

陸生ホタル研

No.150

2026年2月25日

陸生ホタル生態研究会事務局

電話：FAX042-663-5130

Em:rikuseihotaru.07@jasmine.ocn.ne.jp

オオバボタルのコールドスリープ

群馬県藤岡市 大谷雅昭

はじめに

私はホタルの冷凍休眠（コールドスリープ）について、40年以上前から興味を持っていました。そのきっかけは、「尾瀬にホタル（ヘイケボタル）がいる」ということを知ったことでした。成虫がたまたま持ち込まれて、その時だけいるのか、生息しているのかを確かめたくて、尾瀬の雪解けを待って入山して幼虫探しをしました。何とか幼虫を見つけ出し、尾瀬にヘイケボタルが生息していることを確認しました。そして、このヘイケボタルは尾瀬を開拓した平野長蔵さんらの時代に持ち込まれたものではないかということと、尾瀬には豊富な湧水があるので厳冬期も生息できるのではないかという推測で、この研究の一区切りを付けました。

ただ、その時、疑問が2つ残りました。一つはヘイケボタルの幼虫の餌となる貝類がないということです。もう一つは標高1400mの尾瀬ヶ原では厳冬期の最低気温は-30℃以下になる中で、どうやって生きていられるのかということです。一つ目の疑問については、その後、ホタルの幼虫は貝類以外の餌となりそうなものも食べることから、その疑問は解けました。二つ目の厳冬期の生存については、ずっと疑問のままでした。

ある時、小俣さんからの電話で、月報148号（2025年12月25日）のあとがきの前に書かれている（以下）ことを聞き、残された疑問とともに大きな興味に変わりました。

真冬の2月初めの事で、板当沢林道には15cmの雪が積もっていました。オオオバボタルの幼虫が生息している、腐食シコケの生えて凍結した杉の丸太を、雪の中から掘り出して、鑿を使って切りくずしてみました。「居るはずがない・・・」と言われた幼虫が、生きたまま出てきました。（中略）不思議なのは、凍結した環境で、オオオバボタルの幼虫がどうやって生きていたのかということです。人間でも哺乳動物・両性類でも、みな死んでしまうというのに、なぜオオオバボタルの幼虫は生存が可能なのか・・・、今でもまったく解りません。

あの小俣さんが「まったく解りません」とも言わしめた事実を、「そうかもしれない」と思ってもらえたらと考えて、『オオバボタルのコールドスリープ』と題したちょっとしたフィールドワークと文献研究を試みることにしました。

1. 女神湖とオオバボタル

表題にあるオオバボタルは、陸生ホタル生態研究会 HP の活動報告によると「生息地は、1600mを越えるような山地から、人里近くの農道端や丘陵部の二次林内、社寺の境内、街

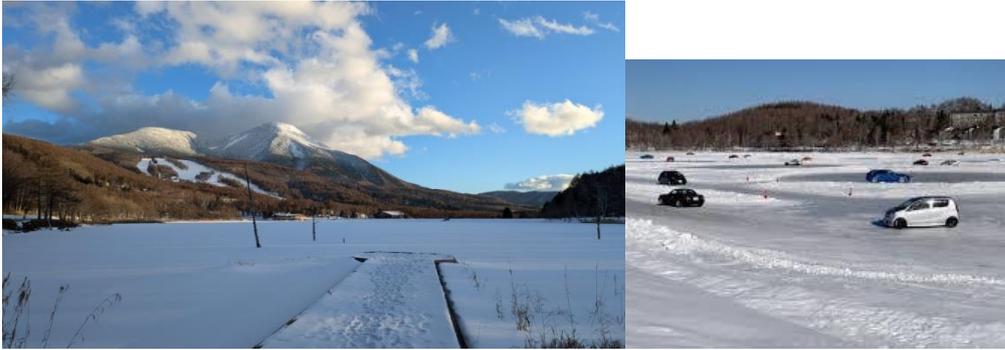
中のそそとした残留緑地などでも数は多くないが見つかる。本土産のホタルの中では、最も多様な環境に適応して逞しく生き抜いているホタルだと言える。」と記されています。つまり、どこにでもいるような陸生ホタルということができます。

今回、私が注目したのは長野県のほぼ中央部、諏訪湖の東に位置する白樺高原にある女神湖です。標高約 1500m の高地にあり、近年の猛暑日の連続で涼しさを求めて避暑に行った時にたまたまオバボタルを見つけたことに始まります。その時は、オバボタルは標高の高いところにも生息していると知っていたので、「いるんだな」ぐらいにしか思っていませんでした。

しかし、毎年、何回も見かけるうちに疑問が大きくなってきました。「女神湖は冬の冷え込みは厳しくて全面結氷する」「女神湖の凍結期間中は氷上ドライブや氷上ドライブテストも行われる」「冬は-20℃は当たり前で-30℃にもなることもあるらしい」「女神湖の周りの湧水は多くない」・・・とすると、オバボタルの幼虫はどうやって氷と雪の冷凍庫のような中で生きているのか・・・。

また、女神湖から白樺湖方面に車で 2 キロほどのところにある「からまつ平」には、ヒメボタルの舞う森があります。7 月初旬から下旬にかけて、夜 8 時ころにまばゆい光の群れが楽しめるそうです。県道からの入り口や発生現場には看板も立っています。このヒメボタルも女神湖周辺のオバボタルと同様に、どうやって冬を越しているのか気になりました。





真冬の女神湖

2. 女神湖周囲のオバボタル

女神湖は元は赤沼平の湿地をせき止めた人造湖で、湖周には約 1.8km の遊歩道が整備されています。この遊歩道を歩いて、オバボタル成虫の発生状況を調べてみました。ただ、自宅から女神湖までは 100km 以上あるので頻繁には行けないのが残念なところです。調査は午前 8 時過ぎから午前中に目視で行いました。

2024年	7月	6日	1頭確認
	7月	9日	19頭確認
	7月	19日	確認できず
	8月	7日	確認できず
2025年	6月	5日	確認できず
	6月	9日	確認できず
	7月	4日	1頭確認
	7月	9日	6頭確認 (体長 6mm1 頭、9mm4 頭、10mm1 頭)
	7月	21日	3頭確認 (体長 8mm1 頭、9mm2 頭)
	7月	26日	確認できず
	7月	28日	1頭確認 (体長 9mm)
	7月	31日	1頭確認 (体長 9mm)
	8月	6日	確認できず
	8月	9日	確認できず
	8月	18日	確認できず

確認された場所は、女神湖周囲の遊歩道沿いでほぼ万遍なくいると言えます。湖の南西側には直線の堰堤があり、風が吹き抜ける所でもあります。その堰堤上にもよくいました。ただ、南東部の女神湖センター東の女神湖自然園の中では確認できませんでした。



女神湖全景（南から）
左に堰堤



女神湖自然園（右手）

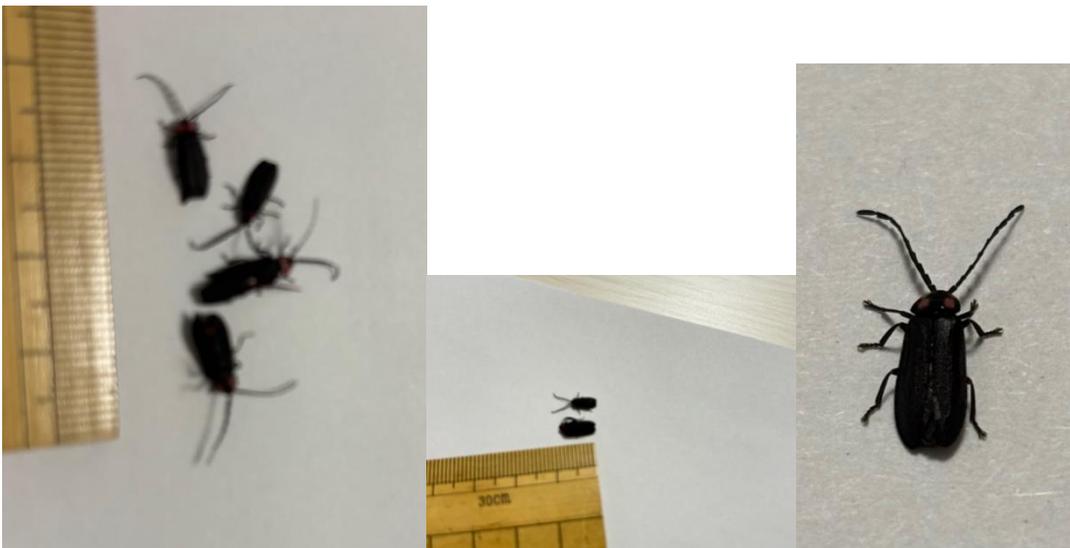


葉に止まるオバボタル



女神湖センターのテラス床に止まるオバボタル

以上のことから、女神湖のオバボタルは女神湖周囲にどこにでも生息していると考えられ、成虫の発生時期は7月で、そのピークは中旬だと思われます。



3. 文献研究より

ネット検索をしてみると、北海道大学低温科学研究所編「低温科学 2023Vol.81 動物の寒冷適応戦略 ～生理生態と分子機構」というとても興味深い資料を見つけられました。その第一章に変温動物「ニカメイガ越冬幼虫における凍結障害回避機構」（泉 洋平、島根大学生物資源科学部）という論文がありました。その中から今回の「オバボタル

の「コールドスリープ」に関連しそうな資料を以下に引用します。

昆虫の低温耐性は体液が凍結しても耐えることのできる凍結耐性と、凍結しないように過冷却点を下げる凍結回避性の 2 つに分けることができる (Storey and Storey, 1992; Bale, 2002; Danks, 2005)。

ニカメイガは基本的には年に 2 回発生する年二化の生活史を持つが、東北地方北部や北海道では年一化の生活史を持っている。日長が短くなる秋期に休眠に入り終齢幼虫で越冬する。休眠誘導後の外気温の低下にともなって体内にグリセロールを多量に蓄積し、筋肉および表皮に氷核物質を生成することで 1 月中旬から 2 月にかけて -25°C もの低温に耐えることができるようになる (Tsumuki & Kanehisa, 1978; Tsumuki, 1990; Tsumuki & Konno, 1991; Hirai & Tsumuki, 1995)。越冬幼虫の過冷却点が -15°C 前後であることから、ニカメイガ越冬幼虫は温帯域に生息する昆虫では珍しく凍結耐性をもっているといえる。しかし、夏期に生育する第 1 世代幼虫は、短日による休眠誘導を受けないために非休眠であり、本幼虫を低温にさらしても、グリセロールを蓄積することはできず凍結には耐えることはできない (積木 1998)。

ニカメイガ越冬幼虫における凍結障害の回避機構について、主に細胞内凍結を回避するためのアクアポリン (アクアグリセロポリン) を介した水とグリセロールの置換について述べてきた。しかし、凍結耐性を持つ昆虫における凍結障害の回避はこれだけで達成されるものではなく、低温下での細胞膜流動性の維持に寄与するリン脂質の脂肪酸組成の変化 (Izumi et al., 2009) や、不凍タンパク質等による体液における氷結晶成長の抑制など様々な機構が組み合わさって達成されている。それぞれの機構の個々の詳細な役割と発現条件、および機構同士の相互作用を明らかにすることができれば、昆虫の凍結障害回避機構に関する研究の新たな展開が期待できると考えられる。

本資料には他に「ナメクジ類の越冬戦略」(宇高 寛子、京都大学大学院理学研究科) など興味深い論文が多数ありますので、ご一読をおすすめします。

4. オバボタルのコールドスリープ

3 に記した論文等を読んだ時、私が 40 年以上も前から抱いてきた大きな疑問が解き明かされたように感じました。以前からも無脊椎動物はある条件下で完全凍結された場合、またある条件下で常温になれば生き返る (死なない) のではないかと考えていました。ただ、生命はそんな単純なものではないとも思っていました。

文献研究により「昆虫においても、冬の気温が著しい氷点下になる地域に分布する種のうち、湿った場所で越冬する種はこの植氷凍結 (= 湿った場所で越冬する場合は、体の周りの水は体液よりも高い温度で凍結し始める。そして、体外での氷形成は氷が無い場合よりも高い温度で生物の体内での凍結を誘導する) を免れることは難しく、凍結回避型の戦略では冬に死んでしまう。そこで有効なのが、凍結しても死なないしくみ、凍結耐性をもつことである。」ということを知り、正にこれだ! と思いました。

冬期に著しい低温になる女神湖周辺に生息するオバボタルは、この『凍結耐性』を獲得しているのではないかと考えました。もちろん、オバボタルだけでなく、からまつ平のヒメボタルをはじめ、この地域で春から秋にかけて発生する多様な昆虫たちも「凍結耐性」をもっているのではないかと思いました。

しかし、一方でこの凍結耐性だけですべてが解決するとは考えていません。昆虫をはじめとする無脊椎動物は多種多様で多様な分布域をもっていますので、低温耐性のしくみもおそらく多様であると考えられますので、専門機関のさらなる研究に期待したいです。

おわりに

「オバボタルのコールドスリープ」と題する報告ですが、わずかなフィールドワークと雑ばくな話に、小侯さんがどのような反応を示されるのか気になるところです。多少なりとも「これは・・・」と興味をもっていたら幸いだと思っています。

コールドスリープの本来の意味は、宇宙船での惑星間移動などにおいて、人体を低温状態に保ち、目的地に着くまでの時間経過による搭乗員の老化を防ぐ装置、もしくは同装置による睡眠状態のことですが、動物の越冬に関する大きなキーワードになるような気がしています。

大谷雅昭 先生の報告を読んで

小侯軍平

この度は、群馬県藤岡市の大谷雅昭先生から、陸生ホタルの幼虫が冬季をどう乗り切っているのかという研究課題を取り上げていただきました。

大谷先生が報告内で述べられている「2月の板当沢林道で、腐食した杉丸太の中で生息するオオオバボタル幼虫」のエピソードは、20年以上も前の「板当沢ホタル調査団」時代の出来事です。私たちは当時、この研究課題についてそれ以上探求することはありませんでした。

その後、板当沢ホタル調査団が発展的に解散し「陸生ホタル生態研究会」となって以降、ヒューマン生物生態研究所の千葉 豊様から、米原市の伊吹山に生息するヒメボタルの存在を教えていただきました。私たちが生態研究のために現地を訪問した折、陸生ホタルの幼虫の冬季の越冬についての見解を問われました。

伊吹山のヒメボタルもまた、冬季は雪の下で過ごしているわけですが、環境条件における板当沢との最大の相違点は、積雪量です。京都の舞鶴湾から伊勢湾に吹き抜ける風に乗って大量の雪が降り、積雪記録は最高8mという記録があるそうです。「8m・・・」重さは何kgになるのでしょうか、私は、耳を疑いました。そんな大量の雪の下で、動植物が生き延びられるとはとても思えません。しかし、伊吹山の動植物はこの過酷な自然環境を見事に克服して実際に生息し続けており、「これはもう、私たちのような若輩者の手に負える研究課題ではない」と、半ばあきらめていました。

ところがこの度、群馬県藤岡市の大谷雅昭先生が、この大きな課題に取り組んで下さいました。事実の解明と、その理論的な裏付けとなる多くの論文まで克明に紹介して下さい

て、たいへん感激し、また心より感謝しております。

このところ、会員の高齢化や逝去によって、なかなか思うような研究ができずに不甲斐なく思っておりましたが、大谷先生の今回のご研究は、陸生ホタル研に活を入れてくれるものでした。本当にありがとうございました。今後ともよろしくご指導・ご支援をお願い申し上げます。頑張ります！！

あとがき

この冬の八王子市は、雨量が極端に少なく、カラカラに乾燥した天気が続きました。そのため冬季の陸生ホタルの幼虫の調査が思うようにできませんでした。その上に先週のことですが、私はとんでもない事件に巻き込まれました。

市内の「寺田緑地」という場所（次の図）で、午後1時半ごろ一人で陸生ホタルの幼虫探しをしていました。



この赤道を時々子供連れの若い男性が歩いていました。中には煙草をふかしている方もいました。調査を始めて1時間ほど経過した時です。突然、左側の藪で「ボン」と音がして火の手が上がりました。仰天しました！ 右側の下には人家が3軒ありましたので、駆け込んで「山火事です！！」と助けをもとめました。幸い住人の方が居られ、119番に通報をしてくださいました。

20分ほどで3台の消防自動車が駆けつけてくれました。そして、尾根の下の川からホースを何本もつないで水をくみ上げ、消火活動を行いました。しかし、落ち葉の下に発火した火はなかなか消えず、完全な消火には3時間ほどかかりました。

次の写真が焼け跡の状況です。10cmほどの厚さで落ち葉が積もっており、それが燃えました。



多摩丘陵で20年以上もホタルの調査をしています。こんなことは初めてでした。消防士さんの話によると、散歩をしていた歩行者の誰かが、煙草の吸い殻を火のついたまま捨てて発火したものとのことでした。おどろきました。間一髪で大火傷をするところでした。今思いだしても身震いします。本当に危険なことです。会員の皆様方、どうかくれぐれもご注意ください。