

蚕の吐糸行動特性の解明

○三浦幹彦・森川英明・岩佐昌征・中沢賢・木口憲爾・金勝廉介

信州大学 繊維学部 繊維システム工学科

信州大学 繊維学部 機能機械学科

信州大学 繊維学部 応用生物科学科

1. 緒言

本研究では、蚕の繭作り行動の特性をフレキシブルな構築物の構築に応用するために、繭形成での蚕体の動きを統計的に解析し、これらの動きのモデル化を試みた。さらに、作成したモデルを利用して繭作りの行動のシミュレーションを試みた。

2. 方法

行動モデル作成の基礎データとするためフェルトペンにより蚕（品種：大草×乞食）の体に15点のマークを記し、本研究により開発された三次元測定法を用いて営繭行動を10時間ビデオテープに録画した。これをもとに蚕体後半部の固定位置を連続的に三次元データとして測定した。この時、同一位置を3回測定し、その平均値を利用した。

3. 結果

混合フィッシャー分布によるモデル化

蚕体後半部の固定方向の分布変化については、ほぼ吐糸営繭行動の主軸方向を中心に放射状にばらつくことをすでに指摘した。この特性を明らかにするため、蚕体後半部の方向について相対度数分布を求めた。ただし、使用したデータは2時間における固定方向である。また、データは、行動中心と主軸を用いた新座標系でのものである。その結果を図1に示した。図から明らかなように主軸方向の両側にモードが現れる分布特性を示している。これらの結果から、主軸上の片側での蚕体後半部固定方向の分布として単一モードを持ち、このモード方向に対して回転対象なフィッシャー分布を仮定した。この上で、主軸両側に対する分布モデルとして、片側ごとの二つのフィッシャー分布を混合した分布をモデルとして考えてその妥当性について検討した。妥当性を検討するために、方向データからパラメータを推定し理論分布を計算してその結果を図1に示した実際の方向分布と比較した。パラメータの推定および理論分布の計算は次のような方法で行った。主軸の値によって二つに分類したデータからそれぞれ最尤法によりパラメータの値を推定した。また、混合割合 p は全データ数に対するデータの割合とした。これらの推定値を用いて数値積分により理論確率を計算し、その値を図中に実線で示した。

図から明らかなように、少しずれが生じ適合度は必ずしも良くないが、方向分布の傾向を表すモデルとして有効なものと考えられる。

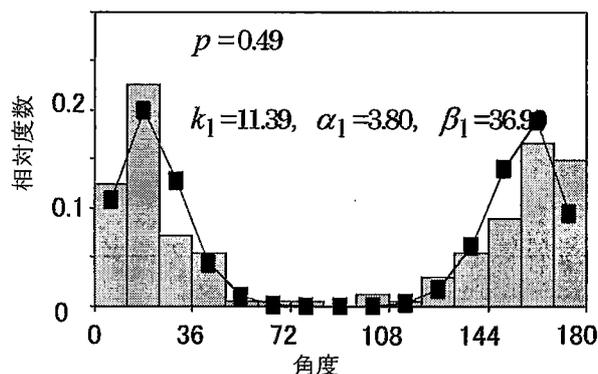


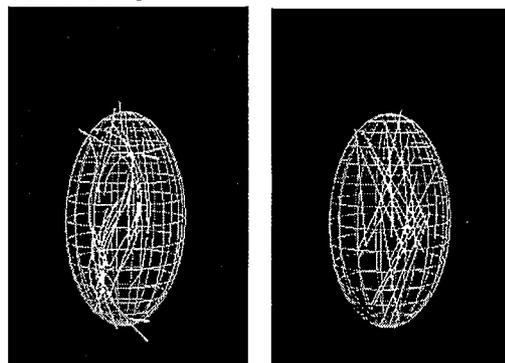
図1 混合フィッシャー分布のあてはめ

蚕体位置変化の自己回帰モデル

繭形成において蚕は第7体節を起点に体の前半部を動かして吐糸行動を行うことが知られている。ここでは蚕体の動きを蚕の行動領域主軸上での第7体節の位置変化として捉えた。この位置時系列に4次の自己回帰モデルを当てはめた。

繭形成の基本的シミュレーション

ここでの研究結果をもとに以下の条件で繭形成のシミュレーションを行った。1. 蚕体移動の基点となる第7体節の位置の変動は、行動の主軸上で自己回帰モデルにしたがう。2. 第7体節の位置と蚕体後半部の固定方向との間には関係がない。3. 蚕体後半部の固定方向はフィッシャー分布にしたがう。実際の蚕体の位置とシミュレーションの結果を比較して図2に示した。ただし、シミュレーションでは蚕体を直線で表示した。



実測データ シミュレーション
図2. 繭形成のシミュレーション