

# 蚕体生理情報計測システムの開発

森川英明・三浦幹彦・木口憲爾・金勝廉介・岩佐昌征  
信州大学 繊維学部

## 1. 緒言

蚕は孵化してから約1ヶ月におよぶ幼虫の期間を経て、蛹化のために営繭行動に入る。この間、摂食を繰り返しながら一般的には4回の脱皮行動を行い、体重比にして1万倍以上に成長する。繭糸を作るための絹糸腺もこの段階で形成される。蚕の生態については、これまでホルモンなどの内分泌物との関連を中心とした生化学的なアプローチが中心であり、生体情報の工学的な計測に関する研究はまだ十分に行われていない。そこで本研究では、蚕の体表面温度や表面電位の変化を計測するシステムの検討を行った。またこれらの生体情報と行動との関連性について解析し、各成長段階や日常的な行動、生育状況による生体情報の変化パターンについて検討を行うことを目的としている。

## 2. 体表面電位の計測

### 2.1 実験方法

蚕は温度計測を行う対象としては小さく、また動きもあるので、計測する際にはいくつかの制約が発生する。温度計を接触させると通常の行動に制約を与えてしまうため、行動に制約を与えない計測方法が必要となる。赤外線放射温度計は赤外線エネルギーを高速で計測するため、熱容量が小さい物質や温度変化中の物質も精度よく計測できることから、蚕の体表面温度を計測する方法として適していると考えた。本研究では、日本電子(株)製 JTG-3210 工業用サーモグラフィ(温度分解能  $0.1^{\circ}\text{C}$ )を用いて計測を行った。測定は、一般的に蚕を

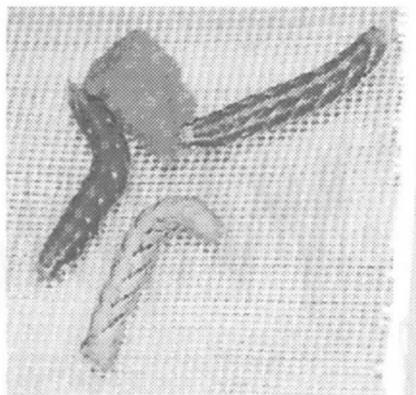


Fig.1 larva of sweet potato hornworm, *Agrius convolvuli*

飼育する際を目安とされている  $23.0\sim 25.0^{\circ}\text{C}$  に制御された測定室内で行い、環境放射温度の影響にも注意して計測を行った。

計測対象としては、家蚕品種の他に、実験昆虫として通年での飼育体系が確立されている大型鱗翅目昆虫のエビガラスズメを選択した。また、小さな個体でははっきりした温度データが得られにくいことを考慮して、4齢～5齢にかけての体長が比較的大きいものを用いた (Fig.1)。

### 2.2 結果および考察

エビガラスズメの計測結果(一部分)を Fig.2 に示す。約30分間の計測時間内に、2頭のエビガラスズメは摂食行動や蛹化のためのワンダリング行動をとっていた。静止している時にはほとんど温度変化が見られないのに対して、摂食時やワンダリング行動時には若干の温度上昇が見られた。静止時とワンダリング時の温度差は約  $0.9^{\circ}\text{C}$  あり、また2個体間での温度差は平均で約  $0.6^{\circ}\text{C}$  であった。このように微小な変化ではあるが、行動による体表面温度の変化が確認できたことから、今後は行動パターンとの関連づけや代謝量と

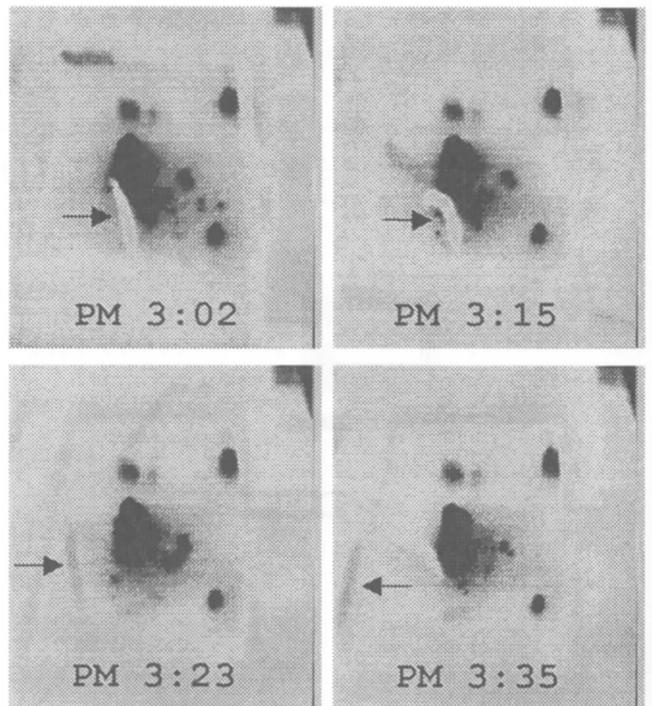


Fig.2 Thermal Images of *Agrius convolvuli*

の相関を中心に解析を進める予定である。

### 3. 体表面電位の計測

#### 3.1 実験方法

蚕体表面での電位変化を計測するため、Fig.3 のような計測システムを作製した。計測する蚕の第4体節と第10体節にAg/AgCl 粘着性薄型電極を取り付け、シールド線により生体アンプ側に接続した。生体アンプで増幅された信号はA/D変換ボードを介してパーソナルコンピュータに取り込んだ後、ファイルに保存できるようにし、また接地した銅板とドーム状金網でシールドされた空間内で計測することにより、ノイズの低減を図った。さらに蚕の行動を同時撮影するため、デジタルビデオを設置した。

#### 3.2 結果および考察

Fig.4 に、a) 静止状態、b) 歩行時、c) 吐糸行動時、d) 摂食時における出力波形を示す。歩行時および吐糸行動時には、静止時には見られなかった周期的な変化が観察された。b) における波形の変化周期は、歩行運動による蚕体の伸縮と同期している。またc) については吐糸時に蚕体前半部分(頭部)を「8」の字に振る行動と同期していた。まだサンプル数が少ないために確定的なことは言えないが、これらの信号は蚕の筋肉の活動情報を与えているものと考えられる。摂食時の信号には比較的高い周波数成分が含まれており、摂食時における頭部の動作とともに内蔵系の動きが情報として含まれていることが推測される。

今後は、電極の取付ポイントを変化させ、個々の動作と出力信号との関係について詳細な解析を進める予定である。

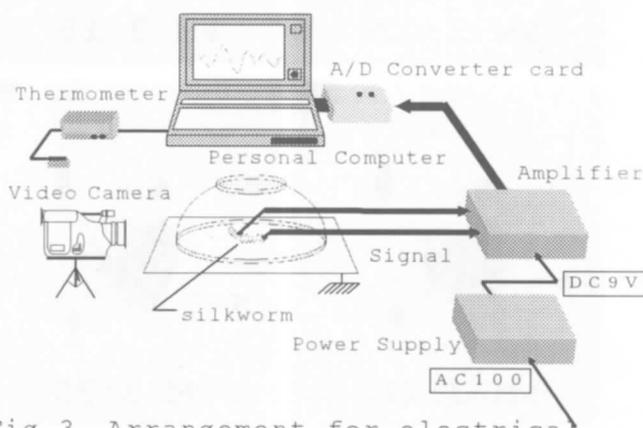


Fig.3 Arrangement for electrical potential measurement of silkworm body

### 4. 参考文献

- 1) 高橋澄雄, 上田悟: 人工飼料育における飼育環境とくに気流と蚕体温度, 日本蚕糸学雑誌, 50, 5, 453/456 (1981)
- 2) 福原敏彦, 佐竹諄士: 家蚕幼虫の前腸および後腸の収縮運動について, 日本蚕糸学雑誌, 54, 1, 82/86 (1985)
- 3) 平尾常男, 山岡景行: カイコの摂食行動パターンの解析, 日本蚕糸学雑誌, 50, 4, 335/342 (1981)

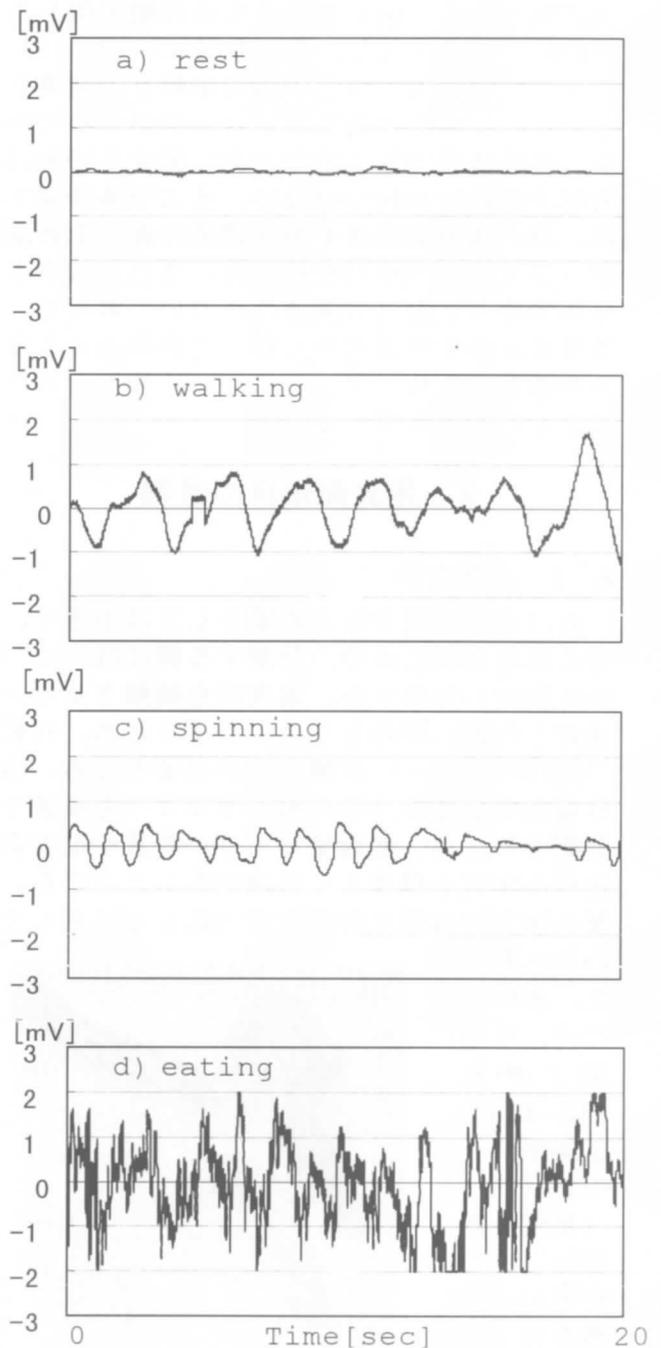


Fig.4 Examples of electrical potential by behavioral pattern