

昆虫の環境センシングの基本的検討

今林 仁広

Yoshimasa IMABAYASHI

1 はじめに

外国産カブトムシ、クワガタムシは 1999 年の輸入規制緩和により数多くの種類が諸外国から輸入されるようになり、それに伴って昆虫を飼育する愛好家の数が増えた。数多くの種類を飼育しているブリーダーは産卵を行う方法の知識は有しているが、種別ごとの好む環境や、飼育下においてどのような行動をとるのか、不明な点も数多く存在する。そこで本論文では育成の指標としてエサの摂食量や生体の重量をセンシングすることで、成虫期や幼虫期で好む最適な環境や、生体にとって安全な環境を提供するシステムを提案する。それと同時にカメラを用いた観測により昆虫の行動を解析する。

2 行動・環境センシング

センサネットワークやカメラを用いて、野生動物の生態解明を行う研究は数多く行われている。これらの研究は、センシングデータから周りの取り巻く環境や行動形態を解明することを主眼としている。^{?) ?)}。また、自然保護林の生態調査を行う際にもセンサネットワーク技術が用いられており、生態調査とセンシング技術は綿密な関係であると言える。しかしながら昆虫の育成環境に焦点をおきセンシングをすることでどのような知見が得られるかは明らかになっていない。

3 昆虫の行動・環境センシングシステム

昆虫の飼育環境は、カブトムシ・クワガタムシの場合、夏場ではエアコンで空調管理を行い、冬場は温室内で管理をしているブリーダーが多い。湿度は、ブリーダーの主観と経験に依存する部分が非常に強いためどの湿度帯が生体にとって最適かどうかは温度帯と同じく不明瞭である。また、数が増えると管理が行き届かなくなるためにケース内が乾燥状態になり、死亡する個体も多い。飼育下においてブリーダーでも分からないような昆虫の行動を明らかにすることによって、飼育環境の改善や効率のよい累代飼育が可能になると考える。そこで私は育成環境のセンシングシステムを提案する。育成環境のセンシングシステムは 4 つの機能を持つ。育成環境センシングシステムは育成環境の選定機能、育成環境のアラート機能、育成環境のモニタリング機能、飼育環境下での行動解析機能を持つ。ここでの育成環境は幼虫飼育について、飼育環境は成虫飼育について指す。本論文では「育

成環境の選定機能」ならびに「飼育環境下での行動解析機能」について検証を行う。各機能はそれぞれ PC とマイコンボード、各センサまたはカメラを接続して行う。マイコンボードは Arduino、各センサは温度・湿度計、土壤水分センサ、カメラは PIXY を用いた。Fig.?? に提案するシステムのイメージを示す。各センシングデータは PC に送られそこで解析を行う。

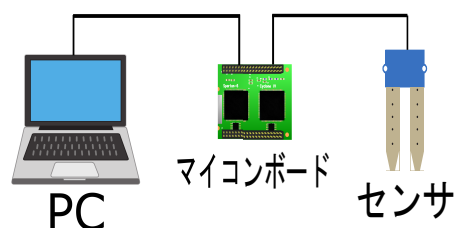


Fig. 1 システムのイメージ

4 昆虫の育成環境選定、行動解析実験

4.1 昆虫の環境選定実験および行動解析実験の概要

昆虫に最適な環境を選定するために育成環境の選定効果の検証実験ならびに、昆虫の行動を解析するために飼育環境下での行動解析実験を行う。さまざまな温度・湿度帯の環境を用意しその中で成虫ならびに幼虫の摂食状況や体重などの差異を測定する。評価基準は成虫の場合は 7 日ごとのエサの摂食量で決定し、幼虫の場合は体重の重さで決定する。また、行動解析実験に関しては大型の飼育容器を用い、この上方 800 mm の位置にカメラを固定し観測を行う。行動解析実験では成虫のオスとメスのペアを用意しそれぞれの背中にカラーマーカを取り付け、カメラでセンシング対象となる個体の座標により行動を解析する。このときエサ場中心の座標を 0 とした。

4.2 昆虫の環境選定実験および行動解析実験の環境

湿度は土壤水分と空気中の水分量の双方の測定が必要であるが、飼育下においては土壤水分量にケース内の湿度が依存するので、ここでは土壤水分のみを測定する。また検証実験で測定する湿度は 30-70 % の間とする。これは極端な乾燥状態や湿潤状態により生体のダメージを少なくするためである。温度分類は実験で用いる生体の原産国での最高・最低気温を参考にした。行動解析実験での温度分類は原産国の平均気温で実験を行った。また

湿度に関しては任意とした。両実験で用いる生体はヘラクレスオオカブトムシの成虫と幼虫 27 匹とした。

4.3 成虫の摂食量を用いた環境設定実験の評価

Table 1 成虫の摂食量 [g]

温度 [°C]	湿度 [%]		
	30	50	70
20	180	180	180
24	180	240	240
28	240	240	300

表??に 7 日間の成虫の摂食量の結果を示す。Table??により、成虫は温度が 24 °C 以上の環境が 20 °C の環境よりも摂食状態が良いことがわかる。湿度に関しては摂食量に応じて尿の量も増える為に湿度 70 % の環境では、飼育環境が水分過多になってしまい、ショウジョウバエや線虫が発生して不衛生な環境となった。28 °C の飼育環境では生体に問題はなかったが、不衛生な環境であるのでケース内の洗浄を頻繁に行う必要がある。これは大量に生体を管理しているブリーダーにとってはかなりの負担になる。これらのことから成虫飼育では 24 °C、湿度 30-50 % が最適であると考えられる。

4.4 幼虫の体重増加を用いた環境設定実験の評価

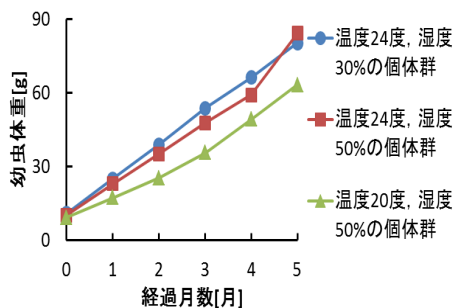


Fig. 2 幼虫の体重の推移

Fig.??に 5 か月間の成長の推移のグラフを示す。このグラフには気温 24 °C・湿度 30%、気温 24 °C・湿度 30%、気温 20 °C・湿度 30% の環境で育成した個体の体重の推移を表している。このグラフからも気温が高いほうが成長が良好であり、育成には湿度は重要ではないことが分かる。成虫飼育と同様に高温多湿な環境であると、不快害虫であるショウジョウバエや線虫が発生してしまう。これらのことから幼虫飼育では 24 °C、湿度 30-50 % が最適であると考えられる。

4.5 カメラを用いた行動解析実験の評価

Fig.??に 3 時間の行動解析を行った中で、最も行動に変化の見られた 10 分間のグラフを表す。

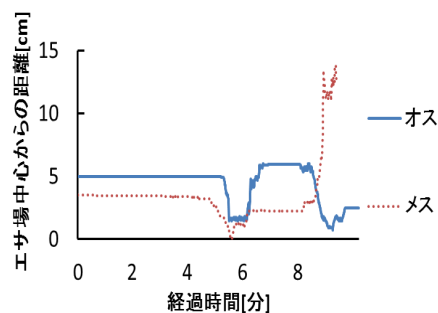


Fig. 3 生体のエサ場中心からの距離

これは生体とエサ場中心からの距離を示すものであり、変化が見られない時間帯はその場に留まり、エサを摂取していることを示唆している。またオスはエサ場を縄張りとし、それを意識する傾向が強く、長時間エサ場に留まっていた。一方でメスはオスとは異なり、エサを十分に摂取するとエサ場を離れて土の中に隠れる傾向があると分かった。また 3 分~5 分、7 分~8 分の時間ではオスが小刻みに振動していることが確認できる。これはメスが移動した際にオスがメスの存在に気付く求愛行動をとっていると推測される?)。

5 まとめ

カブトムシやクワガタムシは昆虫の中でも我々の身近な存在でありブリーダーも多い。しかしカブトムシやクワガタムシに関する研究はあまりされておらず、それらに関するシステムも存在していないのが実情である。そこで本論文では、より飼育に適した環境を提供することや、飼育下での行動の解明を目的とし、昆虫の環境センシングシステムを提案した。昆虫に最適な環境を選定するための育成環境の選定機能の検証実験を行い、環境によって育成状況が変化することが分かった。さらに、飼育環境下での行動解析機能ではカメラを用いて生体を観測することによってエサ場での行動が明らかになった。

参考文献

- 1) R. Szewczyk.Habitat Monitoring with Sensor Network.Communications of the ACM.2002,Vol.47,No.6,pp.34-39,2004
- 2) R. Szewczyk.An Analysis of aLarge Scale Habitat Monitoring Application.Proceeding of the 2nd ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems (Sensys'04)”,pp.34-39,2004
- 3) 阿部広明, 藤井告, 鈴木文, 佐藤俊幸, 岩淵喜久男, 小原嘉明. 昆虫の雌に引き起こされる雄の交尾行動. 日本性科学会雑誌.Vol.24,No.1,pp.7-16,2006

[http://www.eva.ie.u-ryukyu.ac.jp/~endo/
classes/Gaintro.pdf](http://www.eva.ie.u-ryukyu.ac.jp/~endo/classes/Gaintro.pdf).