

## 4. 知られざるクワガタムシ *Dorcus* 属の冬眠行動の秘密 と地球温暖化の影響を探る～クワガタムシの研究パートIV～

浜松市立曳馬中学校

2年 伊藤達哉

### 1 動 機

クワガタムシは、カブトムシと違って成虫で冬を越して2～3年生きる種類がいることを知り、同じ甲虫の仲間なのに寿命が長くて不思議に思ったことをきっかけにして調べてみようと思い研究をはじめ今年で4年目になる。

今年は、近年地球温暖化により暖かい地方にしか生息していなかった昆虫の生息域が北上していることから、クワガタムシについても地球温暖化の影響があると考えられるため調べようと思った。

これまでクワガタムシの仲間でも成虫で数年生き続ける *Dorcus* 属のオオクワガタ、コクワガタ、ヒラタクワガタの冬眠行動に関する研究を中心に行ってきたので、冬眠行動がどのような条件の時に引き起こされるのか、また、冬眠状態は単純に温度が低下して活動できなくなるために冬眠行動を取るのか、それとも活動できる温度であるが来年の活動に備えて体力を温存するためにあえて冬眠行動を取っているのかの疑問点を明らかにすることにより、冬眠行動が地球温暖化によりどのような影響を受けるのかを調べてみようと思った。

また、冬眠行動以外のクワガタムシの生態が地球温暖化により、どのような影響をうけているのかを幼虫の成長と生存率、成虫の生存率について、地球温暖化を想定した高い温度と低い温度に分けて飼育し比較して調べようと思った。

### 2 実 験

実験における温度測定は(1)、(3)、(4)の実験では、成虫が活動を始める午後7時から午後9時30分までの間で温度を測定する。

#### (1) 自然の温度変化の中で飼育環境を変えた場合の冬眠の温度の違いについて

オオクワガタ18匹、コクワガタ31匹、ヒラタクワガタ13匹の3種類計62匹を使用し、飼育環境を次の3つ条件に分けて飼育する。

飼育条件は、①マットの厚さを5cm程度(以下、「厚いマット」という。)敷いた飼育ケース、②マットの厚さを1cm程度(以下、「薄いマット」という。)敷いた飼育ケース、③産卵木を入れた飼育ケースの3つの条件とする。

観察は、平成26年9月23日から平成27年7月31日までとし、活動している個体数を把握する。

#### (2) 強制的に温度を下げた場合の耐寒状態について

##### ア 冬に室内に外気を取り入れて温度を下げる低温実験

オオクワガタ8匹、コクワガタ8匹、ヒラタクワガタ7匹の3種類計23匹を使用し、蓋をしないプリンカップに入れ室内の床に置く。

窓を開けて低温の外気を取り入れ室内の温度を下げる。

室温が下げ止まったら数10分間その温度を維持し、その後エアコンで室温を上昇させて状況を観察する。

##### イ 夏に冷蔵庫を使用する低温実験

オオクワガタ2匹、コクワガタ2匹、ヒラタクワガタ2匹の3種類計6匹を使用する。

クワガタムシは、蓋に複数の穴をあけたプリンカップに入れた状態で家庭用冷蔵庫のチルド

室 (5.0℃) に入れる。

冷蔵庫に 30 分間入れて置いた後取り出し、常温の部屋に置き、活動状況を観察する。

(3) 高温下での飼育による幼虫の成長や生存率に与える影響について

ア 少ない温度差 (予想温度差 2.0℃程度) で幼虫を飼育した場合の実験

ヒラタクワガタの幼虫 11 匹を使用し、菌糸ビンで飼育する。幼虫は 2 つのペアから生まれた自家繁殖品であり 2 つの遺伝子グループ (A グループと B グループ) が存在する。

地球温暖化を想定した高い温度の飼育環境を 2 階とし、比較のための低い温度の飼育環境を 1 階として、2 階に 6 匹、1 階に 5 匹を飼育し影響を調べる。

イ 大きな温度差 (予想温度差 5.0℃程度) で幼虫を飼育した場合の実験

コクワガタの幼虫 19 匹を使用し、マットを詰めたプリンカップで飼育する。幼虫は同一地点の河川敷の流木からの野外採集品であるため、複数の遺伝子グループが存在する。

地球温暖化を想定した高い温度の飼育環境を 1 階とし、比較のための低い温度の飼育環境を屋外として、1 階に 9 匹、屋外に 10 匹を飼育し影響を調べる。

(4) 高温下での飼育による成虫の生存率に与える影響について

コクワガタの成虫 10 匹を使用し、マットの厚さを 1 cm 程度敷いたプリンカップ中に入れる。

地球温暖化を想定した高い温度の飼育環境を 2 階とし、比較のための低い温度の飼育環境を 1 階として、2 階に 4 匹、1 階に 6 匹を飼育し影響を調べる。

### 3 結 果

(1) 自然の温度変化の中で飼育環境を変えた場合の冬眠の温度の違いについて

冬眠に入る順番は、産卵木を入れた飼育ケース、厚いマットを敷いた飼育ケース、薄いマットを敷いた飼育ケースの順であり、冬眠から目覚める順番は、薄いマットを敷いた飼育ケース、厚いマットを敷いた飼育ケース、産卵木を入れた飼育ケースの順となった。

| 種 類     | 飼育環境  | 冬眠に入る温度 | 冬眠から目覚める温度 |
|---------|-------|---------|------------|
| オオクワガタ  | 厚いマット | 22.5℃   | 20.8℃      |
|         | 薄いマット | 17.0℃   | 17.0℃      |
|         | 産卵木   | 27.0℃   | 23.5℃      |
| コクワガタ   | 厚いマット | 17.5℃   | 18.0℃      |
|         | 薄いマット | 15.5℃   | 17.5℃      |
|         | 産卵木   | —       | —          |
| ヒラタクワガタ | 厚いマット | 15.5℃   | 16.0℃      |
|         | 薄いマット | 14.5℃   | 16.0℃      |
|         | 産卵木   | 22.0℃   | 17.5℃      |

(2) 強制的に温度を下げた場合の耐寒状態について

ア 冬に室内に外気を取り入れて温度を下げる低温実験

平成 27 年 1 月 3 日に実験を実施した。当初、室温 11.0℃で飼育ケースから取り出した成虫は、冬眠中で全て凍ったように固まっていて仮死状態であった。次に部屋へ外気を取り入れ 6.0℃まで温度を下げて低温状態にしておいたところ、成虫は仮死状態から目覚めて活動を始める個体が出てきて、その後徐々に温度を上げて室温 12.0℃に達すると全ての個体が活動を始めた。

イ 夏に冷蔵庫を使用する低温実験

平成 27 年 8 月 4 日に実験を実施した。成虫は活動中であったが、家庭用冷蔵庫のチルド室 (5.0℃) に 30 分間入れたところ、全ての個体がカチカチに凍ったような仮死状態になった。

室温 27.5℃に戻したところ、オオクワガタ♂から目覚めて動き始め、最後にヒラタクワガタ♂が活動を始めてすべての個体が蘇生した。動き始めはどの種類も後足、中足、前足の順番で

動くようになった。

冬の低温実験と夏の低温実験の比較は、低温状態で冬は活動出来ていたが、夏は低温状態では仮死状態で活動出来ていない。

### (3) 高温下での飼育による幼虫の成長や生存率に与える影響について

#### ア 少ない温度差（予想温度差 5.0℃程度）で幼虫を飼育した場合の実験

幼虫の成長の実験期間は、平成 27 年 6 月 7 日から 7 月 31 日までで、この期間の平均温度は、地球温暖化を想定した高い温度の 2 階は 28.4℃、比較のため低い温度の 1 階は 27.0℃であり、温度差は 1.4℃であった。

幼虫の成長は、温度の高い 2 階の方が温度の低い 1 階の幼虫と比較して、A グループの幼虫で 108.9%、B グループの幼虫で 108.3%といずれも 2 階の幼虫が大きく成長した。

幼虫の生存率の実験期間は、平成 27 年 8 月 4 日から 8 月 9 日までで、この期間の平均温度は地球温暖化を想定した高い温度の 2 階は 28.4℃、比較のため低い温度の 1 階は 27.0℃であり、温度差は 1.4℃であった。

幼虫の生存率は、8 月 4 日と 8 月 9 日の 2 日観察を行った結果、8 月 4 日に全部の個体 11 匹の生存が確認されたが、次に観察を行った 8 月 9 日の時点では 2 階の幼虫全 6 匹中 4 匹の死亡を確認した。生存率は 2 階 33.3%、1 階 100.0%となり 2 階の方が 1 階より低い結果となった。

幼虫の生存率については、8 月 4 日から 8 月 9 日までの 6 日間で 2 階の観測時平均温度は、33.4℃であった。観測時が午後 8 時から午後 9 時 30 分の間なので日中はもっと高い温度であったと推定される。推定するためこの 6 日間と同様に晴れていた 8 月 10 日に日中の 2 階の温度を測定してみたところ午後 2 時は 37.0℃であった。このことからこの 6 日間の日中の推定温度は連日 37.0℃程度はあったと思われ、この 6 日間の浜松市の午後 2 時の温度（気象庁データ）の平均は 32.4℃で、その差は 4.6℃であり 5.0℃近く高いものであった。



死亡した幼虫



生存している幼虫

#### イ 大きな温度差（予想温度差 5.0℃程度）で幼虫を飼育した場合の実験

コクワガタ幼虫の成長の実験期間は、平成 26 年 11 月 8 日から平成 27 年 7 月 31 日までで、この期間の平均温度は、地球温暖化を想定した高い温度の 1 階は 20.2℃、比較のため低い温度の屋外は 15.4℃であり、温度差は 4.8℃であった。

幼虫の成長は、8 月 4 日に成虫になった 9 個体の体長を測定した平均体長から♂♀別に、温度の高い 1 階と温度の低い屋外を平均体長で比較すると 1 階成虫♂39.04mm ♀28.53mm で、屋外成虫♂37.04mm ♀25.15mm となり、♂♀ともに温度の高い 1 階の方が大きく成長した。

なお、成虫にならなかった 10 個体は全て死亡を確認した。

### (4) 高温下での飼育による成虫の生存率に与える影響について

コクワガタ成虫の生存率は、8 月 4 日と 8 月 9 日の 2 日観察を行った結果、8 月 4 日に全部の個体 10 匹の生存が確認されたが、次に観察を行った 8 月 9 日の時点では 2 階の成虫全 4 匹中 3 匹の死亡を確認した。生存率は 2 階 25.0%、1 階 100.0%となり 2 階の方が 1 階より低い結果となった。

成虫の生存率の実験期間の 8 月 4 日から 8 月 9 日までの 6 日間で、この 6 日間の日中推定温度については、前述（3）アの幼虫の生存率の記載のとおりである。

### 3 考 察

今回の研究で、冬眠行動については飼育環境を変えた実験の結果から、生息環境によって冬眠行動を引き起こす温度が変わることが分かった。

実験により、冬は冬眠中の温度 11.0℃より低い 6.0℃の低温状態においたところ活動することでき、夏は冬に活動できた同程度の低温状態では仮死状態で活動できないことから、冬は体内に寒さに対応できる物質が生成されるなど何らかの耐寒性を獲得していることが推測される。

クワガタムシは気温の低下で動けなくなって冬眠しているのではなく、秋に気温の低下が始まるとなれば冬眠を促す物質が体内に出てきて、活動できる温度であっても冬眠に入り、代謝を抑えて体力を温存していることで成虫の寿命が長いものと思われ、地球温暖化により冬眠期間が短くなるものと推測される。

また、地球温暖化を想定した幼虫の成長や生存率及び成虫の生存率に与える影響については、幼虫の成長は温度の高い方が大きく成長し、生存率は幼虫及び成虫共に日中の推定温度が 37.0℃（気象庁データ：観察期間の浜松市の午後 2 時の平均温度より 4.6℃高い）を超える日が 5 日以上続いた場合は死亡する個体が多く、生存率が大幅に低下することが分かった。あまりに高い温度は生存する限界の温度を超えたもの判断される。

### 4 結 論

地球温暖化の影響は、幼虫や成虫の生存率から、過去 20 年間の約 1.5℃程度の気温上昇（気象庁「気候変動監視レポート 2013」参考）では影響は軽微と思われるが、5.0℃程度上昇した場合は、今回の実験からも明らかに夏場の高温に幼虫も成虫も耐えられずに多くの個体が死亡することが想定され、重大な影響があるものと考えられる。

今回の研究で、地球温暖化は温度の上昇下降を繰り返しながら上昇傾向にあり、上昇幅が 10 年で約 0.7℃上昇、20 年～30 年経つと 2.0℃ぐらい上昇する状況であるが、2.0℃程度の気温の上昇ではクワガタムシの生態にはあまり影響は受けなくて大丈夫かもしれない。

しかし、5.0℃程度の気温の上昇になると今回の実験から分かったように死亡する個体が増加し、地球温暖化によって種が減ってしまうかもしれない。これはクワガタムシに限ったことではなく、人間にも地球温暖化の影響が当てはまることを暗示しているのかもしれない。

今回の研究で、自分たちが地球温暖化の進行を緩やかにするため生活の中でできる節電やバスや鉄道、自転車の利用など自動車の利用を控えるなどの方法で二酸化炭素排出量を削減し、せめてクワガタムシが生活できる環境を守りたいと思った。

このことが、自分たち人類の生活を守ることに繋がるものだと思う。

なお、この研究は多くのクワガタムシの犠牲により進めることが出来たので、クワガタムシたちに感謝したい。

### 5 謝 辞

今回の研究にあたり助言をいただきました、ふるさと世界の昆虫館 館長 原木直美先生、磐田市桶ヶ谷沼ビジターセンター 所長 細田昭博先生、昆虫研究家 横井美宏先生 誠にありがとうございました。

### 6 参考文献

「虫たちの越冬戦略 昆虫はどうやって寒さに耐えるか／発行所 北海道大学出版会」

「カブトムシ山に帰る／発行所 株式会社 汐文社」

「初めて飼うクワガタムシ／発行所 有限会社 むし社」

「気候変動監視レポート 2013／出典 気象庁」

「地球温暖化を緩やかにするために私たちにできること／出典 気象庁」

「ちょっと変だぞ日本の自然 新型生物誕生 SP 雑木林で探せ！新型昆虫 小型カブトムシ／NHK総合 2011.8.10 放送」

