

# シルク構造体形成シミュレーションシステムの開発

森川英明・三浦幹彦・岩佐昌征

信州大学 繊維学部 繊維システム工学科

## 1. 緒言

原料繭の選択から絹織物の設計までを、コンピュータ上で体系的に取り扱うことを目的とした「シルク構造体形成システム」の開発を進めている。これまでに定織度繰糸シミュレーションシステムの開発を終えている。これは原料繭データおよび繰糸工程条件を任意に設定し、モンテカルロ法による定織度繰糸シミュレーションを行うことで、得られた生糸の品質特性を評価するシステムである。工程条件を自由に設定することで、平均織度、原料繭の混合など、異なる品質の生糸を模擬的に繰糸することができる。

一方、生糸の品質は原料となる繭糸特性に依存するところが大きく、新たな絹製品を設計・開発するためには、広範にわたる蚕品種別原料繭の特性をデータ化し、分類・整理した上で合理的に利用することが必要となる。つまり、要求される絹製品に適した原料繭の選択を可能とするシステムの開発が必要と考える。蚕糸業法の廃止に伴って、平均繭糸織度が 1.6 デニール程度の極端に細い繭糸や黄色、緑色など色彩的特性をもった「色繭」の開発など、これまでの原料繭にはない特徴的な蚕品種の育成が、地方自治体や複数の研究機関で進められている。そこで本研究では、既存の蚕品種および「ブランド繭」として開発が進められている特色ある繭を中心に、蚕品種別原料繭のデータベース化を行った。

## 2. 実験方法

これまで生糸生産に使われてきた原料繭の織度は、繭の外層部から中層部にかけて若干の増加傾向をもち、中層部から内層部にかけては漸次減少する傾向を持ったものが多い。また繭糸長は 1500m 程度の長さを持つ。これら原料繭の特性は繭糸織度曲線として表現できる。蚕品種によって異なる繭糸織度曲線をモデル化するために 4 次の多項式を用いた。

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 x_i^3 + \beta_4 x_i^4 + \varepsilon_i \quad (1)$$

$y_i$  : 繭糸織度,  $x_i$  : 長さ (位置)

$\varepsilon$  : 誤差項

モデル化を行うために、各蚕品種から 20~30 粒のサンプルを抽出し、繭糸長を測定すると共に 100m 間隔で織度を計測した。得られたデータから平均繭糸長  $L$ 、および 4 次多項式のパラメータ  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  の推定を行った。また、以上 6 つのパラメータ間の分散共分散行列を求めた。対象とした原料繭は、代表的な蚕品種のほかにブランド繭として新たに開発された「小石丸」「世紀×二一」「はくぎん」などで、現在までに 30 品種の解析を終えている。織度データの一部を Fig.1 に示す。

得られたデータを元に、データベース化を行った。原料繭データベースは、品種ごとの繭糸織度情報を整理し、目的とする生糸品質に適した蚕品種 (繭糸) の選択を迅速かつ正確に行うことを目的としている。データベースの機能として、品種ごとのパラメーター一覧を表示し選択できるようにした (Fig.2)。選択された原料繭については、個別に繭糸織度曲線の表示が行えるようにし、直接、繰糸シミュレーション実験で使用できるようにファイル化されている (Fig.3)。

また繰糸中の原料繭糸切断を考慮した繭糸長である、解じょ糸長分布についてもモデル化し、任意のパラメータを与えることにより状態を決定できるようにした。解じょ糸長分布のモデルとして、(2) 式のような指数分布と正規分布の混合分布を仮定している。 $P, \lambda, \mu, \sigma$  の 4 つのパラメータを与えることによって、解じょ糸長分布を設定することが可能である (Fig.4)。

$$F(X; \phi) = PF_1(X; \lambda) + (1-P)F_2(X; \mu, \sigma) \quad (2)$$

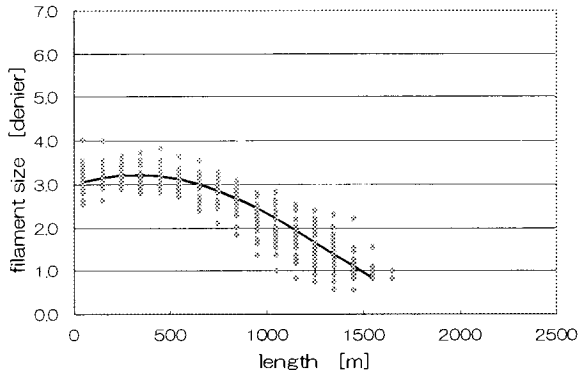
$F_1(X; \lambda)$  : 指数分布

$F_2(X; \mu, \sigma)$  : 正規分布

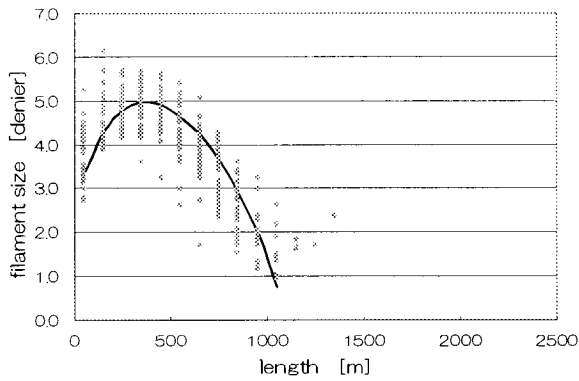
## 3. 結果と考察

本データベースは、現時点においては繭糸織度と繭糸長の情報に限定されたものである。アンケート調査等の結果から、消費者は生糸の色彩的特徴や風合いにも関心を持っているため、今後は原料繭の持つ特性を網羅的

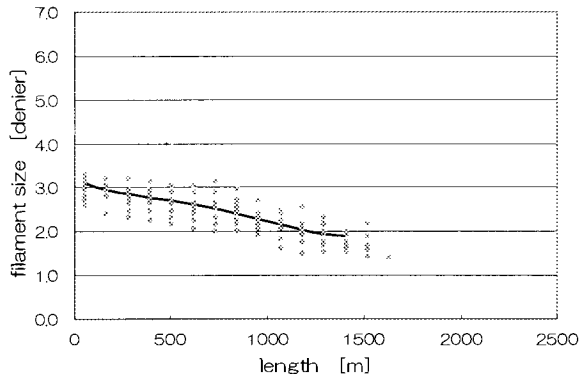
日137×支146 (初秋)



TNS51/TNS52×TCS8/TCS51



世紀×二一



小石丸×2.1

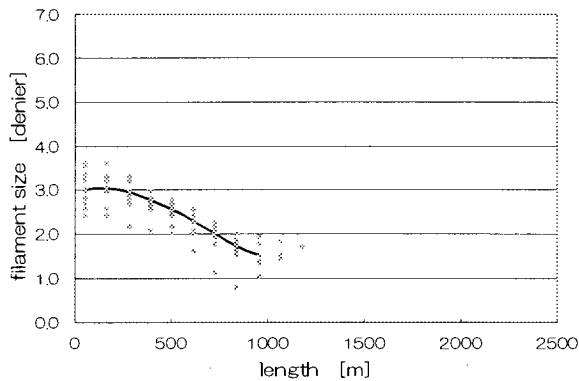


Fig.1 Size curve of cocoon filaments

に記録し、データベースの有効性、利便性を高めて行く予定である。

Data	原糸番号	繭糸長	Beta0	Beta1	Beta2	Beta3	Beta4
A10	初秋10	1961.767	2.567366	-0.0512719	0.00046446	1.200089E-5	1.001036E-5
A11	春巻15	964.2	2.548	1.52	-0.282	0.02592	-0.001074
A12	春巻30	346	2.366	1.254	-0.2317	0.01356	-0.000416
A13	春巻50	240	2.75	1.896	-0.5411	0.05069	-0.002598
A14	春巻50	466	1.367	1.025	-0.2036	0.01474	-0.000395
A21	初秋共1	1470	2.96	0.126	-0.0151	-0.00267	5.31E-5
A22	初秋共14	1613	2.243	0.2005	-0.04917	0.002349	-5.354E-5
A31	晩秋共1	1450	2.6	0.315	-0.042	0.01123	-1.83E-5
B15	当51	1672	2.336	0.1651	-0.05341	0.00407	-0.000139
B16	春中506505	1820	2.236	-0.008777	-0.0121	0.001043	-2.025E-5
B17	春中506506	1640	2.12	0.175	-0.0188	0.003384	-8.45E-7
B23	晩秋共16	1580	2.58	-0.0632	0.00139	-0.01E-5	-7.48E-6
B32	晩秋共14	1690	2.359	0.2723	-0.05063	0.003666	-8.222E-5
B33	晩秋共16	1520	2.62	-0.0416	0.00295	-0.00721	1.74E-5
B41	晩203	3774	2.382	1.062	-0.2237	0.02158	-0.000993
B42	晩18	1005	1.95	1.306	-0.3091	0.02501	-0.000854
B43	晩10	1010	2.446	0.3982	-0.2023	0.01706	-0.0007959

Fig.2 Database of cocoon lots

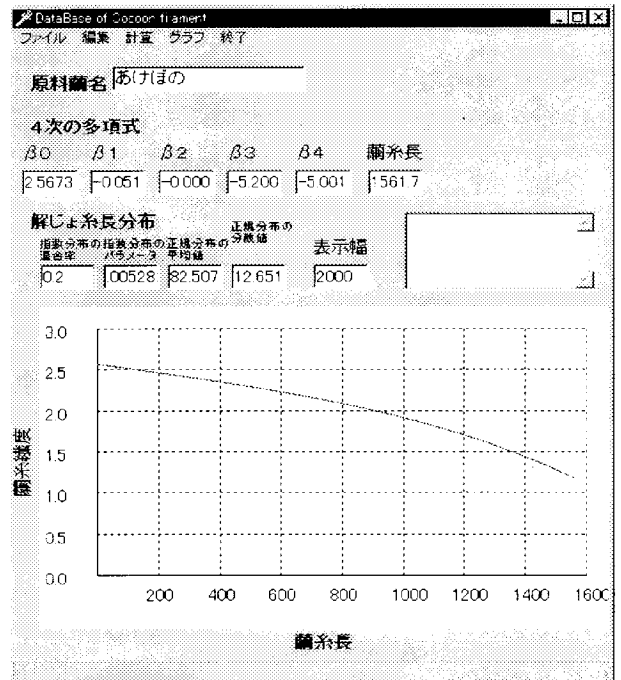


Fig.3 Example of size curve

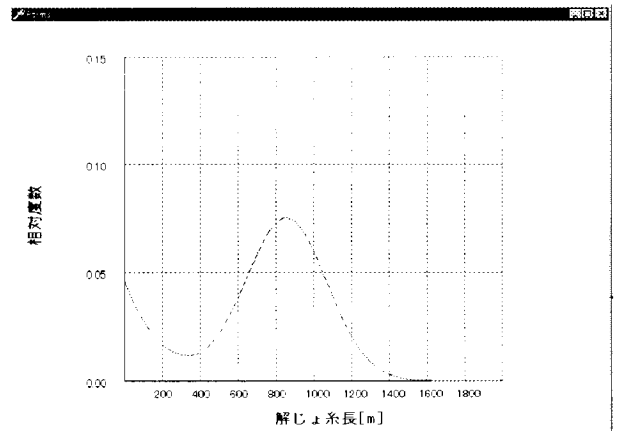


Fig.4 Distribution model of non-broken cocoon filament length