

# 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 鳴海 多恵子

絹糸を吐糸する昆虫は多いが、絹糸として実用的に利用されているのはカイコ（家蚕）とヤマユガ科昆虫（野蚕）が吐糸する繭糸である。数種の野蚕の絹糸腺の液状絹と繭糸にはボイドが存在することが報告されており、これが野蚕糸の独特の風合いと光沢をもたらすと考えられていることから、ボイドに関する系統的な研究が必要とされている。

本論文は、野蚕糸の形態的構造特性の解明を目的として、電子顕微鏡観察を基にボイドの形態特性の数量的解析を行い、それを規定する遺伝的要因、環境要因、および製品化工程における物理的要因を検討し、絹糸の形態の制御の可能性を追究したものである。

## 第1章 繭層フィブロイン繊維の形態的構造特性

**【繭層中のフィブロイン繊維の構造特性の観察】**：ヤマユガ科の13種とカイコガ科の2種およびミノガ科の1種の繭を、電子顕微鏡で観察したところ、ヤマユガ科の13種全ての繭層繊維中に他科には見られないボイドが存在していた。ボイドの形状は繊維軸方向に長い柱状をなし、横断面は概して楕円形を呈し、その大きさや数の多寡には明確な種間差異がみられ、繭層の部位および繊維断面の位置による差異もみられた。

**【フィブロイン繊維の構造特性の数量的解析方法の開発】**：フィブロイン繊維の構造特性を数量的に解析するために、画像処理による計測システムを構築した。これを用いて、実用されているタサールサン、テンサン、サクサン、ムガサン、シンジュサン、エリサンの繭層繊維について、ボイドの面積、扁平度、フィブロイン繊維断面中の総数と総面積、およびフィブロイン繊維断面面積に対する総面積の割合（占有面積率）等を数值的に解析した。

**【繭層中のフィブロイン繊維のボイドの形態の数量的解析】**：1フィブロイン繊維断面中の平均ボイド数はムガサン、タサールサン、テンサンで多く、ボイドの平均断面面積はタサールサンが $0.2 \mu\text{m}^2$ であるのに対し、サクサンは $0.03 \mu\text{m}^2$ と種間差異が明確であった。ボイドの占有面積率とその繊維断面による変動の大小から、タサールサンの繊維が最も多孔性であること、ムガサン、エリサンでは占有面積率の変動が大きいことが示された。

## 第2章 ボイドの形態決定における環境的要因および遺伝的要因

**【蚕体内におけるボイドの形成過程と形状変化】**：テンサン幼虫の絹糸腺内の液状絹中のボイドの形態を解析した。ボイドは後部糸腺から直径 $10 \mu\text{m}$ 程度の小胞として分泌され、後

部糸腺から前部糸腺まですべての位置に存在し、各位置による形態的特徴が認められた。中部糸腺と前部糸腺の境界付近からボイドの径は著しく減少し、球形から円柱形への急激な形態変化が開始することから、この付近が繊維化の開始位置と考えられた。

【ボイドの形態決定における環境的支配】：サクサンの短日飼育(休眠性)と長日飼育(非休眠性)の繭およびフィブロイン繊維の形状には差異はみられなかったが、ボイドの形態には著しい差異が認められた。短日飼育では、ボイドの形状は小さく、数も少なかったのに対し、長日飼育では、大きく、数も多かった。このことから、ボイドの形態決定に環境的要因が関与することが明らかとなり、ボイド形態を人為的に制御できる可能性が示唆された。

【ボイドの形態決定における遺伝的支配】：テンサン雌と休眠サクサン雄の種間交雑を行い、交雑F1と両親の繭層フィブロイン繊維の構造の比較からボイドの形態決定に関わる遺伝的支配について検討した。その結果、交雑F1では繊維の形態はややテンサンの形質が強く発現したが、ボイドの形態は個体によって休眠サクサン型とテンサン型の双方があらわれ、両親のボイドの形態が分離して発現していた。

### 第3章 織組織中のボイドの形態変化の要因解析

【織組織中のフィブロイン繊維のボイドの形態的特徴】：繭層フィブロイン繊維と市販の野蚕織布の繊維構造を比較した。その結果、野蚕織布中のボイドの形態は、繭層フィブロイン繊維中のボイドに比して「縮小化」「条斑化」「ボイドの形状の崩れ」など著しい変化がみられ、フィブロイン繊維の断面の扁平度とボイドの扁平度との間には高度な相関が認められたことから、布に成形する過程での物理的作用の影響が考えられた。

【製糸および精練工程におけるボイドの形態変化】：製糸・精練工程において繊維にかかる負荷による形態変化を実験的に検証したところ、煮繭と繰糸の段階でボイドの縮小化と条斑化が生ずること、および精練・製織工程における繊維への加重により、ボイドはさらに形状の変容が著しくなり、ボイドの閉鎖もあり得ることを実証し、各工程における物理的負荷の制御により、新たな風合い特性をもつ野蚕製品の開発が可能であることを示唆した。

以上、要するに本研究は、ヤママユガ科の繭層フィブロイン繊維中のボイドの形態的特徴が種に固有の構造的特性であることを数値的に明らかにし、絹糸腺内の液状絹の形態との比較からボイドの形成過程と分布形態が環境的要因と遺伝的要因に影響されていること、および製品化の工程における膨潤と加圧によりボイドの縮小と扁平化が起きることを明らかにしたものである。これは、飼育から製糸・製織の過程の条件設定により絹糸の形態を技術的に制御することの可能性を示したもので、学術上、応用上、有意義な知見を得ている。よって、審査委員一同は、本論文が博士(農学)の学位論文として価値あるものと認めた。