

セミの幼虫年数について

静岡県立清水東高等学校
自然科学部生物班 3 年 白鳥舜

1 要旨

セミの生態については、幼虫期の地下生活の観察が困難なこともあり、調査や研究が充分に行われておらず未知のことが多い。幼虫年数についても未だ確定されておらず、解明のために多くのデータの蓄積が必要な状況である。

そこで、成虫の大量出現の周期から幼虫年数を予測するという手法を用いた宮竹神社のクマゼミとアブラゼミの幼虫年数特定を計画し、抜け殻採集調査を 7 年前に始めた。現在までに、両種とも周期の確認には至らなかったが、周期の指標となり得る抜け殻採集数の推移（増減）が得られた。

しかし、両種の抜け殻採集数の推移（増減）が類似することから、幼虫年数は調査地ごとに固定されているのではなく、何らかの要因によって変化して、成虫の出現の多い年と少ない年ができるのではないかと考えた。そして、日照条件で分けたエリア別の抜け殻採集数の推移が、植生も異なる全エリアで総数の推移と同じ傾向だったことから、この調査地では土壌乾燥や植生の影響による幼虫年数のばらつきは少ないと考えた。そこで、羽化前年の気象条件と比較し、気象条件によって幼虫年数にばらつきが出る可能性を見出し、羽化前年秋の降水量が少なければ出現が多く、多ければ出現が少なくなる可能性があると考えた。

2 研究目的

セミの研究をはじめて 8 年目になる。セミは世代時間が長く、飼育や幼虫の地下生活の観察が困難なこともあり、調査や研究が充分に行われておらず、その生態について未知のことが多い（林、税所 2015）。

静岡市街地でも毎年多く見られるクマゼミやアブラゼミについては、夏に樹皮の内側に産卵し、次年の梅雨時に孵化して地中に潜り込んで木の根に取り付き、その汁を吸いながら、羽化のために地上に出てくるまでの数年間を大きく移動せずに過ごし、初夏に地上に出て羽化して成虫になり産卵するという生活環であることが広く知られている。北アメリカ大陸に分布する 17 年ゼミや 13 年ゼミといった周期ゼミは、出現周期から幼虫年数が確定されている一方、毎年成虫が出現する種については、自然環境下での地中の観察が困難なため幼虫年数は確定されておらず、クマゼミもアブラゼミも 5 年程度と考えられてきた（橋本 1977、1979）。しかし植木鉢による飼育ではクマゼミ、アブラゼミ、ミンミンゼミが 2～5 年であったという報告があり、近年では生育環境や生育地によってばらつきがあるのではないかと考えられており（林・税所 2015）、その正否も含めた解明のために多くのデータの蓄積が必要な状況である。

幼虫年数特定が困難な毎年出現する種については、成虫の大量出現周期を突き止めることで幼虫年数を予測するという手法がこれまで用いられてきた。この手法は、成虫の出現数には年によってばらつきがあり、成虫が大量出現した年に多く産卵してその子の代に当たる数年後にまた大量出現が見られ、少ない出現の年には産卵数が減りその子の代に当たる数年後にはまた出現が少なくなることが予測されることに基づいている。

研究が比較的進んでいるアブラゼミでは、梅雨に孵化した幼虫はその年の秋に 2 齢になり、3 齢、4 齢を経て数年後の秋に 5 齢（終齢）となり、次の夏に地上へ出て羽化し成虫になると言われている（橋本 1977、1979）。そこで、幼虫年数の短縮や延長を決めるのは羽化する年の気候ではなく、2～

4 齢の期間の生育環境（栄養状態や土壌状態、気候など）ではないかと思われる。同一調査地内でも付いた木によって幼虫年数にばらつきがある可能性も否定できないが、土壌と気候が同じであることから同じ幼虫年数になるのではないかと考え、自分の調査地での幼虫年数を解明しようと実験を計画した。

他のテーマ“羽化時期決定要因”（2018 静岡県学生科学賞県科学教育振興委員会賞、2019 山崎賞）、“抜け殻が軟らかくなる原因”（2019 静岡県学生科学賞県科学教育振興委員会賞）などと並行して、2014 年から幼虫周期解明のための調査を継続している。抜け殻の採集数から成虫の出現数の傾向を得るために同じ条件（場所、方法、採集周期）での採集を続ける必要があるため、2014 年に実現可能な条件を設定して調査を開始し、2020 年現在 7 期目の採集を終了した。周期の確定にはまだ早い、高校生としての調査が終わるこの機会に幼虫年数の謎に挑もうと思った。

3 研究方法

静岡市駿河区の宮竹神社（約 750 m²・立ち入り禁止のため除外した区域 150 m²を含む）（図 1 省略）で、セミの成虫出現期間に週に一度、地上から高さ 3.5m までのクマゼミとアブラゼミの抜け殻を全て採集し、それぞれの種で雌雄を分けて集計した。概ね 6 月中旬頃までに調査エリアに前年の抜け殻の残りが無い事を確認し、6 月下旬ごろから調査を始め、初めて抜け殻を採集した週から、二週続けて抜け殻が採集できなくなった週までを、成虫出現期間とした。セミの日々の羽化数はその日の天候によって左右される上、降雨や風、鳥、人などによって抜け殻が落下することもあるため、毎朝の採集が理想的だが、年に 4 ヶ月近くの期間を 10 年以上継続調査することを考えて、週に一度の採集計画を立てた。また、樹高は高く、3.5m（虫取り網で届く範囲）より高い場所で羽化する個体も多いが、同様の理由で範囲を設定した。調査地の全ての抜け殻を採集することは不可能だが、同じ条件で長く続けることで、成虫出現数の増減の周期は探れると考えている。

（1）抜け殻採集数の経年推移

採集した抜け殻の種別総数および雌雄別総数を集計した。

（2）抜け殻採集数の時期推移

採集した抜け殻の調査日毎の各種の雌雄別総数を集計した。クマゼミ雄、クマゼミ雌、アブラゼミ雄、アブラゼミ雌はそれぞれ出現時期が異なるので、各種雌雄別のグラフを作成した。

（3）エリア別抜け殻採集数の経年推移

調査地から、一日中日当たりが良いエリア 1、木漏れ日程度が多いが日当たりも良いエリア 2、西日が差すが日当たりが悪いエリア 3 の、植生も土壌の湿り具合も異なる 3 区域を日照条件で選出した。

採集した抜け殻のエリア別の種別総数を集計した。エリア別採集は、前述羽化時期決定要因の研究のために 2016 年～2020 年に実施した。ただし 2016 年のエリア区分は他年と異なるため、エリアを更に細分化した 2017～2020 年のデータは、2016 年のエリア区分に合うように合算して集計した。また、2016 年エリア 1 とエリア 3 には、他年の同エリアに含まれない社（やしろ）前面の区域が分割して入っており、2016 年エリア 1 とエリア 3 の採集数は、毎年の傾向から予測すると本来より 5～10 個程度多いと考えられる。

また、調査地にはこの 3 エリアに含まれない区域もあるので、3 エリアの合算は（1）の採集総数とは一致しない。

（4）抜け殻採集数の推移と気象データの比較

採集前年 8 月～採集当年 7 月の一年間を採集年分の気象データとして、静岡地方気象台の月平均気温、月合計降水量、月合計日照時間のデータ（気象庁 HP）を引用し、抜け殻総数の推移と比較した。（1）で両種揃って抜け殻採集数が少なかった 2018 年と 2020 年を指標とし、両年が揃って他年から突出する気象データを探した。

4 結果と考察

(1) 抜け殻採集数の経年推移

7年間の抜け殻採集数の推移を図2に示す。

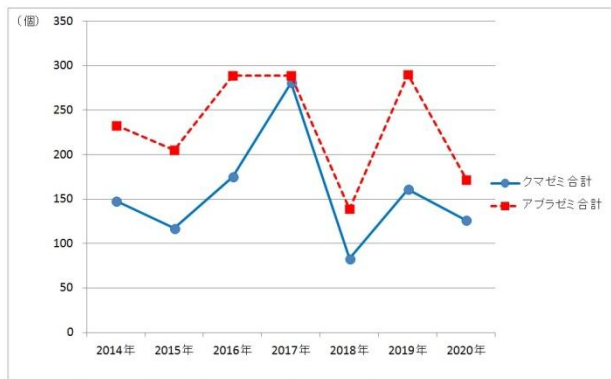


図2 宮竹神社における採集した抜け殻総数の推移
高さ約3.5mまでに付いていた抜け殻を週に一度全て採集した。

- ・クマゼミは2017年に非常に多く、2018年に最も少なく、次いで2015年、2020年に少ない。
- ・アブラゼミは2016年、2017年、2019年に多く、2018年、2020年に少ない。
- ・2018年と2020年は両種共に少なく、2017年は両種共に多い。

クマゼミ（図3省略）とアブラゼミ（図4省略）の雌雄別の抜け殻採集数の推移を示したところ、両種とも、雌雄共に総数（図2）と同様の推移だった。（図3、4省略）

2020年は、幼虫年数が5年だった場合に2014年の成虫の子の代が出現する年に当たるが、両種とも現在の段階では周期は確認できなかった（図2）。採集数から見ると、現状クマゼミでは4年、5年の可能性が残り、アブラゼミでは4年、5年の可能性が低いと考えられる。しかし、クマゼミでは、2017年が非常に多く、翌2018年にとても少なかったという採集数の推移が特徴的であり、数年後にこの増減が繰り返されれば周期の確認ができると考えている。アブラゼミでは、2017年に多く、2018年に少なく、2019年にまた多くなるという推移が同様に周期の指標になるのではないかと考えている。

しかし、年による増減の傾向が両種で似ている（図2）ことに気付き、この調査地の幼虫年数は固定されたものではなく、何らかの条件によって幼虫年数を前後させながら、良い年に合わせて出現し、悪い年には出現しないのではないかという疑問を持った。

(2) 抜け殻採集数の時期推移

各年の各種雌雄別の時期による羽化数推移を示す（図5、図6～8省略）。

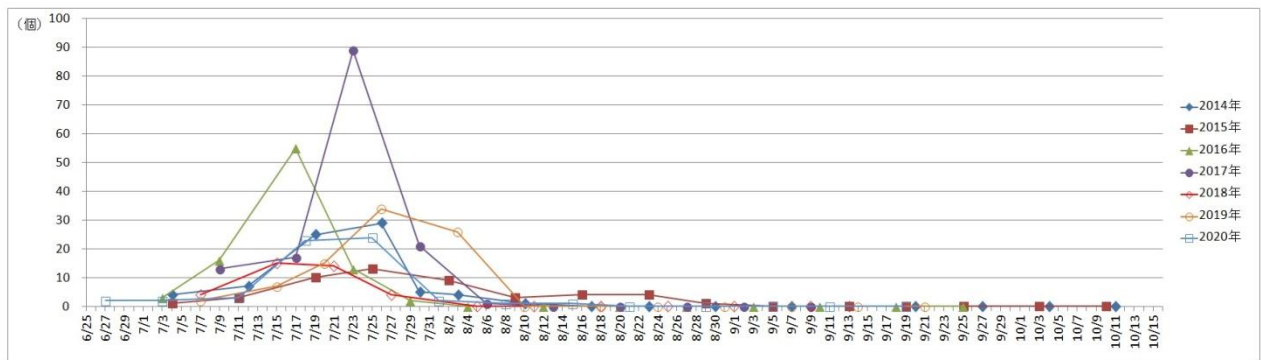


図5 宮竹神社におけるクマゼミ雄の抜け殻の各年の採集数推移
高さ約3.5mまでに付いていた抜け殻を週に一度全て採集した。

- ・抜け殻採集数の多さと出現期間の長さに明確な相関は見られない。

分布は、母数が多くなると山全体が大きく山頂は高くすそ野が広がる形を示すことが多いが、抜け殻採集数と採集時期においてはその傾向は見られず、出現数の多さと出現期間の長さに相関は見られなかった（図5、図6～8省略）。そこで、あくまでも出現の条件が揃った時に一斉に出現していることを示唆していると考えた。

(3) エリア別抜け殻採集数の経年推移

クマゼミの総数およびエリア別抜け殻採集数推移を図9に示す。



図9 宮竹神社のクマゼミのエリア別抜け殻採集数の推移

3区域を日照条件で選出し、日照の多い方からエリア1～3とした。
総数は、エリア1～3およびその他のエリアの合算。
高さ約3.5mまでに付いていた抜け殻を週に一度全て採集した。

・採集数は、エリア1が最も多く、次いでエリア2、3の順に多い。

・年による採集数の増減の傾向は、3エリアとも総数と似ている。

アブラゼミの総数およびエリア別抜け殻採集数推移を示したところ、採集数はエリア2、1、3の順に多い傾向で、採集数の増減の傾向は、3エリアとも総数と似ていた。（図10省略）

エリア1～3の各エリアは、日照条件が異なり、また植生も土の湿り具合も異なる。しかし両種共に全エリアで羽化数推移の傾向が類似して（図9、図10省略）、日照条件や樹木の種類、土壌の湿り具合による幼虫年数のずれはあまり見られない可能性が高いと考えた。

クマゼミでエリア1、アブラゼミでエリア2の採集数が多いことは、クマゼミが乾いた日向を、アブラゼミが湿った日陰を好むという過去の経験測と矛盾が無く、これが原因であると考えられる。

(1)で両種の増減の傾向が似ている（図2）ことに気付き、まずは採集方法の不備によるものを疑った。週1度の採集では、途中で強風や人為的除去などがあれば採集数は減るし、3.5mまでの採集では、もし何らかの影響で羽化場所が高くなることもあるならばその影響が出た時に採集数が減るからだ。しかし、各年の採集数推移のデータにも不自然なものではなく、長期に渡る調査によってリスクは分散軽減されていると考えられるので、採集方法の不備が主な原因ではないと考えた。そこで、幼虫年数は調査地ごとに固定されているものではなく、環境条件によって前後している可能性があると考ええるようになった。

終齢になった幼虫は、地中で目の機能の完成など成虫になるための準備を進めて、条件の整った夏の夜に地中から出て羽化をするので、羽化の前のいずれかの時期に羽化を前倒しもしくは先送りにする要因が存在するのではないかと考えた。そして、(3)で植生などによる幼虫年数のずれは少ない（図9、図10省略）と思われたことから、幼虫の栄養状態よりも気候条件に起因して幼虫年数が変わるのではないかと考えた。そこで、羽化前一年間の気象条件を比較し、両種共に採集数が少なかった2018年と2020年（図2）を指標に、この両年が他年より突出しているデータを探した。

(4) 抜け殻採集数の推移と気象データの比較

気象庁静岡地方気象台の各採集年分（前年8月～当年7月）の月平均気温を示したところ、2018年と2020年が揃って他年より突出するデータはなかった。（図11省略）

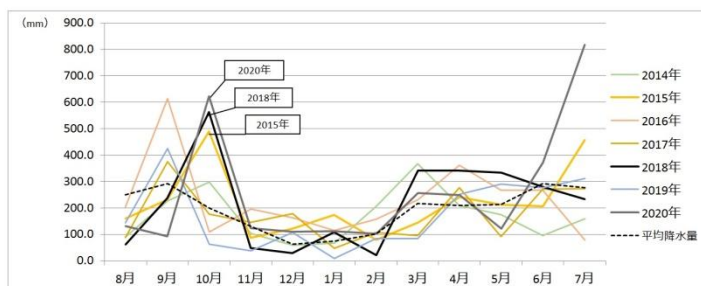


図12 静岡市の月合計降水量

各年データとして、採集の前年8月～当年7月までの一年を表した。
（例：2014年は、2013年8月～2014年7月のデータとなる）
平均降水量は、1981年～2010年の各月合計降水量の平均値。
データは、気象庁HPより引用した。

気象庁静岡地方気象台の各採集年分（前年8月～当年7月）の月合計降水量を図12に示した。

・10月の降水量が、2018年と2020年が他年より多く、次いで2015年が多い。

・10月の降水量が、2016年、2017年、2019年が平均より少ない。

気象庁静岡地方気象台の各採集年分（前年8月～当年7月）の月合計日照時

間を示したところ、10月の日照時間は2017年、2018年、2020年に少なく、2016年、2019年に多かった。(図13省略)

両種共に採集数が少なかった2018年と2020年(図2)は、羽化前年10月の降水量と日照時間が揃って突出している(図12、図13省略)ことが分かった。しかし、日照時間は、降水量が増えるのと減る傾向があり、また三番目に日照時間が少なかった2017年が多い出現の年だった(図2、図13省略)ことから、直接的な原因ではないと考えた。一方降水量は、三番目に多かった2015年はやはり少ない出現の年であり、逆に一番少なかった2017年が多い出現の年で、次いで多い2016年は、アブラゼミの多い出現の年であり(図2、12)、強い関連が見いだせた。そこで、羽化前年の10月の降水量が、羽化数に影響しているのではないかと考えた。

両種の幼虫は終齢までに5回脱皮するが、自然環境下では、最後の脱皮は羽化前年の秋に行う(橋本1977、1979)と言われている。そこで、10月の降水量が多いと脱皮を一年先送りして4齢のまま越冬し翌々年の夏に羽化することになり、降水量が少ないと脱皮して5齢(終齢)になり越冬後の次の夏に羽化するのかもしれないと感じた。そしてその結果、羽化前年の秋の降水量が多いと少ない出現の年になり、降水量が少ないと多い出現の年になるのではないかと考えた。

以上より、大量出現の周期の特定が出来るのかどうか、出来たとしてもそれを幼虫年数と考えて良いのかという疑問が生じた。また、この調査地では植生や土壌の影響による幼虫年数のばらつきは少ないと考え、気候条件(特に前年秋の降水量)によって幼虫年数にばらつきが出て、特に羽化前年秋の降水量が少なければ出現が多く、多ければ出現が少なくなる可能性があると考えた。

今後、それぞれのセミで周期の指標となり得る増減が繰り返されるかで周期性の有無を確認し、またデータの蓄積を待つて10月降水量が次年の羽化数に与える影響を調査していく必要がある。

5 今後の展望

今年は記録的な6月の高温と7月の豪雨に見舞われ、近隣の神社や公園でもセミが少ないと感じた。初夏の天候不順と出現数に関連があるかと考えたが、データを見る限り直接原因ではないようだった。

高校最後のシーズンに、7年間取り組んでいる幼虫年数特定のための研究をまとめることが出来て満足している一方、予想もしていなかった両種の採集数の増減の類似性に気付き愕然としている。周期の特定については指標となる動きが得られているので、更に4～5年調査することで、周期の有無を含めた判断が出来るのではないかと期待している。同時に気象データを確認することで、面白い知見が得られるかもしれないという希望も見えた。当初10年計画で始めたこの研究はまだ終わりが見えない。しかし、今後も調査を継続して、幼虫年数の謎に迫りたい。

6 謝辞

この研究は、静岡県立清水東高等学校 自然科学部生物班における個人研究として実施しました。論文の執筆に当たりご指導いただいた静岡県立清水東高等学校 自然科学部生物班顧問 漆畑信之先生、ご協力いただいた生物班班員の皆様ありがとうございました。また、過年の調査実施時に応援いただいた静岡市立宮竹小学校および静岡市立南中学校の先生方、ありがとうございました。

7 引用文献

気象庁HP <https://www.jma.go.jp/jma/index.html>

橋本洽二、佐藤有恒 1979 科学のアルバム 16 セミの一生 あかね書房

橋本洽二、黒沢良彦 1977 学研の写真図鑑 セミ 学習研究社

林正美、税所康正 2015 改訂版日本産セミ科図鑑 誠文堂新光社