

クロサワツブミズムシの生活史を解明

酒井 哲弥・酒井 祐佳・酒井 智永

Elucidation of the life cycle of *Satoniuss kurosawai* (M.Sato)

Tetsuya SAKAI and Yuka SAKAI and Chie SAKAI

(要旨) クロサワツブミズムシ *Satoniuss kurosawai* (M.Sato) は、確認されている生息地が少なく、生態や生活史で不明な部分が多い甲虫であったが、酒井祐佳 (2009~2010)、酒井智永 (2013~2015) の飼育や生息地における通年の生態観察などにより、福井県内 (一部石川県を含む) で多数生息地を発見するとともに、水が流れる岩盤や防護壁などがあれば、山地から海岸まで普通に見られることが明らかになった。また、年に2回発生し成虫で越冬することを含めた、卵から成虫までの生活史全体が明らかになった。さらに、食性の確認や越冬中の様子など、生態に関しても新たな知見を得ることができた。

キーワード：生活史, 生息地, 生態, 食性, 翅型

1. はじめに

クロサワツブミズムシ *Satoniuss kurosawai* (M.Sato) (図1) は、体長1.5mmほどの小さな甲虫で、生態や生活史に関して不明な部分が多い。上野ほか(1985)には、「本州と四国に分布し、大きさ1.4~1.6mmで、後翅は退化して短い。山地で、日当たりのよい斜面の岩盤を伝う水中にいる。」と書かれており、森本・林(1986)に



図1. クロサワツブミズムシ

は「幼虫、成虫ともに水中で岩や水底に生える藻類を食物としている。」と書かれているが、これ以上の記述はない。また、福井県内における生息地も、福井県自然環境保全調査研究会昆虫部会編 (1985, 1998) では大野市小池、同三面谷、越前市三里山の3ヶ所しか記録されていないため、分布状況もよくわかっていなかった。

酒井祐佳は、2009~2010年にこの甲虫に関して、まだ解明されていない生活史や生態、福井県内での分布などを明らかにするために研究を行った (酒井, 2009, 2010, 2011)。また、酒井智永は本研究を引き継ぎ、2013~2015年に研究を行った (酒井, 2014, 2015)。その結果、卵から成虫までの生活史全体がほぼ明らかになるとともに、生態に関しても興味深い知見を得ることができた。

これらの研究内容については、読売新聞社主催の第54回日本学生科学賞 (2010)、第58・59回日本学生科学賞 (2014, 2015) の研究資料として提出している。また、同資料はお茶の水女子大学理科自由研究データベースにも掲載されている。しかし、学術資料としては引用しにくいと思われるため、2名の研究で明らかになった生活史および生態等に関してまとめ直し、本稿で改めて報告する。

2. 研究の内容と方法

(1) 生息地の調査

福井県嶺北地方を中心に、水が流れる岩盤や防護壁

を観察し、生息地をさがした。

(2) 生活史の解明

年間を通して生息地を定期的に観察し、幼虫や成虫に関して気付いた点を記録した。また、2009年の研究で、複数の成虫を水で湿らせたティッシュペーパーを入れたフィルムケースに入れておいたところ、56~60日間生きていたため、生息地から幼虫や成虫を持ち帰り、ティッシュペーパーを敷いたシャーレ内に生息地の水を入れ、飼育も試みた。

(3) 生態の解明

①食性

成虫がいる岩盤（防護壁）の表面に付いているものを歯ブラシでこすり取り、成虫と一緒にして生息地から持ち帰った。そして、観察の直前に、成虫の腹部から内容物を絞り出し、光学顕微鏡で観察した。また、岩盤（防護壁）の表面に付いていたものも光学顕微鏡で観察し、消化管内にあったものと同じものが見つからないかを調べた。

②冬期（積雪時）の生態

生息地を定期的に観察し、天気、気温、水温などとともに成虫の様子を記録した。

(4) 翅型について

2009年に越前市村国山(図2)で後翅が長い長翅型(図3)を発見したが、上野ほか(1985)には、「後翅は退化して短い」という記述があったため、鳥根県の(公財)ホシザキグリーン財団の林成多博士に問い合わせた。その結果、長翅型の存在は2008年に同博士によって学会で発表済であったが、長翅型は東日本では見つかっていないということであった。そこで、福井県内を中心に長翅型の分布や発生時期を調べた。

3. 研究結果と考察

(1) クロサワツブミズムシの生息地

福井県嶺北地方（嶺南地方の1ヶ所と石川県の2ヶ所を含む）を中心に調査した結果、福井県自然環境保全調査研究会昆虫部会編（1985, 1998）に記録されている大野市小池, 同三面谷, 越前市三里山の3ヶ所以外に、次の生息地を発見した。

越前市：柳（権現山）(図4)、西河内、村国山
 鯖江市：上河内、上戸口
 今立郡：池田町大本
 南越前町：具谷（ぐだに）(図5)、高倉峠
 越前町：天谷、上山中、梅浦、厨（くりや）
 坂井市：丸岡町上竹田
 石川県：白山市桑島、白山市尾添（おぞう）

〈海岸に面した生息地〉

福井市：蒲生（がもう）、居倉、ハツ俣
 越前町：米ノ
 南越前町：大良
 敦賀市：二村（ふたむら）

海岸に面した生息地は、いずれも波が高いときは海水のしぶきがかかる場所である。特に南越前町大良の生息地(図6)は、海拔6メートルで、海が荒れると波を直接かぶる場所である(図7)。

この甲虫は、発見されている生息地があまり多くないが、福井県ではかなり普通に見られ、文献でも他県の事例が報告されているが（秋山・千田, 2019; 辻雄介・辻春香, 2020; 辻・近藤, 2021; 脇村・森, 2019）、道路沿いの水が流れる防護壁にも普通に生息している。南越前町具谷では、国道8号線に面した防護壁上で見つかっており(図5)、排気ガスにも強いようである。また、海岸に面した道路の防護壁上でも普通に見られ、海水のしぶきがかかる場所や、海が荒れたときに波を直接かぶるような場所でも生息できるようである(図8)。なお、4倍に薄めた人工海水を入れたシャーレの中で成虫5個体を飼育したところ、全個体が8日間生存し、最長で17日間生存した。

(2) 生活史の解明

①生息地での観察結果

2013年9月から2015年6月にかけて、越前町厨の生息地(図9)を中心に観察を継続した結果、生活史の解明につながると考えられる、次のような事項を確認した。

- 4月中旬から5月下旬にかけて幼虫を多数確認
- 5月下旬から6月下旬にかけて蛹を確認
- 6月上旬から7月下旬にかけて成虫を多数確認
- 8月から9月にかけて幼虫を多数確認
- 9月下旬から10月下旬にかけて蛹を確認
- 10月から翌年3月にかけて成虫を多数確認
- 積雪がある冬期も成虫を岩盤（防護壁）上で確認

以上の観察結果から、年に2回発生し、秋に発生した成虫は岩盤（防護壁）上で越冬することを確認できた。

②卵

卵に関しては全く資料がないため、産卵時期、産卵場所、卵の大きさや色などがわからず、手探りで研究を行った。まず、体長1.5mmの小さな甲虫の卵はかなり小さいことが予想されたため、生息地で見つけることは不可能であろうと考え、成虫を飼育して産卵させることを試みた。

事前の実験では、クロサワツブミズムシの成虫が、水で湿らせたティッシュペーパーを入れた容器内で、餌を与えなくても2ヶ月近く生きていた。そこで、飼育は、シャーレの底にティッシュペーパーを敷き、生

息地の水を加えて十分に湿らせ、この中にクロサワツブミズムシの成虫を入れてふたをする方法で行った。また、卵が白いと、ティッシュペーパーの上では見分けがつかないと考え、ティッシュペーパーの代わりに

色が付いた布を敷いたシャーレも作成した。なお、クロサワツブミズムシの雌雄は外見では判別が難しいため、シャーレの中に越前町厨で採集した成虫20匹を入れ、飼育を行った。その結果、2014年3月28日に4個、



図2. 越前市村国山の生息地



図3. 村国山の長翅型 (2009.6.6採集)



図4. 越前市柳 (権現山) の生息地



図5. 南越前町具谷の生息地 (国道8号線横)



図6. 南越前町大良の生息地



図7. 大良の生息地に面した海岸

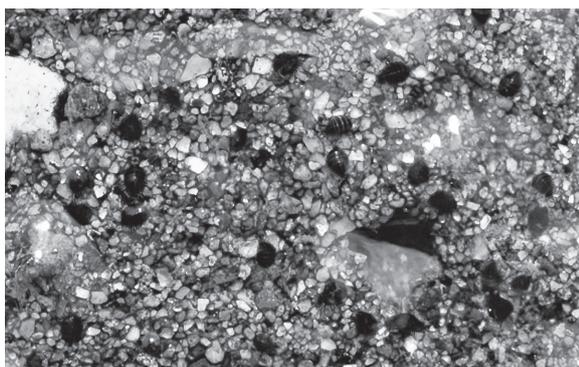


図8. 海岸に面した生息地の幼虫 (大良)



図9. 越前町厨の生息地

同4月1日に5個産卵した。卵は、間隔をあけてはばらに産卵されていた(図10)。黒褐色で楕円体状の卵は、長径が0.4mmほどだが(図11、図中の方眼は1目盛り0.1mm、以下同様)、成虫の大きさと比較すると、想定外に大きいものであった(図12)。

また、2014年3月～4月に、飼育中に死んだ成虫の腹の中を調べたところ、産卵する前の卵が含まれていた。卵は、多いもので腹の中に左右に分かれて3個ずつ、すき間なく並んで入っていた(図13)。卵の長径は0.4mmで、これ以上体内に収まらなると判断できるため、1個体あたりの産卵数は昆虫類としては非常に少なく、最大6個と考えられる。

さらに、生息地での継続観察によって、2014年8月24日に越前町厨で小さな幼虫が確認できたため、産卵時期を調べるために、翌2015年7月に成虫を採集し、飼育した。その結果、7月13日に3個、7月30日に2個産卵し、年に2回産卵することを確認できた。

③幼虫



図10. 産卵された卵

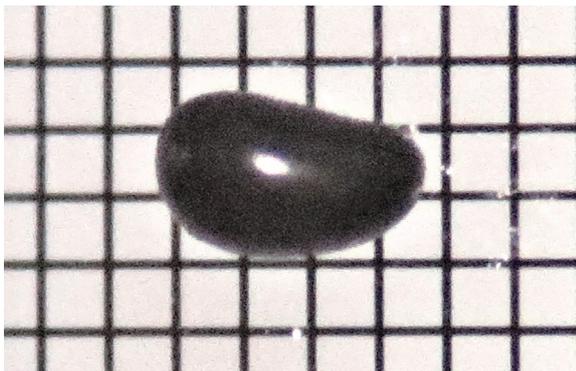


図11. 卵

2014年4月1日に産卵された5個の卵は、4月9日～11日にかけて孵化し、1齢幼虫になった(図14)。また、2015年7月30日に産卵された2個の卵のうち1個が8月4日に孵化した。幼虫の体長はいずれも0.6～0.7mmであった。なお、春に産卵された卵は孵化まで8～10日要しているのに対し、夏に産卵された卵は5日で孵化しており、これは気温の違いによる可能性がある。

なお、これらの飼育下で孵化した1齢幼虫は数日で死に、2齢幼虫にはならなかった。しかし、越前町厨の生息地で、2014年4月19日に採集した小さな幼虫を双眼実体顕微鏡で観察したところ、1齢幼虫より少し大きい幼虫が確認できた。体長は、幼虫が少し伸び縮みするために、正確な測定は難しいが、0.7～0.9mmで



図12. 成虫と卵



図13. 成虫の腹の中にある卵(膨らんだ部分)



図14. 1齢幼虫

あった。飼育下で1齢幼虫が発生した時期や体長から考えて、2齢幼虫と判断できる(図15)。

その後、越前町厨の生息地を中心に、数ヶ所の生息地を継続観察することで、2齢幼虫とは明らかに異なる大型の幼虫が見つかった。しかし、幼虫の大きさには個体差があり、3齢幼虫をはじめとする複数の齢の幼虫が混じっていても、肉眼では区別できないと判断した。ただ、多数の幼虫を観察すると、わずかに横幅が広い幼虫が混じっているように感じたため、生息地から多数の幼虫を持ち帰り、次のような方法で幼虫の横幅の違いを比較した。

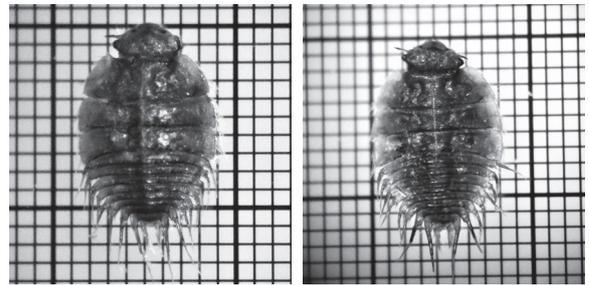
図16のように、幼虫の体で最も幅が広い部分の横幅

をA、頭部のすぐ後ろの節の前端部の横幅をBとし、それぞれの幼虫の拡大した写真でAとBの平面的な長さを測定した。次に、Bに対するAの長さの比率(A/B)を四捨五入で小数第2位まで求め、幼虫間で比較した。

その結果を表1に示す。この表より、幼虫のA/Bの値に関して、1.73~1.90(Iグループ)(図17)と2.00~2.14(IIグループ)(図18)の2つのグループに分けることが可能であると考えられる(図中のカッコ内の数値はA/Bの値)。したがって、Iグループが3齢幼虫でIIグループが4齢幼虫と判断できる。また、1齢幼虫と2齢幼虫でもA/Bの値を求めてみたところ、1齢

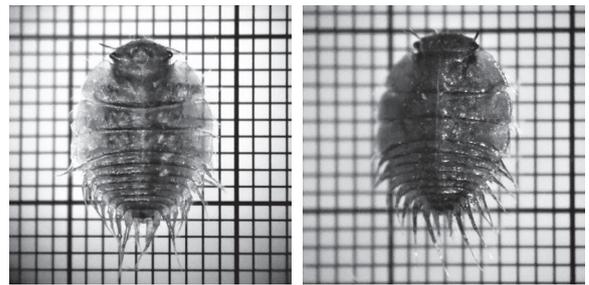


図15. 2齢幼虫



(1.83)

(1.89)



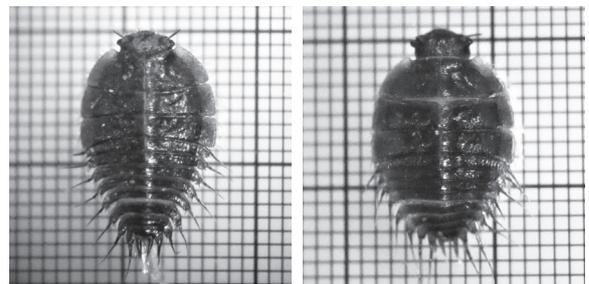
(1.90)

(1.90)

図17. Iグループ(3齢幼虫)

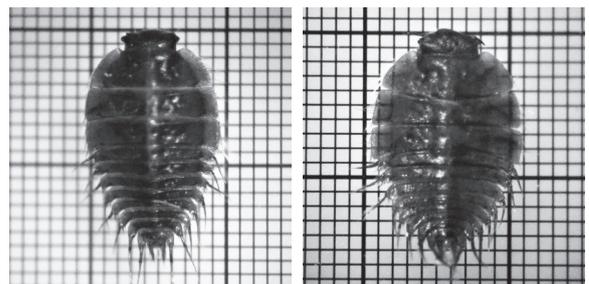


図16. 幼虫の横幅を比較した部分



(2.00)

(2.03)



(2.06)

(2.10)

図18. IIグループ(4齢幼虫)

表1. 測定した幼虫のA/Bの値

A/B	採集地	採集年月日	齢
1.29	(飼育)	2014.3.29	1 齢
1.30	(飼育)	2014.3.30	1 齢
1.35	(飼育)	2015.5.5	1 齢
1.56	越前町厨	2014.4.26	2 齢
1.57	越前町厨	2014.4.26	2 齢
1.60	越前町厨	2014.4.26	2 齢
1.62	越前町厨	2014.4.26	2 齢
1.73	越前町厨	2014.4.28	3 齢
1.74	越前町厨	2014.4.28	3 齢
1.82	越前町天谷	2015.5.10	3 齢
1.83	越前町天谷	2015.5.2	3 齢
1.83	越前町天谷	2015.5.25	3 齢
1.84	越前町天谷	2015.4.29	3 齢
1.86	越前町天谷	2015.5.2	3 齢
1.88	越前町厨	2014.5.4	3 齢
1.88	越前町天谷	2015.4.19	3 齢
1.89	越前町天谷	2015.4.19	3 齢
1.89	南越前町大良	2015.5.4	3 齢
1.90	越前町天谷	2015.4.19	3 齢
1.90	南越前町大良	2015.4.29	3 齢
2.00	南越前町大良	2015.4.29	4 齢
2.00	越前町天谷	2015.5.2	4 齢
2.00	南越前町大良	2015.5.20	4 齢
2.00	南越前町大良	2015.5.4	4 齢
2.02	越前町厨	2014.4.19	4 齢
2.02	南越前町大良	2015.5.7	4 齢
2.03	南越前町大良	2015.5.24	4 齢
2.03	南越前町大良	2015.5.24	4 齢
2.03	南越前町大良	2015.5.4	4 齢
2.04	南越前町大良	2015.5.4	4 齢
2.04	南越前町大良	2015.5.7	4 齢
2.05	南越前町大良	2015.5.24	4 齢
2.06	南越前町大良	2015.5.7	4 齢
2.06	南越前町大良	2015.5.7	4 齢
2.07	越前町天谷	2015.5.20	4 齢
2.07	南越前町大良	2015.5.20	4 齢
2.07	南越前町大良	2015.5.24	4 齢
2.09	南越前町大良	2015.5.4	4 齢
2.10	南越前町大良	2015.5.4	4 齢
2.11	南越前町大良	2015.5.24	4 齢
2.11	南越前町大良	2015.5.4	4 齢
2.12	越前町厨	2014.5.11	4 齢
2.12	南越前町大良	2015.5.24	4 齢
2.13	南越前町大良	2015.5.20	4 齢
2.14	南越前町大良	2015.5.20	4 齢

幼虫は1.29~1.35, 2齢幼虫は1.56~1.62となり, 齢が上がるほど体の幅が大きくなることがわかった。

④ 蛹

2010年5月22日に越前町厨の生息地で観察した時, 1週間前に多数見られた幼虫が少なくなっていた。防護壁上をよく観察すると, 動かない褐色がかかったものが多数付いていた。幼虫の脱皮殻のように見えたため, 写真を撮って自宅で確認すると, 4本の白い繊維で防護壁上に張り付いた蛹であった(図19)。その後, 2013年9月28日, 同10月13日, 同10月19日と2014年6月1日, 同6月21日にも同じ生息地で蛹を確認した。

⑤ クロサワツブミズムシの生活史

生息地での継続観察や, 飼育下での観察結果から, クロサワツブミズムシの生活史全体がほぼ明らかになった(図20)。なお, この図は, 福井県の平地における生活史であり, 地域や環境が変われば各境界の時期が変化する可能性がある。

(3) 生態の解明

① 食性

摂食後の時間が経過していないものを体内から取り出して観察するために, 生息地で, 成虫がいた岩盤(防護壁)の表面に付いているものを歯ブラシでこすり取り, 成虫と一緒に持ち帰った。そして, 観察の直前に, 成虫の胸部と腹部を分離し, 腹部から内容物を絞り出し, 光学顕微鏡で観察した。また, 生息地の岩盤(防護壁)の表面に付着していたものも光学顕微鏡で観察し, 消化管の中から取り出したものと同じものが見つからないかを調べた。

その結果, 池田町大本の生息地(図21)で採集した成虫の体内からは, 緑色の塊が見つかった(図22)。成虫がいた防護壁には, 図23のような緑藻類がたくさん付いており, 消化管から取り出した内容物の顕微鏡写真とともに, 緑藻類の顕微鏡写真を国立科学博物館筑波実験植物園の学芸員に見ていただいた。その結果, 緑藻類はカワシオグサで, 消化管の内容物は「断定は

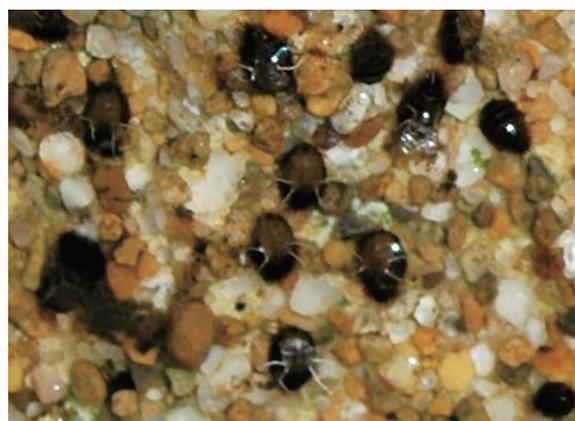


図19. 蛹

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
成虫		卵	幼虫	蛹	成虫	卵	幼虫	蛹	成虫		
		1 齢～4 齢					1 齢～4 齢				

図20. クロサワツブミズムシの生活史

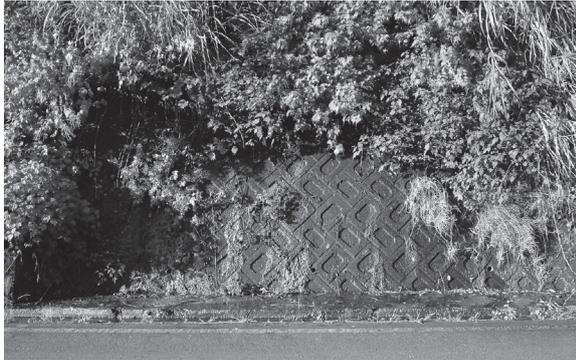


図21. 池田町大本の生息地

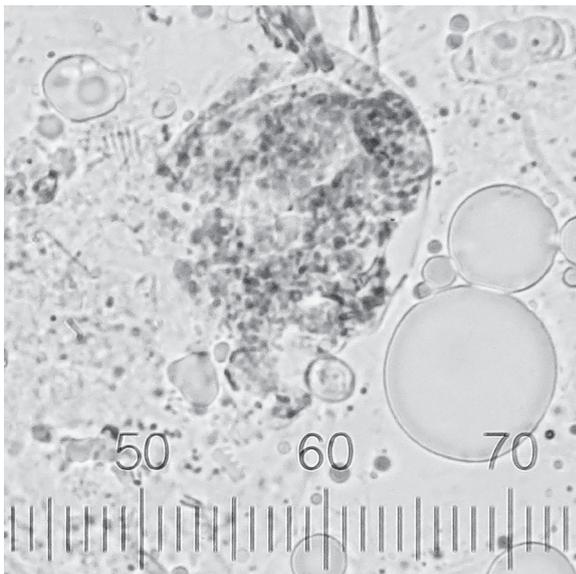


図22. 成虫の消化管から出てきた緑色の塊 (10×40)

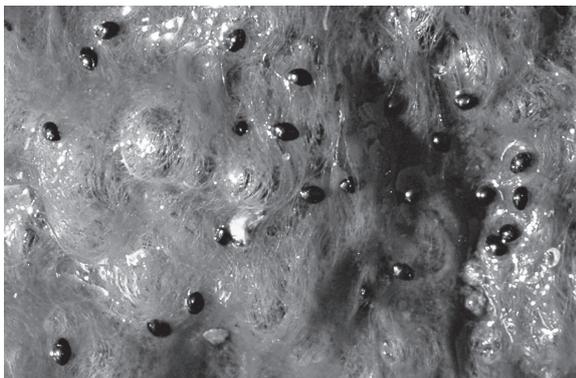


図23. 防護壁上の緑藻類 (カワシオグサ)
(黒い粒はクロサワツブミズムシの成虫)

できないが、写真中の緑色の塊は、量的にはカワシオグサ起源ではないかと思われる」ということであった。

また、越前町天谷の生息地 (図24) で採集した成虫の消化管の内容物も、顕微鏡写真 (図25) で確認していただいたところ、「写真中央のやや右上のもの (図25中の矢印部) は、ケイ藻類の *Epithemia* 属と思われる」ということであった。また、同じ成虫から取り出した内容物の別の顕微鏡写真 (図26) については、絨毛虫類のツリガネムシの一種ということであった。天谷の防護壁からは、ツリガネムシの一種 (図27, 同博物館学芸員の確認済) も見つかった。

以上より、クロサワツブミズムシは、生息地の岩盤に付着している緑藻類やケイ藻類などの付着生物を食べていることが確認できた。なお、ツリガネムシに関しては、岩盤上の藻類などに混じって偶然摂食された可能性があるため、今後の確認が必要である。

②冬期 (積雪時) の様子

2009年12月27日と2010年1月11日に、積雪がある越前市柳の生息地 (図28) の岩盤上で成虫を確認し、クロサワツブミズムシが成虫で越冬することを確かめた (図29)。しかし、確認できた個体数は少なく、他の成虫がどこで越冬しているのかを確かめる必要があった。

2013年11月～2014年3月の期間に、越前町厨の生息地で定期的に行った観察では、12月になり気温が5℃前後まで下がると、防護壁上で見られる成虫の数が少なくなった。また、積雪が見られるようになると、防護壁上の成虫はさらに少なくなった。ただ、防護壁の表面は水が流れているため、生息場所の壁面に雪が積もることはなかった。

2013年12月29日の観察では、道路に積雪が20cmほどあり (図30)、気温は0℃であった。防護壁上で見られる成虫が非常に少ないため、よくさがしたところ、くぼみの中に黒い塊状になって多数の成虫が集まっているところを発見した (図31)。この成虫の塊は、2月下旬に気温の上昇に伴い水温が上昇すると、次第に小さくなり、3月下旬には完全に解消した。なお、12月中旬から2月中旬の観察時の水温は4～6℃であった。



図24. 越前町天谷の生息地

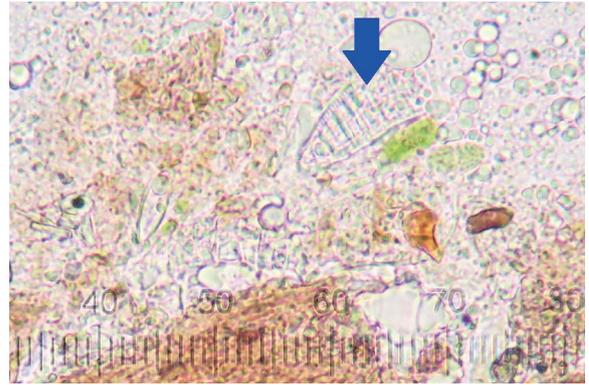


図25. 成虫の消化管の内容物 (10×40)

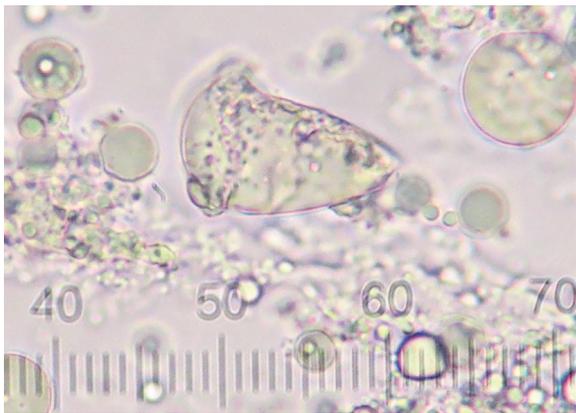


図26. 消化管から出てきたツリガネムシの一種 (10×40)

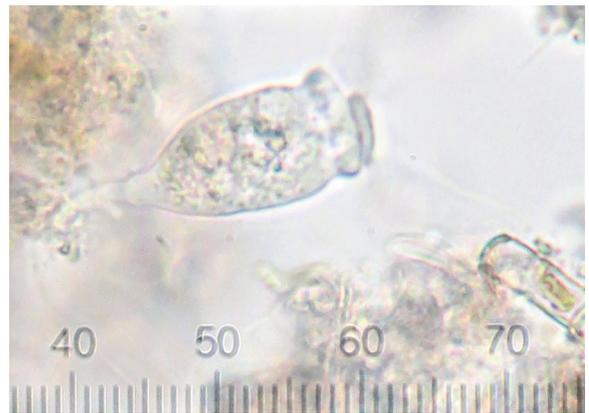


図27. 防護壁に付いていたツリガネムシの一種 (10×40)



図28. 雪に覆われた越前市柳の生息地 (2010.1.11)



図29. 岩盤上で越冬する成虫 (2010.1.11)



図31. 集まって動かなくなった成虫



図30. 雪に覆われた越前町厨の生息地 (2013.12.29)

(4) 後翅の形態

2009年に越前市村国山で発見した長翅型は、2008年の林成多博士による学会での発表に続く発見であった。その後の論文による正式な報告 (Hájek *et al.*, 2011) によると、本種の長翅型は、これまでに中国地方や四国地方を中心に発見されている。また、その後の文献でも採集例が報告されている (秋山・千田, 2019; 辻雄介・辻春香, 2020; 辻・近藤, 2021)。福井県の多くの生息地では、季節に関係なく長翅型が短翅型に混じって発生している。また、隣接する石川県でも長翅型が発見された。長翅型の採集地は次のとおりである。いずれの生息地でも短翅型と長翅型の両方が確認されている。なお、林博士によれば、長翅型は東日本からは見つからないとのことで、石川県が、クロサワツブミズムシ長翅型の東端の確認地となる。

越前市村国山 (2009.6.6, 2009.8.20, 2013.10.13, 20

13.11.9) 岩盤と防護壁上

越前市権現山 (2009.8.12) 岩盤上

越前市西河内 (2009.6.7) 岩盤上

丹生郡越前町上山中 (2010.4.29) 岩盤上

丹生郡越前町厨 (くりや) (2013.11.2, 2014.7.12) 防護壁上

敦賀市二村 (ふたむら) (2013.10.20) 防護壁上



図32. 白山市尾添の長翅型 (2014.8.12採集)

坂井市丸岡町上竹田 (2014.7.26) 防護壁上

石川県白山市桑島 (2014.8.12) 防護壁上

石川県白山市尾添 (おぞう) (2014.8.12) (図32) 防護壁上

4 まとめと課題

のべ5年に及ぶ研究で、クロサワツブミズムシの福井県内における生息地や生息環境が明らかになるとともに、ほとんどわかっていなかった生活史をほぼ解明することができた。また、生態に関しては、食性の確認や越冬中の様子に関する新たな知見を得ることができた。

一方、翅型に関しては、福井県内では、多くの生息地で季節に関係なく短翅型に混じって長翅型が発生していることがわかったが、長翅型が発生するしくみについてはまだ解明できていないため、今後の課題とする。

謝辞

本研究を進めるにあたり、緑藻類やクロサワツブミズムシの消化管内容物を確認していただき、重要なコメントをくださった国立科学博物館筑波実験植物園の学芸員、さまざまなご教示をいただいた(公財)ホシザキグリーン財団の林成多博士、発表の機会を与えてくださった福井市自然史博物館の梅村信哉学芸員に心から御礼申し上げる。

引用文献

- 秋山美文・千田喜博, 2019, 広島県庄原市の1地点におけるクロサワツブミズムシの後翅多型の調査. さやばねニューシリーズ, **33**, 17-19.
- 福井県自然環境保全調査研究会昆虫部会編, 1985, 福井県昆虫目録. 福井県, 404p.
- 福井県自然環境保全調査研究会昆虫部会編, 1998, 福井県昆虫目録 (第2版). 福井県, 556p.
- Hájek, J.・Yoshitomi, H.・Fikáček, M.・Hayashi, M.・Jia, F-L., 2011, Two new species of *Satonius* Endrödy-Younga from China and notes on the wing polymorphism of *S. kurosawai* Satô (Coleoptera: Myxophaga: Torridincolidae). *Zootaxa*, (3016), 51-62.
- 森本桂・林長閑編著, 1986, 原色日本甲虫図鑑 (I). 保育社, 323p.
- 酒井祐佳, 2009, クロサワツブミズムシの研究. 平成21年度(第58回)私たちの理科研究提出資料.
- 酒井祐佳, 2010, クロサワツブミズムシの研究Ⅱ. 平成22年度(第59回)私たちの理科研究提出資料(第54回日本学生科学賞提出資料).
- 酒井祐佳, 2011, クロサワツブミズムシの研究Ⅱ. 第54回日本学生科学賞作品集, 読売新聞社, 116-118.
- 酒井智永, 2014, 続クロサワツブミズムシの研究. 平成26年度(第63回)私たちの理科研究提出資料(第58回日本学

生科学賞提出資料).

酒井智永, 2015, 続クロサワツブミズムシの研究Ⅱ－見えてきた生態と生活史－. 平成27年度(第64回)私たちの理科研究提出資料(第59回日本学生科学賞提出資料).

辻雄介・辻春香, 2020, 四国地方におけるクロサワツブミズムシの採集記録. ニッチェ・ライフ, (7), 41-42.

辻雄介・近藤英文, 2021, 高知県におけるクロサワツブミズムシの分布記録. 豊田ホタルの里ミュージアム研究報告書, (13), 55-65.

上野俊一・黒澤良彦・佐藤正孝編著, 1985, 原色日本甲虫図鑑(Ⅱ). 保育社, 514p.

脇村涼太郎・森正人, 2019, 兵庫県におけるクロサワツブミズムシの記録と生息環境に関する知見. きべりはむし, 42(1), 84.