

研究概要報告書【サウンド技術振興部門】

(/)

研究題目	カイコの耳—チョウ目幼虫における機械感覚子による音受容の解明—	報告書作成者	土原和子
研究従事者	土原和子		
研究目的	<p>チョウやガの幼虫は、体表に存在する機械感覚子で音や気流を感知して捕食者から回避している。申請者らはシャクガ科の幼虫を用いて感覚子で捕食者が接近する際の羽音を感知して捕食回避行動をおこなうことを発見した。本課題ではこの、チョウ目幼虫の中で最も研究が進んでいる、カイコをモデルとして研究をおこなうことにより、遅れている「聴覚」のの解明に切り込んでいく。カイコの聴覚とは何か？ どのようにして、カイコは音や振動を感知しているのか？について、鼓膜器官ではない「感覚子型の聴覚器」の機構を解明する。</p> <p>研究背景</p> <p>昆虫は、我々ヒトのような形の耳を持たないが、空気を伝わる音や気流を検知することができる種が存在する。音を受容するのは聴覚器官であるが、昆虫の聴覚器(音受容器)は多様であり種によって異なっている。昆虫の中には、コオロギのようにヒトの耳に該当する音を受容する鼓膜器官をもつ種も存在する。しかし、鼓膜器官をもつ種は限られており、例えばショウジョウバエは鼓膜器官をもたず、触角の基部に存在するジョンストン器官によって音や気流を検知している。これらの機械受容器は、同種内でのコミュニケーションや、捕食者と被食者の関係において、使用されることが多い。</p> <p>本研究では、捕食や寄生を受けるチョウ目幼虫の聴覚に着目した。例えば、モンシロチョウの幼虫は寄生バチや寄生バエに卵を産み付けられる。特にアオムシコバチ等の寄生バチから寄生をうけ、野生の90%の幼虫が寄生を受けていることが確認されている。しかし、幼虫側にも防御機構は存在する。ガやチョウなどの幼虫は、機械受容器の1種である、体表に点在する細い毛のような糸状の機械感覚子(以下、糸状感覚子)で音を検知できることが知られている。この糸状感覚子は、接触刺激を受容し、多数存在する剛毛状の機械感覚子(直径:1.5-50μm,長さ数10μm以上)と比較して、細い上に、表面が滑らかである。糸状感覚子は、捕食者であるハチや、寄生者である寄生バチの翅を動かす際に生じる翅音や気流も受容することができる。つまり、捕食者や寄生者を検知して回避をおこなっていると考えられる。</p> <p>機械感覚子には感覚細胞が1つだけあり、感覚細胞の樹状突起が感覚子のクチクラ装置の基部近辺まで伸びている。感覚子が音や気流などの刺激を受けると粘性力によって傾き、細管体での刺激が感覚細胞によって電気信号に変換され、脳に伝わり行動が解発される。</p> <p>我々は、チョウ目の幼虫において、糸状感覚子の分布とその行動反応を明らかにすることを目的に、研究をおこなっている。まずは、代表的なアゲハチョウ科の幼虫における糸状感覚子の分布を明らかにした。その中でアゲハチョウ科の一種であるジャコウアゲハについて、聴覚に関わる感覚子を特定し、音や気流に対する反応性を明らかにした。</p>		

研究概要報告書【サウンド技術振興部門】

(/)

<p>研究のポイント</p>	<p>昆虫は、我々ヒトのような形の耳を持たないが、空気を伝わる音や気流を検知することができる種が存在する。チョウやガの幼虫は、体表に存在する機械感覚子で音や気流を感知して捕食者から回避している。申請者らはジャクガ科の幼虫を用いて感覚子で捕食者が接近する際の羽音を感知して捕食回避行動をおこなうことを発見した。本課題ではこの、チョウ目幼虫の中で最も研究が進んでいる、カイコをモデルとして研究をおこなうことにより、遅れている「聴覚」のの解明に切り込んだ。カイコの聴覚とは何か？どのようにして、カイコは音や振動を感知しているのか？について、鼓膜器官ではない「感覚子型の聴覚器」の機構の解明をめざしている。</p>
<p>研究結果</p>	<p>カイコの糸状感覚子を調べたところ、胸部に 4 対、胴部に 8 対の計 12 対の感覚子が確認できた。これらはこれまで調べたアゲハチョウやヤガとは分布も本数も異なっていた。</p> <p>次にカイコを用いて、音提示実験をおこなった。周波数の音響提示実験は、90 dB SPL に固定しておこなった。その結果、ジャコウアゲハと同様に 150Hz-200Hz において、もっとも行動反応が観察されることがわかった。しかし、ジャコウアゲハと異なり、カイコでは 300Hz でも 80% 以上、400Hz でも 35%以上の行動反応が観察された。周波数の下限値は 50-100Hz の間にある可能性が高く、500Hz 以上では行動反応は起こさなかった。</p> <p>カイコの機械感覚子の切除実験においては、根元から感覚子を切除した場合、90%以上の個体で行動反応を示さなくなった。また、胸部の感覚子のほうがより、顕著に行動反応がなくなった。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>カイコの糸状感覚子を切除実験をさらに行う必要がある。今回の実験では音のみの実験を行ったが、今後は振動や風流に対する反応を見る。また、感覚子の役割なども確認する。例えば、音もしくは振動を検知するためにはどの感覚子が重要なのか、もしくは感覚子の本数が重要なのかを確定する必要がある。</p> <p>そして、音+風流、音+振動、振動+風流、音+振動+風流の組み合わせにより、反応の違いを確認する。そして、カイコにおける音受容(振動や風流も含む)の機構を解明する。</p> <p>昆虫の聴覚の研究は、ガの幼虫の一部で感覚子が、音や気流をも検知する機械感覚受容器であることが 1970 年代に行動・生理学的研究例があるものの、幼虫の音受容において、細胞や分子レベルにまで踏み込んだ研究は手付かずのままである。モデル生物で音や振動などの機械受容の応答機構を解明できれば、この後、音受容体の単離、遺伝子解析、変異体の作成などの分野に広がると考えている。</p>

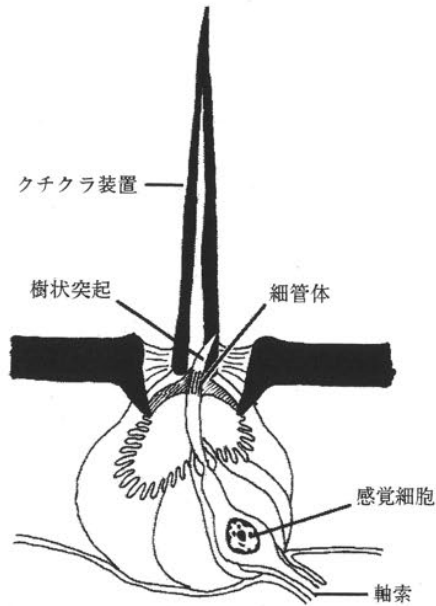


図1 機械感覚毛の模式図
(Keil (1997) 改変)

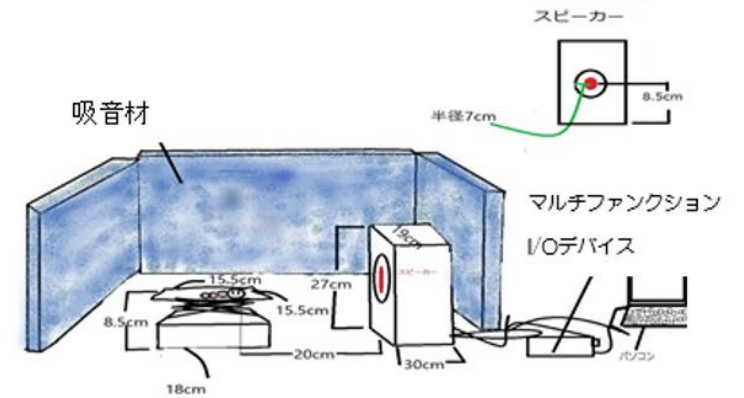


図3 音提示行動実験装置の模式図

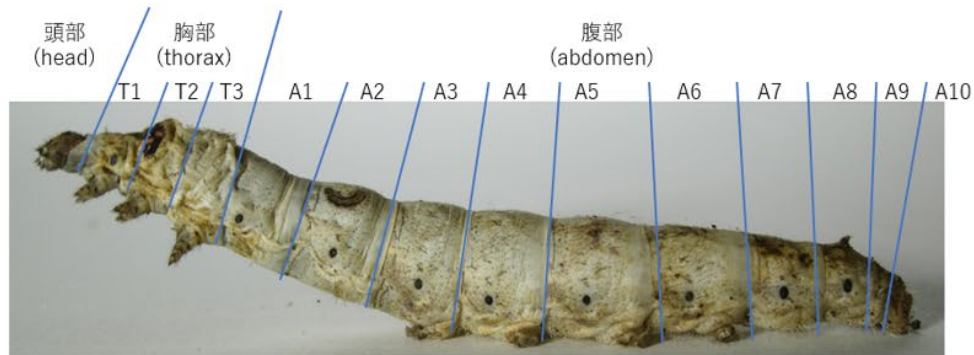


図2 カイコの胸部と腹部の各体節
頭部、胸部、腹部の3つの部位からなり、胸部はT1, T2, T3の3節、腹部はA1-A10の10節からなる。写真は5齢(終齢)幼虫。