

セミの羽化 5

～複数個体での羽化場所選びにおける行動特性ほか～

静岡市立南中学校

2 年 白鳥紗羅

1 はじめに

セミの研究を始めて 5 年目になる。これまでに、セミが好む羽化角度について（2014 静岡市児童生徒自由研究コンクール優秀賞）、360° どの角度でも羽化できるのかについて（2015 自然科学観察コンクール（シゼコン）入賞）、羽化時の明るさに対する反応について（2016 静岡県学生科学賞県科学教育振興委員会賞）、好んで選ぶ羽化場所の条件について（2017 静岡県学生科学賞県科学教育振興委員会賞）を調べた。今年は、昨年の実験時に気になったことを追実験するとともに、今後の野外調査に必要なデータを得るための調査をした。

2 複数個体での羽化場所選びにおける行動特性

（1）はじめに

昨年の実験では、クマゼミとアブラゼミを各 2 台の羽化台に每晚 1 個体ずつ放し続けてできた羽化場所の偏りから、好きな羽化場所について調査した。その結果、まっすぐ上に登り、その中で明るさの条件が合っていて、登りやすい枝の先端部（自然環境下では、より明るい位置）を選んで羽化すること、その時にそこに抜け殻があれば、その近くを好んで羽化場所を選ぶことが分かった。明るさの条件としては、一昨年分かった、「どちらのセミも自然程度の暗さの時は明るい場所を選ぶが、クマゼミは明るさに敏感で明るすぎる場所を避け、明るすぎると羽化せず（50 ルクス程度以上）、アブラゼミは明るい場所を好み、明るくても羽化する（300 ルクス程度）」という条件と合っていた。

多くの幼虫がいると邪魔し合って羽化場所が決まらない（2016 の実験より）ことから、本当に好きな羽化場所を探るために 1 日 1 個体ずつでの実験をしたが、逆に羽化できる程度の集団で羽化させたら競争が起こり、強い個体がよりよい場所を選んだりして、羽化場所を選ぶ条件が変わるのかが気になった。そこで今年は、昨年と同様の枝の多い羽化台で、同時に複数の幼虫を放して羽化させて、どのような羽化場所選びが見られるかを検証することにした。そして、どんな個体が羽化台のどこで羽化したかを分析し、行動特性について考察することを試みた。

（2）方法

羽化場所を決める前の幼虫を各日、クマゼミ実験用、アブラゼミ実験用に各 3～4 個体、混合用に各種 1 個体ずつ採集した。体重測定後、羽化台の根元四方向から毎回場所をずらして放した。

クマゼミ実験用とアブラゼミ実験用の幼虫には、4 桁の個体番号を付けた。クマゼミは 1xxx、アブラゼミは 2xxx とし、実験回をその後に 2 桁で示し（x01x～）、一番重い個体を xxx1、軽い個体を xxx4、その間の個体を重い順に xxx2、xxx3 と付け、3 個体しか採集できなかった日は xxx3 を欠番とした。混合用には、実験の回に種の名前を付け（例：3 クマ＝3 回目のクマゼミ）、個体名とした。

羽化台は、地面から垂直な約 90cm の幹に約 40cm の枝を約 45° の角度で、約 4 cm ずつ下げながら時計回りにらせん状に 4 列 4 段、合計 16 本取り付けて作った。枝には上から順に枝 1、2、3、・・・16 と番号をつけ、クマゼミ用（羽化台 A）、アブラゼミ用（羽化台 B）、混合用（羽化台 C）を準備し、実験期間中常設した。屋外に施設照明が 2 種類あり、実験の時間帯に点灯（2 種類同時、または決まった 1 種類のみ）する日と消灯する日があり、点灯日は数枝に直接光が当たった。各照明日の照度は結果の図に併記した（図 3、省略）。

幼虫の行動を観察し、各個体の羽化場所を記録した。

(3) 結果

各羽化台の実験結果を、個体番号を付記して写真に示し(図3、省略)、表にまとめた(表省略)。

クマゼミとアブラゼミについて、各列の一番上の枝(頭頂部の枝1~4)で羽化した個体の割合(図6、9)と枝の先端部(先から10cm)で羽化した個体の割合(図7、10)を、全体と、大きさ(個体番号末尾)別に算出し、2017年の各羽化台の全体の結果とあわせて比較した。また、各羽化台の光が直接当たる場所で羽化した個体の割合を、外部照明が2種類点いた日、特定の片方だけ点いた日、点かなかった日に分けて算出し、同様に比較した(図8、11)。



図3 クマゼミの実験終了後の羽化台Aの様子

設置場所と別の場所で、設置時に外側だった方向から撮影した。

中央: 全量。数字は枝の番号。

光は照明点灯時に光が直接当たる枝、先光は枝先に当たる枝、明は月灯時に明るめの枝。

施設照明2極点灯時: 光(赤字)4.3~7.9 lx、その他0.8~2.3 lx。

施設照明1極点灯時: 光(赤字)2.4~3.0 lx、その他0.7~1.4 lx。

施設照明月灯時: 光(黄字)0.5~1.4 lx、その他0.1~0.5 lx。

左上: 左奥列、右上: 右奥列、左下: 左前列、右下: 右前列。

白い数字は枝番号、黒い数字は個体番号(先頭種番号を省略)。

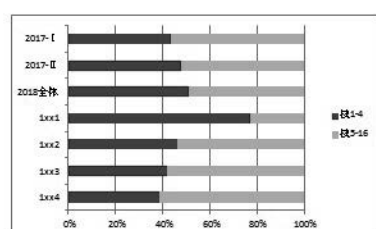


図6 クマゼミが頭頂部の枝で羽化した割合
各枝列の最上段、枝1~4を頭頂部の枝とした。

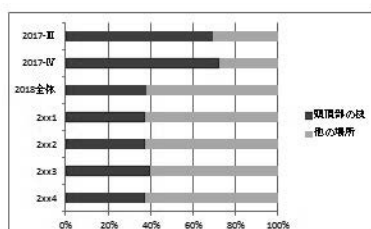


図9 アブラゼミが頭頂部の枝で羽化した割合
各枝列の最上段、枝1~4を頭頂部の枝とした。

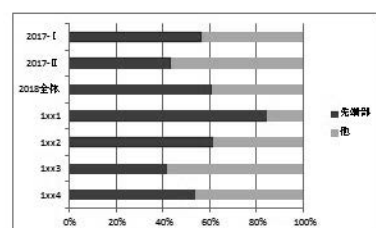


図7 クマゼミが枝の先端部で羽化した割合
枝先から10cm以内の範囲を枝の先端部、その他の場所を中基幹とした。

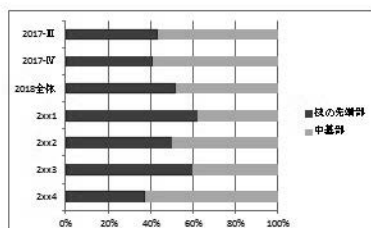


図10 アブラゼミが枝の先端部で羽化した割合
枝先から10cm以内の範囲を枝の先端部、その他の場所を中基幹とした。

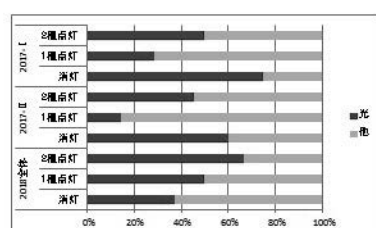


図8 クマゼミが各照明条件下の明所で羽化した割合
実験時の外部施設照明の点灯状況ごとに、比較的時間の長い場所を明所、比較的時間の短い場所を暗所とした。

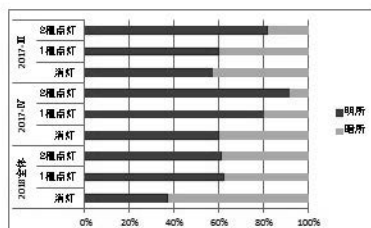


図11 アブラゼミが各照明条件下の明所で羽化した割合
実験時の外部施設照明の点灯状況ごとに、比較的時間の長い場所を明所、比較的時間の短い場所を暗所とした。

クマゼミでは、頭頂部の枝で羽化した割合が高く、その日一番大きかった個体1xx1が著しく高く、1xx4へと順に徐々に低くなった(図6)。枝の先端部も、1xx1では著しく高く、1xx4へと低くなる傾向があった(図7)。光が直接当たる場所で羽化した割合では、昨年と全く異なる結果になった。(図8)

アブラゼミでは、頭頂部の枝で羽化した割合は、昨年より著しく低く、また2xx1から2xx4まで個体の大きさによる違いはほとんどなかった。(図9) 枝の先端部で羽化した割合は、昨年より高く、2xx1から2xx4へと低くなる傾向があった。(図10) 光が直接当たる場所で羽化した割合では、昨年より低かった。(図11)

混合については、同回両種の関係を中心にまとめた(表省略)。比較のためアブラゼミ実験での各実験回他個体の羽化場所との距離の平均を算出したところ、各回の最短距離の平均が26cmで最長距離の平均が58.9cmだった。アブラゼミ全体の平均は44.8cmで混合台の平均54.1cmより短かった。

羽化の観察で気付いたことを箇条書きで記した。(省略。一部の記載。)

- ・クマゼミは、頭頂部の枝で1xx1~1xx3がケンカすることがあった。(表省略)
- ・アブラゼミは譲り合って歩いていた。

(4) 考察

クマゼミもアブラゼミも、選んだ羽化場所の傾向が昨年と大きく変わった。(図6～11)

クマゼミは、頭頂部の枝で羽化した割合が昨年より少し増えた(図6)。これは、他のセミがいることで、より上に行こうとして最上段まで上がった結果と考えている。大きさ別では、各実験日に一番大きい個体だった1xx1が78%で頭頂部の枝で羽化した割合が著しく高く(図6)、体の大きい個体ほど他個体より高く登ろうとすることが分かった。また、観察などから、体が小さい個体ほど、他個体がいると上に上がることを諦めて最初から下の枝を選ぶことも分かった。

また、飛び立ちやすい先端部を選ぶ割合も、全体では少し増えたただけだったが、1xx1が85%と著しく高く、1xx2、1xx3と下がっていくこと(図7)から、体の大きい個体ほど条件の良い羽化場所を選んでいることが分かった。1xx4が先端を取る割合が高かった(図7)のは、そもそも下段の枝を選んでいて、周りにライバルがなく、じっくりと好きな場所が選べたからと考えている。

光が直接当たる場所で羽化した割合は、本来クマゼミが好きな明るさの条件を無視した結果になった(図8)。実験条件から(詳細省略)、好きな光条件よりも頭頂部に上がることを優先して選んでいることを示していると考えた。

また、クマゼミだけに見られたケンカは、体の大きい個体同士(1xx1～1xx3)で起こっていた(表省略)ので、小さい個体はケンカに巻き込まれずに羽化するために下段の空いている場所を選んでいると考えた。

以上より、クマゼミは比較的気性が荒く好戦的で、他個体よりも良い場所を取ろうとする気持ちが強く、体の大きい個体ほど良い場所を取る種であると考えた。これは、クマゼミが他種より体が大きく、羽化場所を巡って争っても負けなかった結果、獲得した性質であると考えている。

アブラゼミは、頭頂部の枝で羽化した割合が、昨年より著しく下がった。また、大きさによる割合の違いも見られなかった(図9)。これは、体の大きさに関係なく、他個体がいることで頭頂部の枝を選ばずに下の枝に分散して羽化したことを示していると考えた。

しかし、先端部を選ぶ割合は少し増加した(図10)。上へ登ることに執着はしなかったものの、飛び立ちやすい先端部は好んで選び、また、クマゼミと同様に体の大きい個体ほど選びやすいことが分かった。

光が直接当たる場所で羽化した割合は、明るい日ほど明るい場所を選ぶという傾向は昨年と同じものの、全体的に低かった(図11)。これは、本来明るい場所が大好きなアブラゼミが、他個体と競合する恐れのある好照明条件の場所を選ばず、空いている場所に分散したことを示していると考えた。

アブラゼミがケンカせず、体の大きさと関係なく道を譲り合うのは、クマゼミより羽化の失敗が多く、体が弱いと思われるアブラゼミが、争いで傷ついて羽化できなくなることを防ぐためと考えた。

以上より、アブラゼミは、穏やかで他個体との争いを避ける種であると考えた。クマゼミと同様に、体が大きい個体が良い場所を選ぶ傾向はあるが、体の大きさを誇示して争う訳ではないことも分かった。これはアブラゼミが、自身より大きく強いクマゼミと競合して羽化することが多く、好戦的な個体は争いに負けて羽化を失敗しやすくなり、穏やかな個体は生き残りやすくなった結果、獲得した性質であると考えている。

混合の実験では、クマゼミが羽化場所を決めてから、アブラゼミがそれを避けて羽化場所を決めているようだった。2種のセミは実験7組中、対面の枝に位置したのが4組、上下に2段離れたのが2組と、離れた場所で羽化することが多かった。また、2種の距離の平均は54.1cmで、アブラゼミ実験の平均44.8cmより長く、アブラゼミ実験の各回で一番離れていた組み合わせの平均58.9cmに近い距離で、各回で一番近かった組み合わせの平均26cmより2倍以上離れていることから、離れた場所を選んでいると考えた。

先の実験で得られたクマゼミとアブラゼミの性質も併せて考えると、アブラゼミがクマゼミを避けて羽化場所を選んだ可能性が高いと判断した。

総合すると、クマゼミはその体の大きさと力の強さゆえに、競争心が強く、力で良い羽化場所を選ぶ傾向があり、アブラゼミは他の大きなセミより弱いがゆえに、怪我のリスクを避けるために、穏やかで譲り合いの精神を持ち、空いているところで良い羽化場所を選ぶ傾向があると結論付けた。

3 幼虫体重と抜け殻腹幅の関係

(1) はじめに

過去の野外調査で多くの抜け殻の付き方を観察してきた。そして、抜け殻の大きさを安定的に測定できるのは腹幅だけであると考えている。そこで、幼虫体重と抜け殻腹幅の相関を調べた。

(2) 方法

前章の実験やデータ外の採集で得たセミの幼虫の体重を計り、羽化後に、デジタルノギスで抜け殻の腹幅を計った。腹幅として腹部の一番広い部分を測定した。クマゼミ雌雄とアブラゼミ雌雄別に分析した。

(3) 結果

測定結果を示した（図省略）。相関図をまとめ（図 16、省略）、種雌雄別の平均値、分布範囲、相関係数（1に近いほど強い相関があると判断できる一般的な係数）を表 7 に示した。

相関図では、クマゼミ雌雄、アブラゼミ雌雄すべてにおいて、正の相関がみられた。（図 16、省略）
相関係数は、クマゼミはどちらも 0.9 以上、アブラゼミはどちらも 0.75 以上だった。（表 7）

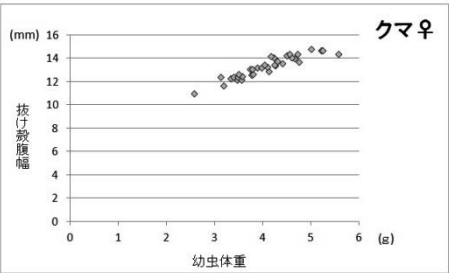


図16 クマゼミメスの幼虫体重および抜け殻腹幅の散布図
腹幅として、腹部の一番広い部分を測定した。

表7 クマゼミとアブラゼミの幼虫体重および抜け殻腹幅の平均と分布範囲および相関係数

		幼虫体重		抜け殻腹幅		相関係数
		平均体重(g)	分布範囲(g)	平均腹幅(mm)	分布範囲(mm)	
クマゼミ	オス	4.03	2.96-5.46	13.03	11.2-14.5	0.92
	メス	4.08	2.58-5.58	13.30	11.0-14.8	0.93
アブラゼミ	オス	2.70	1.99-3.24	10.45	9.6-12.1	0.76
	メス	3.08	2.55-3.86	11.31	10.5-13.1	0.78

(4) 考察

クマゼミは、大きさに違いがあっても、比較的似たような体形であることが分かった。相関図で正の相関がみられ（図 16、省略）、相関係数が 0.9 以上だった（表 7）ことから、かなり強い正の相関があると判断した。比較するとアブラゼミは、体格に個性があることが分かった。しかしアブラゼミも、相関図で正の相関がみられ（図省略）、相関係数 0.75 以上だった（表 7）ので、強い正の相関があると判断した。

今後自然環境下の調査において、抜け殻の腹幅を測定することで幼虫の大きさを判断できると考えた。

4 感想

今年は、セミの出現数が過去五年で一番少なかった（白鳥舜（著者兄）のデータ 2014～2018 より）上に、豪雨や台風に見舞われて、計画していた回数の実験が出来なくて苦労した。しかし、選ぶ羽化場所の条件が、一個体でのんびり選ぶ場合と競争相手がいる場合とで変わることが分かり、種による行動（性質）の違いも明らかにできたので、とても満足している。また観察の中で、同種の中にも一匹一匹に個性があることに気付いた。乱暴なクマゼミも、優しいアブラゼミも、みんなが共存できる環境を守っていけるといいなと思う。

5 謝辞

この研究では、宮竹小学校から照度計を、南中学校からデジタルスケールを貸していただきました。卒業後も協力して下さった鈴木団先生はじめ宮竹小学校の先生方、および南中理科担当の吉田壮登先生、三ツ井涼先生はじめ南中学校の先生方ありがとうございました。