

温暖化が進むとどうなるクワガタムシの生態

浜松市立曳馬中学校
3年 伊藤 達哉

1 動機

地球温暖化により自然環境や人々の暮らしに大きな影響が出ていて、このまま温暖化の対策が進まないと地球規模で深刻な被害がもたらされると言われていることから、地球温暖化がクワガタムシの生態にどのような影響を与えているのかを研究しようと思った。

特に、気象庁の発表では2016年（平成28年）冬の平均気温は浜松で観測史上1位の暖冬であったことから、過去3年分の研究データがある冬眠行動については、今年と比較をしてどのような温暖化の影響があったのかを明らかにしてみようと思った。

2 研究

(1) 観測史上1位の暖冬における冬眠行動の変化について

ア 方法

オオクワガタ6匹、コクワガタ16匹、ヒラタクワガタ9匹の3種類計31匹を使用し、室内1階でプリンカップや小型のケースに木くずマットを1cm程度敷いた環境で飼育し12月から2月まで午後8時前後の活動個体数を観察した。

イ 結果

今回の冬季（12月～2月）の実験結果と過去3年間分の冬季（12月～2月）の実験結果を比較した結果は表1-1のとおりとなった。

表1-1 1階冬年別活動個体比率

冬(12～2月)		平成25年 ①	平成26年 ②	平成27年 ③	3年分計 ④ (①+②+③)	平成28年 ⑤	差 ⑥ (⑤-④)	増加率 ⑦ ⑤÷④
冬(12～2月)平均温度		14.5℃	15.1℃	15.0℃	14.9℃	16.2℃	1.4℃	109.2%
オオクワガタ	全体	4.2%	2.9%	3.8%	3.5%	10.0%	6.6%	290.4%
	♂	3.7%	2.2%	3.9%	3.1%	8.3%	5.2%	265.7%
	♀	4.7%	3.1%	3.8%	3.6%	11.6%	8.0%	322.4%
コクワガタ	全体	8.8%	1.2%	6.2%	5.1%	10.0%	4.9%	196.2%
	♂	7.4%	2.6%	13.0%	6.9%	8.3%	1.4%	119.6%
	♀	14.2%	0.0%	0.6%	2.6%	11.6%	9.0%	450.9%
ヒラタクワガタ	全体	17.0%	-	8.5%	13.6%	41.7%	28.1%	307.1%
	♂	25.4%	-	4.4%	19.4%	41.7%	22.3%	215.3%
	♀	6.5%	-	10.6%	8.5%	41.7%	33.1%	489.1%

※ヒラタクワガタの平成26年は実験個体0匹のためデータなし

屋外の観測史上1位の暖冬となった気温の影響は室内の温度にも及んでいて、今回の温度と過去3年分の平均温度との差は1.4℃高いものであった（表1-2、表1-3、グラフ1、グラフ2）。

成虫の活動個体比率を今回と過去3年分の平均値と比較するとオオクワガタは今回10.0%で過去3年分平均値の290.4%で約3倍に増加となり、コクワガタは今回10.0%で過去3年分平均値の196.2%で約2倍に増加、ヒラタクワガタは今回41.7%で過去3年分平均値の307.1%で約3倍に増加していて、3種類とも2倍から3倍の増加となった。

表1-2 浜松市年別冬(12~2月)平均気温 出典:気象庁

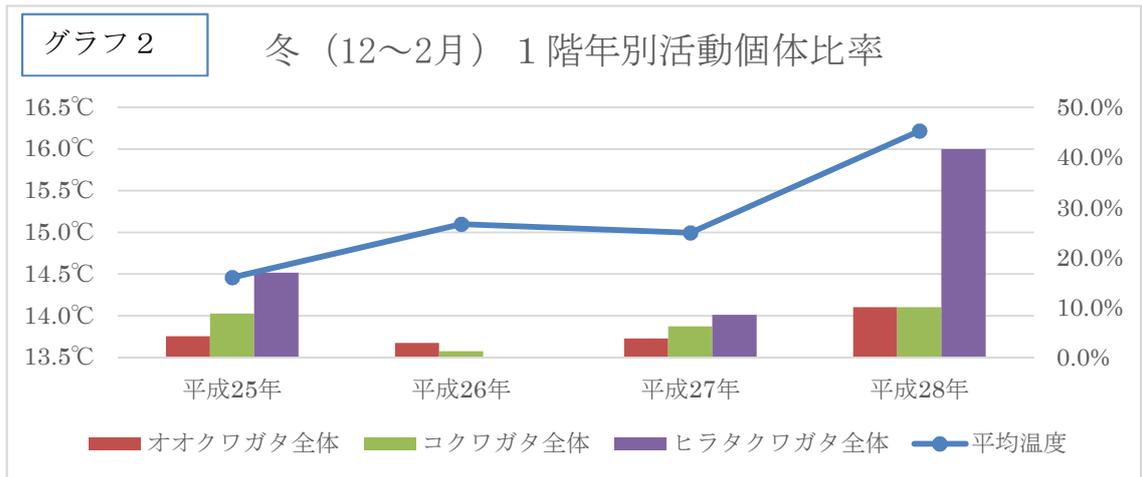
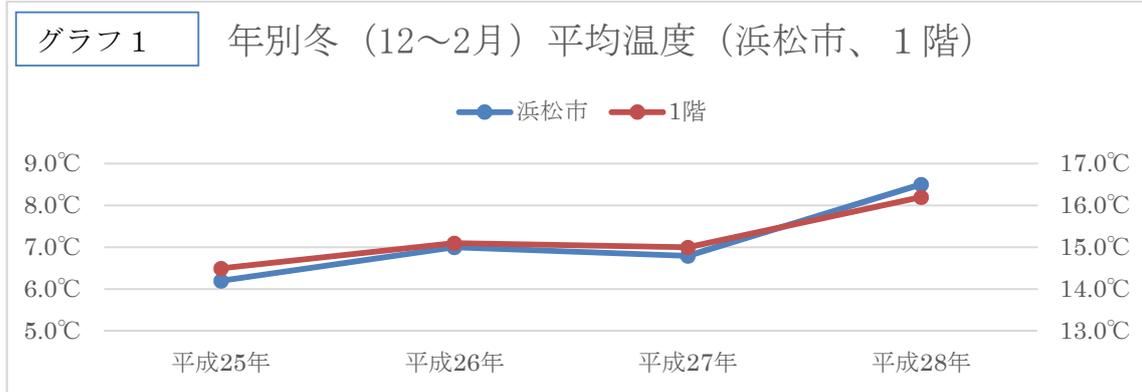
年	冬(12~2月)	前年12月	1月	2月
平均気温	6.9℃	8.4℃	5.9℃	6.5℃
平成25年	6.2℃	7.0℃	5.4℃	6.1℃
平成26年	7.0℃	7.6℃	6.3℃	7.0℃
平成27年	6.8℃	6.9℃	6.5℃	6.9℃
平成28年	8.5℃	10.7℃	7.0℃	7.7℃

平均気温より1.0℃以上高い温度
平均気温より1.5℃以上高い温度
平均気温より2.0℃以上高い温度

表1-3 1階年別冬(12~2月)平均温度

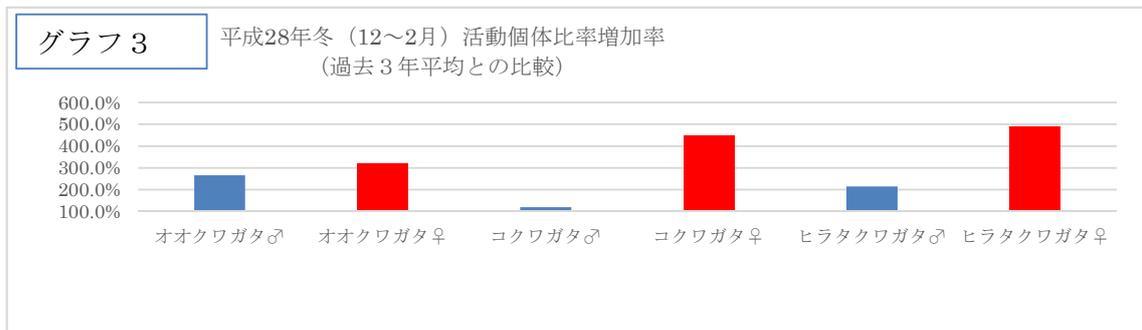
年	冬(12~2月)	前年12月	1月	2月
過去3年平均	14.9℃	15.1℃	14.5℃	15.0℃
平成25年	14.5℃	14.7℃	14.0℃	14.7℃
平成26年	15.1℃	15.5℃	14.6℃	15.2℃
平成27年	15.0℃	15.0℃	14.9℃	15.1℃
平成28年	16.2℃	17.5℃	15.2℃	15.8℃

過去3年平均は平成25年~平成27年
過去3年平均より1.0℃以上高い温度
過去3年平均より2.0℃以上高い温度



また、種類別に比較した活動個体比率は、ヒラタクワガタ約40%でオオクワガタ10%やコクワガタ10%を大幅に上回る活動個体比率となった。

性別の活動個体比率では、3種類とも♀(オオクワガタ332.4%、コクワガタ450.9%、ヒラタクワガタ489.1%)の方が♂(オオクワガタ265.7%、コクワガタ119.6%、ヒラタクワガタ215.3%)よりも大きな増加率となった(グラフ3)。



(2) 20年後を想定した1.5℃程度の温暖化が幼虫の成長に与える影響を調べる。

気象庁の資料では、日本の気温は1990年から2010年の20年間で約1.5℃上昇していて今後もこのペースで気温の上昇が続くものとしていることから、20年後の地球温暖化を想定した1.5℃

程度の温度差（1階と2階）で幼虫を飼育した場合、温度差が幼虫の成長に与える影響を調べる。

ア 方法

ノコギリクワガタの幼虫 21 匹、トカラノコギリクワガタの幼虫 6 匹をそれぞれ 1 階（11 匹、3 匹）と 2 階（10 匹、3 匹）に分けて木くずマットを詰めたプラスチックボトルφ95×H170 mmに入れ平成 27 年 9 月 13 日から平成 28 年 7 月 16 日まで飼育する。

イ 結果

実験期間中の平均温度は、1 階が 21.2℃、2 階が 22.6℃で温度差は 1.4℃であった。

成虫の体長については、ノコギリクワガタ、トカラノコギリクワガタ共に、性別にかかわらず 2 階の方が 1 階よりも大きく（平均体長 2 階と 1 階の比較：ノコギリクワガタ♂106.6% ♀103.1%、トカラノコギリクワガタ♂125.2%♀107.2%）成長している結果となった。

蛹化や羽化の時期については、観察可能であったノコギリクワガタについては 2 階も 1 階も平成 28 年 5 月 28 日には全て蛹化していて、平成 28 年 6 月 19 日には全てが羽化していてほとんど時期に差が無い結果になった（表 2-1、表 2-2 は略）。

表 2-1 ノコギリクワガタ幼虫一覧表

No	性別	場所	幼虫体重							形態：▲幼虫、○蛹、●成虫							成虫体長	
			9/13	9/26	10/18	12/13	1/11	2/21	3/21	4/29	5/7	5/14	5/21	5/28	6/5	6/11		6/19
1	♂	1階	0.2g		0.9g	4.1g	4.1g	4.7g	5.0g	▲	▲	▲	○	○	●	●	●	48.37mm
2	♂	1階	0.2g		1.0g	5.7g	5.9g	5.8g	6.5g	▲	▲	▲	▲	○	○	●	●	53.22mm
3	♂	1階	0.1g		1.1g	5.8g	6.2g	6.7g	7.2g	▲	▲	▲	▲	○	○	●	●	61.47mm
4	♂	1階	0.2g		1.2g	6.7g	7.5g	8.1g	8.7g	▲	▲	▲	▲	○	○	●	●	60.93mm
5	♂	1階	0.1g		1.0g	6.8g	7.0g	7.3g	7.7g	▲	▲	○	○	○	●	●	59.37mm	
6	♂	1階		0.5g	2.0g	7.3g	7.2g	7.7g	8.1g	▲	▲	▲	○	○	○	●	●	60.17mm
7	♀	1階	0.2g		0.5g	3.5g	3.4g	3.5g	3.6g	▲	▲	▲	○	○	○	●	●	33.04mm
8	♀	1階	0.1g		0.2g	3.4g	3.5g	3.8g	3.7g	▲	▲	○	○	○	●	●	33.07mm	
	♂	平均 ①			1.2g	6.1g	6.3g	6.7g	7.2g								57.26mm	
	♀	平均 ②			0.4g	3.5g	3.5g	3.7g	3.7g								33.06mm	
9	♂	2階	0.2g		0.2g	5.7g	7.0g	8.6g	8.9g	▲	▲	▲	▲	○	○	○	●	61.48mm
10	♂	2階	0.1g		0.1g	5.3g	6.2g	7.2g	7.8g	▲	▲	▲	▲	○	○	●	●	56.13mm
11	♂	2階	0.2g		1.0g	8.5g	9.6g	10.2g	10.4g	▲	▲	▲	○	○	○	●	●	65.47mm
12	♀	2階	0.1g		1.0g	4.0g	3.7g	3.7g	4.1g	▲	▲	○	○	○	○	●	●	34.20mm
13	♀	2階	0.1g		0.2g	4.1g	4.3g	4.6g	4.5g	▲	▲	○	○	○	○	●	●	33.72mm
14	♀	2階	0.1g		0.9g	4.4g	4.5g	4.7g	4.7g	▲	▲	▲	○	○	○	●	●	34.32mm
15	♀	2階	0.1g		0.6g	3.8g	3.6g	3.8g	4.1g	▲	▲	▲	▲	○	○	○	●	33.49mm
16	♀	2階	0.1g		0.0g	1.5g	2.9g	3.7g	3.9g	▲	▲	▲	○	○	○	●	●	33.28mm
17	♀	2階		0.4g	1.4g	4.5g	4.2g	4.2g	4.4g	▲	▲	▲	○	○	○	●	●	35.55mm
	♂	平均 ③			0.4g	6.5g	7.6g	8.7g	9.0g								61.03mm	
	♀	平均 ④			0.7g	3.7g	3.9g	4.1g	4.3g								34.09mm	
	♂	③÷①			36.1%	107.1%	120.3%	129.0%	125.5%								106.6%	
	♀	④÷②			195.2%	107.7%	112.1%	112.8%	117.4%								103.1%	

(3) 2100 年を想定した 4.8℃程度の温暖化が幼虫の成長に与える影響を調べる。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第 5 次評価報告書（2014）で予想する 2100 年の平均気温は、最悪のシナリオの場合には最大 4.8℃上昇すると発表していることから、発表とほぼ同じ 4.8℃程度の温度差（屋外と 1 階）で幼虫を飼育した場合、温度差が幼虫の成長に与える影響を調べる。

ア 方法

クワガタの幼虫 20 匹を屋外 10 匹と 1 階 10 匹に分けて木くずマットを詰めたプリンカップ φ100×H80 mmに入れ平成 28 年 2 月 13 日から平成 28 年 7 月 10 日まで飼育する。

イ 結果

実験期間中の平均温度は、1 階が 22.0℃、屋外が 17.9℃で温度差は 4.1℃であった。

幼虫の平均体重の増加率を性別に比較したところ、性別にかかわらず 1 階の幼虫は増加率が減少していて、屋外の幼虫は増加率が増加している結果となった。

蛹化や羽化の時期については、蛹化の平均が 1 階の個体で平成 28 年 4 月 17 日、屋外の個体が平成 28 年 6 月 4 日であり、羽化の平均は 1 階の個体で平成 28 年 5 月 7 日、屋外の個体が平成 28 年 6 月 18 日であり、性別に関係なく蛹化及び羽化共に 1 階の個体が屋外の個体より 1 ヶ月半程度早くも変態が始まる結果となった。

成虫の体長については平均体長で、1 階の個体は♂が大きく屋外の個体は♀が大きい結果に

なった。

(4) 最高温度日の生息状況を調べる。

最高温度日は、平成28年7月4日午後8時30分の33.0℃であり、実験結果は19匹中7匹が死亡し3種類のクワガタムシとも死亡する個体がいり、生存率は63.2%となった。

(5) オオクワガタの成虫の寿命を調べる。

蛹から羽化した成虫を取り出した日を記録している個体11匹の内、死亡した個体は6匹で、平均生存日数は1,039日となっていて約3年で、さらに5匹が平成28年8月5日でも生きていて3年を超えて生存し続けている。

(6) 生息環境の違いにより冬眠行動の温度に変化があるのか。

冬眠行動は、産卵木を入れた飼育ケースの方が産卵木を入れない飼育ケースよりも早くから冬眠状態に入り、産卵木を入れない飼育ケースの方が産卵木を入れた飼育ケースよりも早くから冬眠から目覚めることが分かった。

(7) 冬眠行動は時間の経過によるのかそれとも温度の低下によるものなのか。

実験期間中（9月から7月）の1階と2階の温度差は平均1.4℃で2階の方が高く、月別で見ると温度の高い2階の方が実験期間中の全ての月で活動個体比率が1階よりも高い結果となり温度の低下によるものであることが分かった。

(8) 活動可能温度と冬眠行動はどのような関係があるのか。

平成28年2月6日午前7時に4.9℃の屋外の低温で活動できない状態の個体が、温度の上昇により活動を始めるまでを実験した結果、クワガタムシの活動可能な最低温度は種類により差があるものの6.2℃~9.7℃付近が活動可能な最低温度であることが分かった。

一方、クワガタムシの冬眠に入る温度と冬眠から目覚める温度は、4年間のデータを合算した研究結果から種類により温度に差があるものの薄いマットを敷いた飼育ケースの場合の冬眠に入る温度が14.5℃~17.0℃、冬眠から目覚める温度が14.5℃~17.0℃であるため、活動可能な最低温度よりもいずれも高いことが明らかになった。

このことからクワガタムシは低温で活動できなくなって冬眠するのではなく、活動可能な温度であるにもかかわらず冬眠をしていることが分かった。

この結果からクワガタムシの冬眠行動は、秋の温度の低下が引き金となって、冬眠を促す何らかの物質が体内に分泌されて冬眠が始まり、春の温度上昇が引き金となって、冬眠を促す何らかの物質が分泌されなくなって冬眠から目覚めるのではないかとと思われる。

3 結論

この冬の暖冬の影響は、活動個体率の著しい上昇となって表れていてオオクワガタ、コクワガタ、ヒラタクワガタの種類を問わず冬眠に入る個体が減少した。また、性別に関係なく活動個体比率は上昇していて、特に3種類とも♀の上昇率は♂を大きく上回るものであった。活動が遅い時期まで続くことで、天敵に襲われる確率が高まり、本来は冬眠して来年まで生存する個体が減少してしまうことで、来年の繁殖活動する個体数の減少に伴い産卵数が減少して種の衰退に繋がると考えられる。オオクワガタのように翌年にならないと成熟して産卵しない種類もあることから♂を上回る♀の活動個体比率の上昇は産卵する個体の減少に直結するだけに問題が大きいと考えられる。

(3)の結果からは、幼虫の成長については、蛹化や羽化になる時期が1ヶ月半早まり小型の成虫になることが分かったが、室内1階の温度の高い条件では、蛹が蛹室内でカビが生えてしまい死亡するものも多く、はっきりとは分からないが温暖化の影響なのかも知れない。

また、上記(1)~(3)以外に五つのテーマについて研究を行い、その中の一つである35.0℃以上の高温状態の環境に置かれた状況では、死亡する個体も多数あった。

今回の研究で、地球温暖化はクワガタムシの種の存続の危機に繋がるものと予想され、今後人類にも影響が及ぶことを暗示しているのかもしれないと考えられる。クワガタムシの生存できる環境を守ることが、人類の暮らしを守ることに繋がると思う。