

M-011

昆虫の育成環境センシングシステム Environmental Sensing System for Insect Breeding

今林 仁応*
Yoshimasa Imabayashi

間 博人*
Hiroto Aida

内村 裕之†
Yushi Uchimura

三木 光範*
Mitsunori Miki

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った。2014年現在、およそ800種類の輸入が可能になり、年間100万匹以上が輸入されている。それに加え日本固有種のカブトムシ、クワガタムシを合わせると年間数百万匹の個体が市場に出回っている。多くの個体はホームセンターやペットショップで大量に販売され、昆虫カードゲームによる大ブームは去ったものの未だに根強い人気がある。購買層の多くは小中学生の低年齢層であるが、数多くの種類を飼育しているブリーダーも多い。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などの知識は有しているものの、管理自体が手薄になりがちであり生体が死ぬことも多い。その主な死因は乾燥によるものである。またブリーダーの多くは生体を商用として扱っており高価な生体が死ぬと大きな損害につながる。さらに累代飼育を行う上で幼虫期間に良い環境を提供することで大きな成虫を作出することが可能であり、大型個体は商品価値が高くなる。そこで本稿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を提供するシステムを提案する。

2. 関連研究

センサネットワークを用いて、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生態系を解明することを主眼としている。[1][2] 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。そこで、本研究ではセンシングデータを収集し、育成環境選定実験を行う。

3. 昆虫の育成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。しかしながら、昆虫の飼育環境に最適な温度帯は明確ではない。温度は空調管理により急激な温度変化を防ぐことが可能である。温度に対し湿度は飼育者の主観と経験に依存する部分が非常に強いために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。さらに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。

こうした問題を解決するために育成環境センシングシステムの基本的検討を行う。生体の飼育容器内に温度・湿度計、土壌水分センサを取り付け、飼育容器内の温度と湿度、土壌中の水分量を計測する。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を持つ。育成環境の選定機能は種目別に細かなデータを取得し、どのような環境が最も最適かどうかを判断する機能である。育成環境のアラート機能とは何らかの外的要因により育成環境が生体にとって危険な状態になれば、飼育者にそれを通知する機能である。育成環境のモニタリング機能とは、育成環境を可視化することで生体の状態を常に把握することで、育成状況を判断する機能である。本稿では育成環境の選定機能の有効性の検証に焦点をおく。

4. 検証実験

4.1 実験概要

昆虫に最適な環境を選定するための検証実験を行う。図1に実験環境のブリードルームを示す。このブリードルームは空調管理により部屋の上部と下部で細かな温度管理が可能である。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。成虫になれば幼虫に比べて重量の増減が見られないことから、各実験におけるエサの摂食量の違いを明らかにする。幼虫は各実験においての実験前後の重量を測定し育成の過程を測定する。各環境での結果をもとにどの環境が最も適しているかどうかを選定する。判断基準は成虫の場合はエサの摂食量で決定し、幼虫の場合は増加した重量で決定する。

4.2 実験環境

湿度は土壌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壌水分にケース内の水分量も依存するので、ここでは土壌水分のみを測定する。また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。

本実験での温度分類は実験で用いる生体の原産国である、コロンビアの都市のメデジン(最高気温:28°C,最低気温:17°C)とグアドループの都市であるバステール(最高気温:32°C,最低気温:21°C)を参考にした。これら2都市の気温を考慮して実験するため、温度帯は原則として17-32°C以内とする。

本実験で用いる生体はヘラクレスオオカブトムシ(Dynastes hercules)の亜種である、ヘラクレス・ヘラクレス(Dynastes hercules hercules)とヘラクレス・リッキー

* 同志社大学理工学部

† 同志社大学大学院理工学研究科



図 1 実験環境のブリードルーム

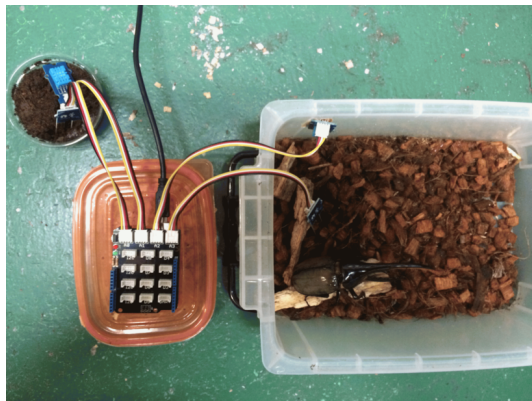


図 2 センシングデータ取得の様子

(*Dynastes lichyi*) の成虫 9 匹および幼虫 27 匹である。各環境に成虫 1 匹、幼虫 3 匹を用いて実験を行う。成虫は羽化後 4 ヶ月が経過しており摂食状態が良好なものを用いた。また幼虫は成長期である孵化後 3 ヶ月経過している 2 令幼虫を用いた。なお、本実験で用いる生体用飼料は、成虫には 60 g 昆虫専用ゼリー、幼虫には廃菌床を発酵させた外産カプトムシ専用のおがくずを与えた。図 2 で示すように、成虫を管理する飼育容器はハニーウェア製 Q-BOX30、幼虫を管理する飼育容器は 200 cc のプリンカップとした。各センシングデータは Arduino を用いて収集した。

4.3 実験結果

表 1 に 7 日間の成虫の摂食量の結果を示す。表 1 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

表 1 成虫の摂食量 [g]

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

表 2 幼虫の平均増加量 [g]

温度 [°C]	湿度 [%]		
	30	50	70
20	1.13	2.30	2.07
24	1.30	2.73	2.66
28	1.26	2.23	2.23

問題はなかったが、高温多湿により飼育ケース内が蒸れてしまい強い発酵臭を発していた。こ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。

表 2 に実験前後における幼虫の体重の推移を示す。表 2 により、各温度によって成長の差異が見られ、20 °C の温度に比べて 24 °C 以上および 28 °C の環境の方が体重の増加量が 2 倍以上となり成長に有利と考えることができる。また湿度に関しては 70 % の環境であると成虫と同様に水分過多になり、クチキバエや線虫が発生し衛生状態に問題が生じた。また、24 °C と 28 °C では大きな差異は見られなかった。このことから幼虫飼育では 24-28 °C、湿度は 30-50 % が最適であると考えられる。

以上の結果より、飼育には温度・湿度が非常に重要となり、育成に明確な差異が生じることを示した。このことから育成環境センシングシステムの検討により、生体にとってより良好な飼育環境の提供が可能であるといえる。

5. 結論

本稿では、より安定した環境を提供することを目的とし、育成環境センシングシステムを提案した。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を持つ。昆虫に最適な環境を選定するための検証実験を行い、優位性があるという結果を得た。また今後の課題として、本実験で選定した環境で幼虫を飼育することでより大きな成虫が得られるかどうか検証する必要がある。また本システムは昆虫だけでなく爬虫類や両生類などにも応用できると考えられる。

参考文献

- [1] R. Szewczyk, et. al.: Habitat Monitoring with Sensor Network, Communications of the ACM, Vol.47, No.6, pp.34-40 (2004).
- [2] R. Szewczyk, et. al.: An Analysis of a Large Scale Habitat Monitoring Application, Proceeding of the 2nd ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems (Sensys'04), pp.214-226 (2004).