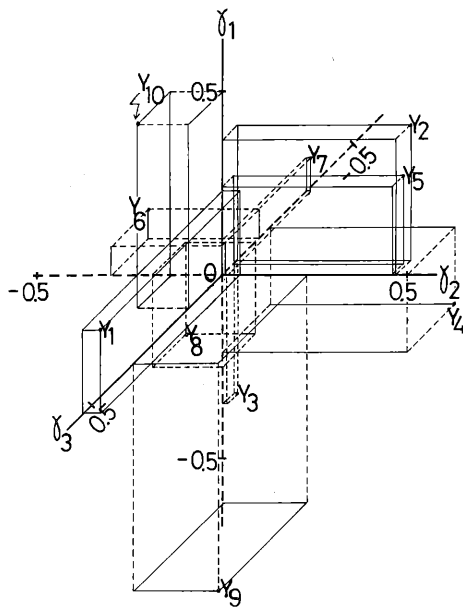


Fig. 2 Relation between partial regression coefficients and criterion variables (Sample 1)

γ : Partial regression coefficient

Y : Reeling characteristics (Criterion variable)

る温度パターン (試料 I : Z_3 , 試料 II : Z_2)

索抄緒効率, 蛹しん量, 大中節個数および小節点に影響がみられ, 特に索抄緒効率に対する影響が大きい。

(3) 中層・内層セリシンの膨化あるいは凝集をはかる温度パターン (試料 I : Z_3 , 試料 II : Z_3)

糸故障回数, 生糸量歩合および揚り繭量に影響がみられ, 特に糸故障に対する影響が大きい。

回帰主成分の物理的意味づけは以上のとおりであり, 特性値に対する効果は原料繭 (解じょの良否) によって異なることがわかった。また, 回帰主成分の各特性値に対する寄与率および重相関係数をみると, 試料 I および試料 II に共通して比較的大きな値を示した繰糸特性値は索抄緒効率, 繭糸長, 大中節の個数および小節点であり, 処理条件とこれらとの関係は回帰主成分によつて的確に表現される。さらに Fig. 2 には, 試料 I について求めた繰糸特性値に及ぼす回帰主成分による処理条件の影響を立体的に図示した。図中にみられる各偏回帰係数による体積の大小により回帰主成分の影響度がみられ, 図から

は, 特にその大中節個数 (Y_9) への影響度の大きいことがみられた。

これらのことから, 最適煮繭条件を決定するには, 繰糸特性値に影響する回帰主成分を選択し, その温度パターンによつて具体的な温度条件を制御すれば良いことが判った。

一例として, 試料 I における糸故障減少対策のための最適化の方法を Fig. 3 に示した。図中, 能率を収率より優先させた場合の流れ図を(1), 能率よりも収率を優先させた場合の流れ図を(2)に示してある。

(1)は糸故障に最も影響力のある第2回帰主成分の温度パターン Z_2 を小さくするように現状温度配置を基点に全煮繭要因を変動して, 糸故障を減少させた方法である。ここでは, 現状より前処理吸水温度は低く, 吐水・脱気は若干遅らせるような煮繭の制御となる。この処置を行った場合の欠点として, Z_2 の温度パターンから生糸量歩合の減少が予測されるので, それらの関係を勘案しながら Z_2 の減分を適正に決定させる最適化方法をこの図は示している。(2)は Z_2 よりも糸故障減少の効果は小さいが生糸量歩合に影響の少ない温度パターン Z_1 を大きくするように, 現状温度を基点に, 煮繭要因を変動して糸故障を減少させる方法である。すなわち, 現状より前処理吸水量を多く, 吸水温度は低く, 吐水・脱気は遅らせ, 高温の湯を吸水させるよう煮繭条件を制御することになる。この方法を行った場合の欠点として解じょ率の低下が予測されるので, 図はその関係を勘案しながら Z_1 の増分を決定させる最適化方法を示している。

以上のように, 煮繭最適制御の一方法として, 初めに, 問題とする繰糸特性値に対して影響の大きい温度パターンを選択し, 他の特性値との相互関係を考慮しながら煮繭温度を制御すれば煮繭の最適化がはかれると考える。

このように, 回帰主成分から求まる温度パターンによつて, 煮繭工程をシステムの最適化する一つの制御方式が形式化され, また単純化された。

摘 要

煮繭工程内の処理効果は互に関連しあっているので特定要因を独立に変動させても的確に工程を制御するとは必ずしも期待できない。そこで, 回帰主成

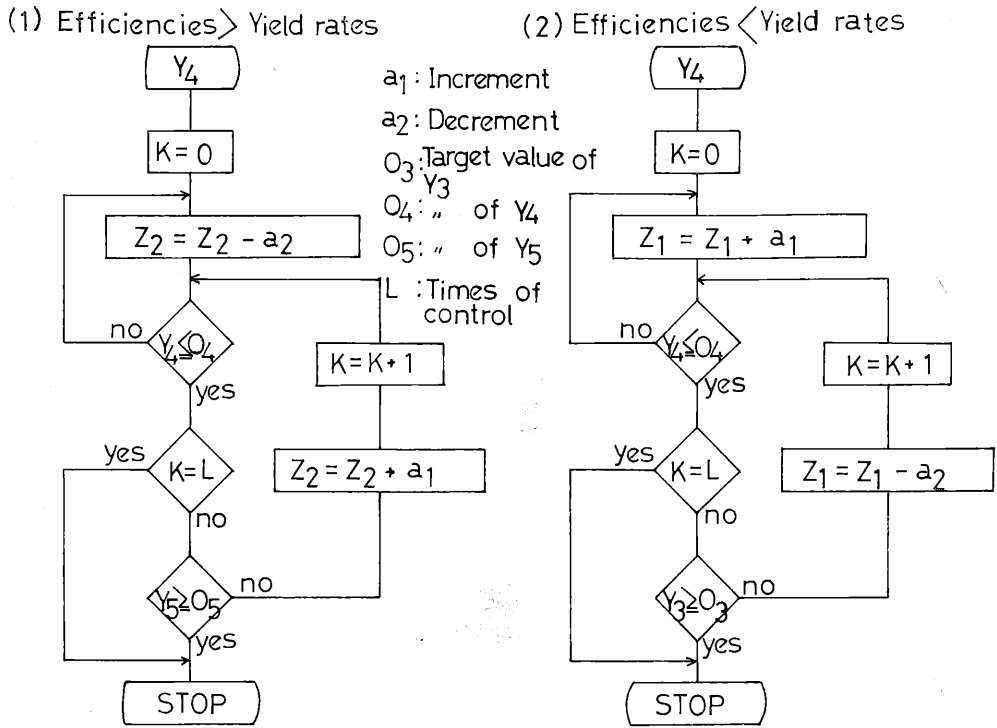


Fig. 3 Flowchart of countermeasure to the decreasing of reeling thread troubles (Sample 1)

分分析法により煮繭要因を集約して少数の煮繭温度パターンを決定することについて検討した。その結果の概要は次のとおりである。

- 1) 煮繭要因は3個の互に独立な回帰主成分に集約された。
- 2) 第1回帰主成分は浸漬部温度および触蒸部温度の影響が大きく、繭層セリシンの膨潤程度の均一化をはかる温度パターンで、特に大中節の個数および小節点に対して効果大きい。
- 3) 第2回帰主成分は滲透部温度の影響が大きい。
- 4) 第3回帰主成分は触蒸部温度あるいは調整部温度の影響が大きい。
- 5) 第2回帰主成分、第3回帰主成分は中層・内層セリシンあるいは繭層セリシン全体の膨化や凝集

をはかる温度パターンで、特に糸故障や索抄緒効率に対して効果が大きい。

- 6) 繰糸成績より、適正な温度パターンを選択し、煮繭工程を制御することによって、煮繭の最適パターンが形式化され、また単純化された。

文 献

木下晴夫・菅沼よし (1978) : 日蚕中部講要, (34).
 木下晴夫・渡瀬久也・菅沼よし (1979) : 日蚕雑, 48, 404-410.
 木下晴夫・菅沼よし (1979) : 日蚕中部講要, (35).
 奥野忠一・久米 均・芳賀敏郎・吉沢 正 (1975) : 多変量解析法, 430 pp., 日科技連, 東京.
 奥野忠一・芳賀敏郎・矢島敬二・奥野千恵子・橋本茂司・古河陽子 (1976) : 統多変量解析法, 299 pp., 日科技連, 東京.

Summary**Studies on the systematization of cocoon cooking****II On the optimization of cocoon cooking by
temperature patterns**

By

Haruo KINOSHITA, Yoshi SUGANUMA and Hisaya WATASE

In the previous paper it was aimed to condense many reeling characteristics into a few overall characteristics by principal component analysis.

In this paper the optimization of cocoon cooking were studied by means of the analysis of principal component for regression, by expecting that many control factors in cocoon cooking were reduced to a few temperature patterns of cocoon cooking.

Results obtained were as follows:

1) The control factors in cocoon cooking were reduced to three temperature patterns which were mutually independent.

2) The temperatures in retting part and steaming part for permeating influenced greatly on the first principal component for regression. Therefore, this temperature pattern uniformizes the swelling of the sericin of cocoon layer.

3) The temperature in permeating part influenced greatly on the second principal component for regression.

4) The temperature in steaming part for permeating or that in adjustment part influenced greatly on the third principal component for regression.

5) The second and the third principal components for regression were the temperature patterns which promoted the swelling or aggregation of the sericin of middle and inner cocoon layer or of whole layers.

6) The optimum conditions in cocoon cooking were formalized and simplified by selecting the suitable temperature pattern according to the state of reeling.

(Textile Research Institute of Nagano Prefecture, Matsumoto, Nagano 〒 399-65)