

6. 静岡市におけるセミの行動生態学的研究 2015：環境変化との関わり

静岡大学教育学部附属静岡中学校

2 年 竹内希海

1. 研究の目的・意義

僕は、セミが大好きだ。論文にまとめ始めて 6 年目になった。この研究の特徴は、抜け殻ではなく生きている幼虫を調べることで、正確な出現の日時や場所を記録し、夕方地上に出てから羽化して翌朝飛び立つまでの行動や生態について観察・実験できる点にある。また、7 月から 8 月にかけて大きく変動するセミの種類・性別・数・体重などを継続調査することで、環境変化がセミに及ぼす影響を調べる。

2. 研究の方法・プロセス

今年(2015 年)も、クマゼミのオスを捕り損ねないよう、7 月 1 日から調査を行い、幼虫がほとんど捕れなくなった 8 月 26 日に終了した。採集場所は、幼虫・成虫共に市内 4 ヶ所とした。

- (1) 時期や天候による幼虫の種類や性別、数の違いを調べる。
- (2) 幼虫の採集場所を木の種類や土の固さなどの環境の違いでブロック分けし、採集した幼虫の種類・性別・数をこれまでより詳しく比較することで、環境条件が幼虫に及ぼす影響を調べる。
- (3) 幼虫が出てくる時刻の、種類・場所による違いと日没時刻との関係を調べる。
- (4) 幼虫の種類や性別・採集場所による体重の違いを調査し、生息する環境条件の違いが幼虫の成育状況に及ぼすかどうか調べる。
- (5) 昨年の実験ではっきりとした結果が得られなかった、幼虫の羽化場所と明るさの関係をより正確に調べる。
- (6) 羽化が始まる条件を調べるために、幼虫が地上に出てからの行動を実験・観察する。
- (7) 2011 年から 2014 年にかけて行われた改修工事と、森下公園で採集できる幼虫の種類や数との関わりを継続調査することで、環境の変化が及ぼす影響を調べる。
- (8) 成虫の分布を調査し、また、オスの腹部の形態と鳴き方の関連を調べる。

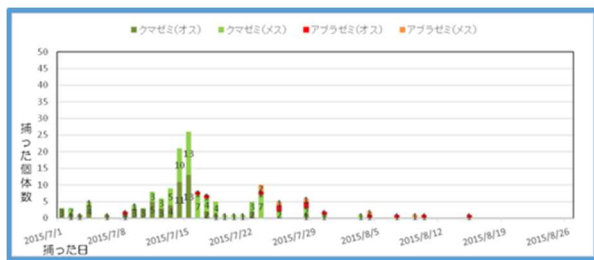
(表 1) 6 年間で捕ったセミの種類・性別・数

3. 結果と考察

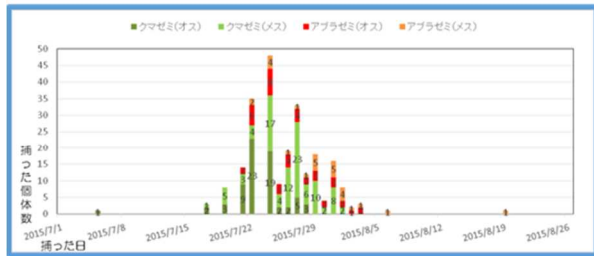
6 年間で捕ったセミの種類・数を表 1 に示した(表 1)。

- (1) 幼虫の出現時期はその年の 6 月下旬の気温で決まるようだった。幼虫は、地中で地上の気温や天気を感じて出てくるらしい。おそらく、地上の温度の上昇を感じて出てきた結果、6 月下旬の温度の高かった今年(2015 年)や昨年(2014 年)は早い時期に出てきたのだろう。静岡大学や清水山公園は、木が多く生えていて日光を遮る分 6 月の温度の上昇の影響を受けにくい上、今年 7 月の初めの降水量が多かったことで、地上に出ていくのに適した気温や天気になりにくく、多少遅かったのかもしれない(図 1-1~3)。

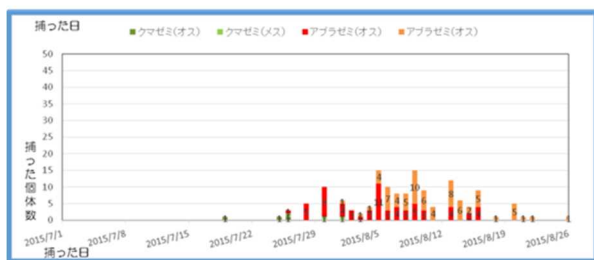
幼虫	クマゼミ		アブラゼミ		ツクシホウ		ニニイゼミ		ヒメゼミ			
	オス	メス	オス	メス	オス	メス	オス	メス	オス	メス	オス	メス
2010年	55	78	69	86	2	0	0	1	0	291		
2011年	114	131	111	65	1	3	1	2	1	429		
2012年	113	117	78	91	0	0	0	1	0	400		
2013年	156	191	116	118	5	1	3	2	0	592		
2014年	155	119	144	117	5	3	2	6	0	551		
2015年	131	172	118	106	5	3	2	7	0	544		
計	724	808	636	583	18	10	8	19	1	2807		
成虫	クマゼミ		アブラゼミ		ツクシホウ		ニニイゼミ		ヒメゼミ		ヒグラシ	
	オス	メス	オス	メス	オス	メス	オス	メス	オス	メス	オス	メス
2010年	81	77	57	44	22	7	14	3	8	2	0	315
2011年	69	86	54	23	25	17	7	1	3	5	1	292
2012年	118	113	116	91	40	42	12	9	14	15	1	571
2013年	134	142	209	107	21	27	13	10	17	10	1	691
2014年	59	25	67	20	15	2	45	18	24	14	0	289
2015年	8	3	38	40	4	2	23	20	15	11	2	166
計	469	446	541	325	127	97	114	61	81	57	5	2324



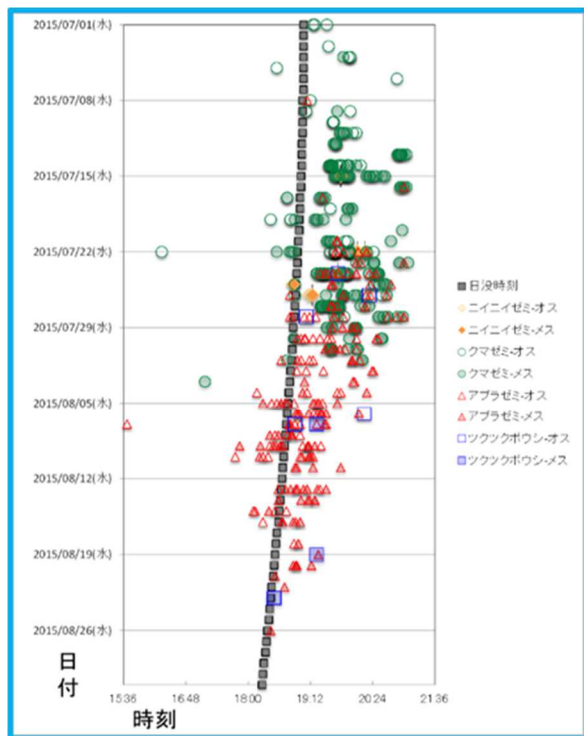
(図 1-1) 幼虫の数の移り変わり(森下公園・さつき公園)2015年



(図 1-2) 幼虫の数の移り変わり(静岡大学)2015年



(図 1-3) 幼虫の数の移り変わり(清水山公園)2015年



(図 2) 日没時刻とセミを捕った時刻・種類別 (2015年)

(2) 森下公園でも、静岡大学でも、ほとんどがケヤキやその周辺で採集した幼虫だった。それに対して清水山公園では、ケヤキで捕れる幼虫はいなかった。また、同じケヤキの木でも場所によってクマゼミが多かったり、アブラゼミが多かったりしている。おそらく、成虫が樹液を吸っている木の種類の違いやその下の地面の固さの違いによるものなのではないか。

ある場所で幼虫が多く出てきているとする。そのとき幼虫が多く出てきているのは、成虫がその場所に産卵した数が多いからだと考えられる。産卵数が多いのは、その場所に成虫が多くいたからだと思われる。成虫が多いということは、その場所や周囲で幼虫が多く出てきているということで、幼虫が多く出てくるのは成虫の産卵数が多いからである。このような循環のなかで、幼虫は孵化して地中にもぐる際や、羽化のために地上に出てくる際に地面が固かったりすると、定着しにくくなる。主に幼虫の発生の際に、セミがその場所に定着できるかが決まるのだろう。

(3) クマゼミは日没 30 分後以降に捕れた幼虫が圧倒的に多かったが、アブラゼミはやや早く、日没前後 30 分以内に捕れる幼虫が半分近かった。成虫が夜の外灯に集まることから、アブラゼミはクマゼミより光に敏感で、地上が暗くなるのを早く感じ取って出てくると考えられる (図 2)。

(4) 今年も、オスよりメス、アブラゼミよりクマゼミの方が体重が重かった。やはり、オスは鳴くために腹部が空洞になっているので、メスは産卵するための養分や器官を抱えているので、差が生じるのだろう。また、場所別にみると、森下公園では、クマゼミ、アブラゼミ共に B ブロックの幼虫、静岡大学では D ブロック、清水山公園では C・D ブロックの幼虫が一番重かった。これらのブロックは、落ち葉が多く堆積していたり、芝生で覆われていたりして、他より土壌が豊かなため幼虫もよく育つのだと考えられる (図 3, 4, 表 2, 3)。

(5) 今年 (2015 年) の室内実験で、クマゼミ・アブラゼミ共に明るい方を羽化の場所を選ぶ傾向があった。地上に出た幼虫は、正の走光性を持つと考えた。

(6) 今回の羽化実験では、布を垂直にぶら下げたり (樹木などを登る移動)、带状のゴムを水平に渡したり (地面を歩く移動) して、幼虫の移動距離を計ろうとしたが、1 往復くらいで羽化場所を決める幼虫が多かった。そこで、つかまるところのないコンテナに入れて観察すると、3 時間ほど動き続けた。これらのことから、「幼虫は、それぞれの個体で羽化の態勢に入る時刻が決まってい

て、その時がきたら紙コップの中でも羽化する。また、羽化の時刻まで歩き続けるとは限らず、羽化に向いている場所を見つけたら、そこで羽化の態勢に入る時刻を待つこともある」と考えた。

(7) 今年森下公園で幼虫が捕れたポイントは、ほぼ昨年と同じ場所で、全て改修工事前からあるケヤキの周りだった。また、クマゼミよりもアブラゼミの数が少なくなっているのは、アブラゼミの方が力が弱く、植込みが無くなった固い地面を掘って地上に出てくることが難しいからだと考えている。その中で、森下Bブロックの遊具茂みケヤキ1では、アブラゼミより力が弱いと考えられるニイニイゼミの幼虫を2匹採集することができた上、抜け殻も2〜3個見つけることができた。森下Bブロックは、比較的改修工事前の土が残っている場所であり、芝生に覆われていることで日光が直接地面に当たらず、地面がある程度やわらかい状態を保つことができたのだろう。つまり、今はアブラゼミの数が少なくなっているが、将来的にはアブラゼミが定着できる可能性があるということだと思う。採集できるセミの数が少なくなっているのは、幼虫が改修工事後の環境になかなか適応できず定着できていないから、工事で伐採された木や入れ替えられた土と共に幼虫が連れていかれたからだと考えた。今後、森下Bブロックに多くの成虫が産卵していけば、幼虫の数も増えて定着できるかもしれない。

(8) 成虫オスの腹部の形態は、懐中電灯を近づけて全体に光の透ける場合（ヒグラシ・ツクツクボウシ）と蛇腹状で縞々に一部が透ける場合（ミンミンゼミ）、ほとんど透けない場合（アブラゼミ・クマゼミ・ニイニイゼミ）に分けられた。死んだセミ成虫で腹部の断面をUSB顕微鏡で観察したところ、腹部の外骨格が薄い順に並べると、ヒグラシが最も薄く、ツクツクボウシが次に薄く、ミンミンゼミは節のところが部分的に薄く、これらに比べてアブラゼミ・クマゼミ・ニイニイゼミは厚く見えた。鳴き方は、腹部を木表面から離して反り返るような状態にする種（ツクツクボウシ・ミンミンゼミ）と腹部を木表面につけるような状態にする種（アブラゼミ・クマゼミ・ニイニイゼミ）に分けられた。ミンミンゼミは、アコーディオンのように腹部を動かして抑揚をつけているようだった。ヒグラシでは鳴いている姿を確認できなかったが、採集したときの姿勢がツクツクボウシ・ミンミンゼミに似ていることから、おそらく腹部を木表面から離して反り返るような状態で鳴くと思われる。体の大きさ（共鳴室の容積に比例すると考えられる）は、ニイニイゼミが最も小さく、ツクツクボウシが次に小さく、ヒグラシ・ミンミンゼミ・アブラゼミ・クマゼミの順に大きくなる。しかし、体に対する腹弁の大きさ比率は、ヒグラシが最も小さく、ニイニイゼミ・アブラゼミが次に小さく、ミンミンゼミ・ツクツクボウシ・クマゼミの順に大きくなる。

これらのことから、ツクツクボウシは、薄い腹部を自在に動かして鳴くことで、鳴き声の複雑な抑揚（オーシン・ツクツク）を作り出していると考えられる。ヒグラシは、腹部外骨格が薄いことと体に対する腹弁の大きさ比率が小さいこと、体の大きさが比較的小さいことで、鳴き声（カナカナカナカナ）の高音成分が周囲に響くように聞こえるのかもしれない。

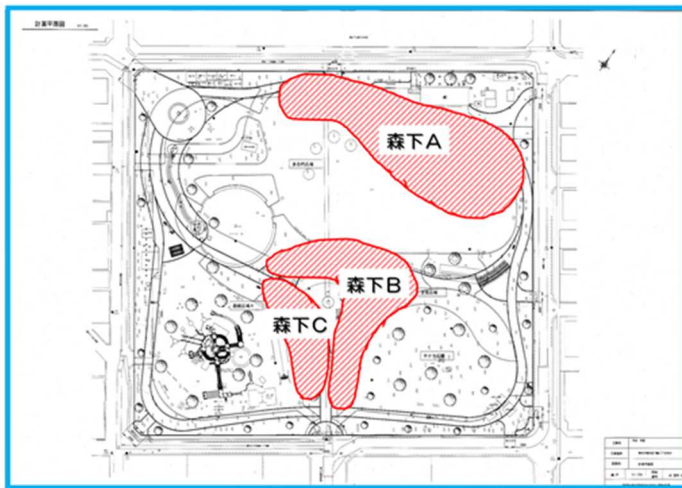
（表3） 2015年に捕った幼虫の個体数と平均体重

		クマゼミ (オス)	クマゼミ (メス)	アブラゼミ (オス)	アブラゼミ (メス)	ツクツクボウシ (オス)	ツクツクボウシ (メス)	ニイニイゼミ (オス)	ニイニイゼミ (メス)
2015年に 捕った数	個体数	131	172	118	106	5	3	2	7
	体重平均値	4.4	4.5	2.7	3.1	0.9	1.0	1.1	1.1
森下	個体数	56	71	10	5				2
	体重平均値	4.3	4.4	2.6	2.8				1.1
静大	個体数	69	97	40	27	3	1	1	3
	体重平均値	4.5	4.6	2.9	3.3	0.9	1.0	1.2	1.1
清水山	個体数	3	3	65	73	2	2	1	2
	体重平均値	4.5	4.6	2.7	3.1	0.9	1.0	0.9	1.2

（表4） 場所ごとの幼虫の数と体重平均値

採集場所 (ブロックごと)		クマゼミ (オス)	クマゼミ (メス)	アブラゼミ (オス)	アブラゼミ (メス)
森下A	個体数	2	5	0	1
	体重平均値	4.5	3.8		2.6
森下B	個体数	46	61	10	4
	体重平均値	4.3	4.4	2.6	2.8
森下C	個体数	8	3	0	0
	体重平均値	4.2	5.0		
静大A	個体数	12	19	2	1
	体重平均値	4.6	4.6	2.9	3.4
静大B	個体数	22	29	17	13
	体重平均値	4.4	4.4	2.9	3.2
静大C	個体数	14	18	5	3
	体重平均値	4.3	4.5	2.5	3.2
静大D	個体数	21	30	7	4
	体重平均値	4.7	5.0	2.9	3.4

採集場所 (ブロックごと)		クマゼミ (オス)	クマゼミ (メス)	アブラゼミ (オス)	アブラゼミ (メス)
静大E	個体数	0	1	9	6
	体重平均値		4.2	3.0	3.4
清水山A	個体数	1	2	2	1
	体重平均値	3.4	4.6	2.3	2.8
清水山B	個体数	0	0	7	8
	体重平均値			2.7	2.9
清水山C	個体数	0	0	45	56
	体重平均値			2.7	3.1
清水山D	個体数	0	0	2	3
	体重平均値			2.7	3.5
清水山E	個体数	2	1	9	5
	体重平均値	5.1	4.6	2.7	2.9



(図 4-1) 森下公園の採集ポイントブロック分け

4. 今後の展望

今回の研究では、幼虫が多く出てくるためには成虫の産卵場所が大切だということが分かった。今の森下公園はリセットされた状態で幼虫の数は少ないが、アブラゼミにも定着の可能性があるBブロックのケヤキの辺りに産卵すれば、幼虫の数も増え、将来的には改修前の数に近くなるかもしれない。来年以降も継続して調査したい。

また、幼虫の数と成虫の産卵場所に関する循環の考察は、幼虫の分布、成虫の分布、森下公園の改修工事の3項目に関連していて、これらがつながったように感じられてうれしかった。幼虫の地上に出てから羽化までの行動については、これまでの考察が大きく変わり、継続研究と実験を繰り返すことの大切さを実感した。

来年は、受験などで研究をまとめるのは難しいかもしれないが、データを取り続けチャレンジしたい。

5. 主要参考文献

(01) 林正美・税所康正,「日本産セミ科図鑑」,誠文堂新光社, 2011.

(02) 沼田英治・初宿成彦,「都会にすむセミたち - 温暖化の影響?」,海游舎, 2007.

(03) 大阪市立自然史博物館 編,「鳴く虫セクション」,東海大学出版会, 2008. 1



(図 4-2) 静岡大学の採集ポイントブロック分け



(図 4-3) 清水山公園の採集ポイントブロック分け



(図 5) 一晩で幼虫が50匹捕れた!



(図 6) 2015年に羽化させたセミの脱け殻全部