

二本松市文化財調査報告書第 75 号

# 安達太良高原のヒメボタル

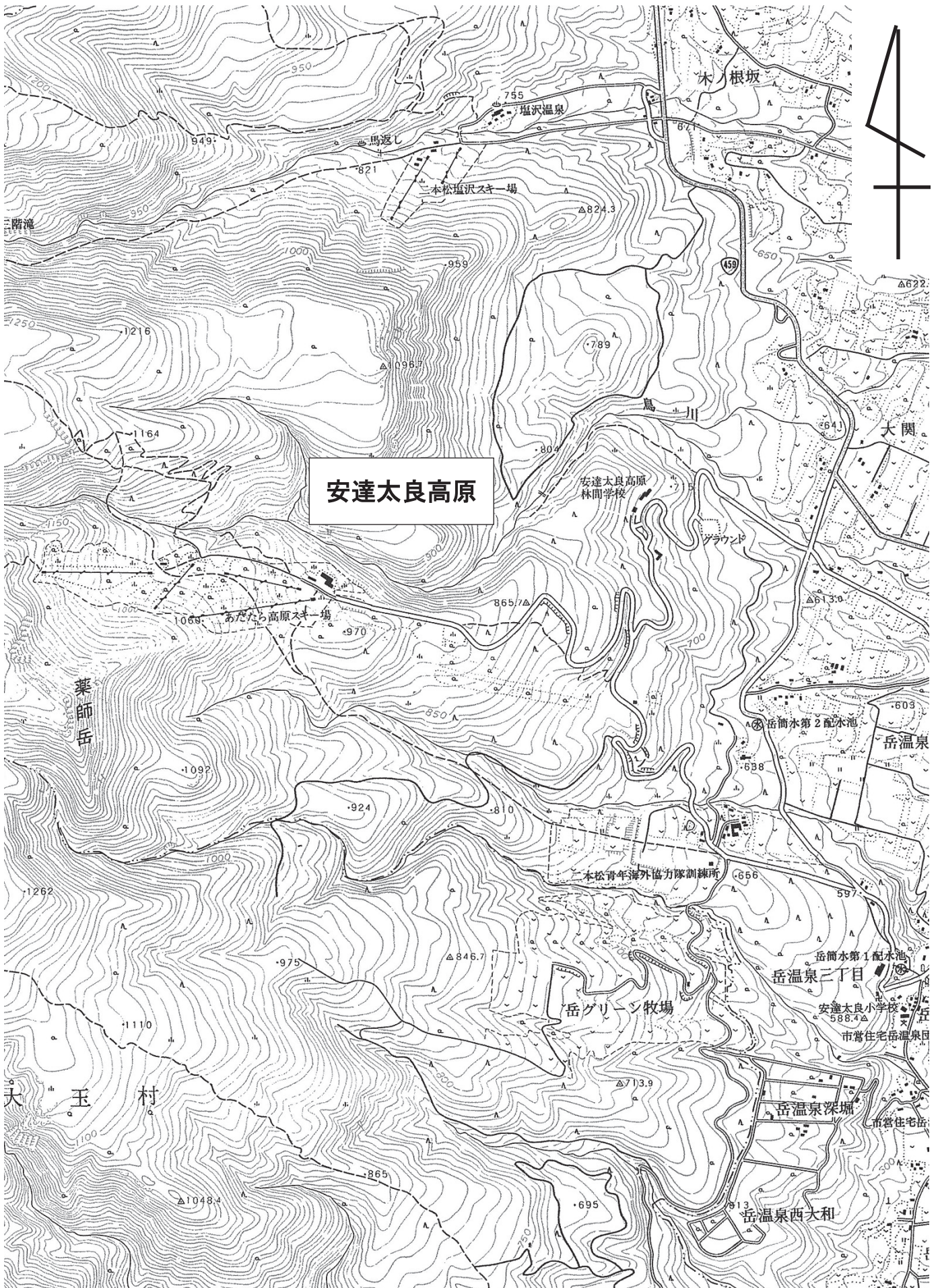
—令和元・2年度学術調査報告書—

令和3年3月

二本松市教育委員会



図版1 安達太良高原と周辺の地形 (S=1/25,000)





## 序 文

二本松市は西に安達太良山、東には阿武隈山系を望み、市内中心部を縦断して阿武隈川が北流するなど、変化に富んだ緑豊かな自然に囲まれています。

この安達太良山には、県内でも数少ないヒメボタルの生息地である安達太良高原があります。ヒメボタルについては地元の有志により生息調査が行われてきましたが、近年、生息地の荒廃やそれに伴う生息数の減少が指摘され、その保存・保護が求められてきたところです。

そこで当市教育委員会では、ヒメボタル生息地の現況を記録し、詳細を把握することにより、保存・保護を推進していくことといたしました。

本書は、令和元年～2年度にかけて実施した現地調査の結果をまとめたものであり、調査の結果、ヒメボタルの減少が示唆され、地域協同で保全に取り組む必要があるとの評価をいただきました。

今後は更なる詳細調査の実施と保護施策の充実が、我々に課された課題と感じているところであります。

最後に、本調査の実施に際し多くのご指導、ご助言をいただきました福島大学共生システム理工学類塘忠顕教授および岳温泉文化協会の皆様に心から厚く御礼を申し上げます。

令和3年3月

二本松市教育委員会教育長 丹野 学



## 目 次

序 文	二本松市教育委員会教育長 丹 野 学
目次・例言	
1. はじめに	1
2. ヒメボタルとはどんなホタルか	1
2-1. ホタル類	1
2-2. ヒメボタル	2
3. 安達太良高原におけるヒメボタル調査	4
3-1. 大場信義氏による安達太良高原産ヒメボタルに関する研究	4
3-2. 岳温泉文化協会による調査	5
4. 2019-2020 年に実施したヒメボタル調査	8
4-1. 調査方法	8
4-1-1. 成虫の個体数計数調査	8
4-1-2. 幼虫の分布調査	9
4-2. 調査結果	10
4-2-1. 成虫の個体数	10
4-2-2. 幼虫の分布	15
5. 生息地保全のための提言	17

## 謝辞

## 引用文献

## 挿図目次

図 1 安達太良高原のヒメボタル成虫	3
図 2 岳温泉文化協会の調査地点位置図	6
図 3 2019 年と 2020 年の調査地点位置図	8
図 4 2019 年と 2020 年の調査地点	9
図 4 2019 年と 2020 年の調査地点 (続き)	10
図 5 C-D 地点間で発光するヒメボタル成虫	12
図 6 ヒメボタル幼虫及び餌資源となる陸産貝類	15

## 口絵目次

図版 1 安達太良高原と周辺の地形
-------------------

## 例 言

1. 本書は、令和元・2年度に二本松市教育委員会と福島大学が共同研究として実施した安達太良高原ヒメボタル調査事業における結果をまとめたものである。
2. 調査にあたっては、福島大学との共同研究として福島大学共生システム理工学類塘忠顕教授に調査を依頼するとともに、二本松市教育委員会文化課職員がその補助にあたった。
3. 本書の執筆は塘忠顕（福島大学共生システム理工学類教授）が担当し、渡辺正・鈴木孝雄（岳温泉文化協会）が執筆協力を行った。編集は二本松市教育委員会文化課が担当した。



## 1. はじめに

ヒメボタル *Luciola parvula* Kiesenwetter は高地に生息するホタル類として古くから知られていたが、その生活史が解明されたのは 1970 年代になってからである(大場, 1976a, 2016b)。そして、その生活史解明の材料として用いられたのが、福島県二本松市安達太良高原産のヒメボタルである。現在の県道 386 号線(岳温泉線)が未整備で、安達太良山の登山者が岳温泉まで歩いて下山していた時代、下山時間が遅くなり、安達太良高原のヒメボタルの発光活動に遭遇した下山者は、その個体数(光)の多さに驚き、下山をためらったとの話が残されている。現在、名古屋市の名古屋城外堀、岡山県新見市の天王八幡神社などでは、数千個体から数万個体ものヒメボタルが出現し、発光活動をすることが知られているが(大場, 1976a; 安田ら, 2014; おかやま環境ネットワーク, 2016)、当時の安達太良高原のヒメボタルもこのような発生状況であったのかもしれない。安達太良高原のヒメボタルについては、岳温泉文化協会が 20 年近くにわたって生息状況調査を継続実施してきた。そして、その発生個体数は年々減少傾向にあるとの指摘もある。もし安達太良高原のヒメボタルの発生個体数が減少しているのであれば、何がその原因なのか、ヒメボタルを保全するためにはどのような方策が考えられるのか、どの場所を優先的に保全すべきなのか、など様々な事項を明らかにする必要がある。しかし、調査も必ずしも定量的に実施されてきた訳ではない。また、ヒメボタルの発生個体数には年変動が生じる可能性もある。そのため、安達太良高原のヒメボタルの現在の生息状況について、定量的に収集されたデータに基づき、現状を明らかにして欲しいとの要請が、二本松市教育委員会文化課から著者の一人である塘にもたらされた。そこで、2019 年と 2020 年の 2 年間、安達太良高原のヒメボタルの生息状況調査を岳温泉文化協会の鈴木と渡辺とともに実施した。本報告書では、2 年間の調査結果を報告するとともに、安達太良高原のヒメボタルを保全する上で必要な方策、配慮すべき事項を提言する。

## 2. ヒメボタルとはどんなホタルか

### 2-1. ホタル類

ホタル類と言えば、光シグナルを利用して雌雄間のコミュニケーションをはかるゲンジボタル *Luciola cruciata* Motschulsky とヘイケボタル *L. lateralis* Motschulsky が有名である。水辺で夜に光りながら飛翔するゲンジボタルとヘイケボタルは日本の夏の風物詩として親しまれてきた昆虫と言えよう。しかし、光るホタル類はゲンジボタルとヘイケボタルだけではない。

ホタル科 Lampryidae は世界から 100 属約 2000 種が知られ、日本には 49 種 5 亜種が生息しており(梯ら, 2013; 零田・斎藤, 2019)、北海道から南西諸島まで様々な種が分布している。ホタル科の種は、少なくとも幼虫はすべての種が発光することが知られており(大場, 1998b; 大場, 2015a, 2018)、多くの種は卵も光る。ホタル類の発光は他の生物発光と同様に酵素による基質の酸化反応(いわゆるルシフェリン・ルシフェラーゼ

反応)である。ホタル類は種によって発光色が異なる。ゲンジボタルやヘイケボタルは黄緑色に光るが、ヒメボタルは黄色味が強い。ホタル類が発光に用いる基質ルシフェリンはホタル類で共通であるが、酵素であるルシフェラーゼのアミノ酸組成は種によってわずかに異なることが知られている(大場, 2015b)。この違いがそれぞれの種の発光色の違いとなって現れる。成虫が発光するのはゲンジボタルとヘイケボタルのような夜行性の種がほとんどで、昼行性の種の成虫は光らない場合が多い。成虫が発光する夜行性の種は、雌雄間で光シグナルを利用したコミュニケーションをはかる。これは視覚に依存しているため、複眼が大きく発達する。一方、成虫が発光しない昼行性の種は、性フェロモンを利用した雌雄間のコミュニケーションをはかるため、複眼は小型で発達せず、化学物質である性フェロモンを受容する触角が長く伸張したり、表面積を増大させるために枝分かれしたりする場合が多い(大場, 1998b)。ホタル類の中には雌の翅が退化する種が知られている。外見的には雌雄で形態的な違いはないが、雌は後翅が退化しているため、飛翔できない種(ヒメボタルはこれに該当する)、後翅が退化するだけでなく、前翅(上翅)が縮小する種(沖縄県石垣島と西表島に生息するヤエヤマヒメボタル *L. filiformis yayeyamana* Matsumura など)、前翅がほとんどあるいは完全に退化する種(長崎県対馬に生息するアキマドボタル *Pyrocoelia rufa* (Oliver)や本州の近畿地方以北に生息するクロマドボタル *P. fumosa* (Gorham)など)も知られている。前翅が退化する種は形態が雄成虫とはまったく異なり、幼虫型を示すようになる(大庭, 2005a)。

日本ではホタル類と言えばゲンジボタルとヘイケボタルが特に有名で、その幼虫は河川や水田、湿地などで水生生活を送り、幼虫はカワニナなどの巻き貝を摂食することが知られている。そのため、ホタル類の幼虫は水生であるとのイメージが強いかもしれないが、日本産ホタル類の中で幼虫が水生なのは、ゲンジボタルとヘイケボタルに沖縄県久米島固有種であるクメジマボタル *L. owadai* Satô & Kimura を加えたたった3種のみである(大場, 1998b; 環境省(編), 2015)。それ以外のホタル類の幼虫はすべて陸生で、陸産貝類やミミズ類、ヤスデ類を捕食する種も知られている(大場, 1998a)。ヒメボタルも幼虫が陸生のホタル類である。

## 2-2. ヒメボタル

ヒメボタルは本州、四国、九州、屋久島に分布する体長 5.5-9.6mm の日本固有種である(黒澤ら(編), 1985; 平嶋(監修), 1989)。前胸背板が淡赤色で、その中央の頭部寄りに円形の黒色紋がある(図 1A)。前翅は黒褐色で、発光器が雄は腹部後方の2節(図 1B)、雌は1節にある。体型は雄の方が雌よりも長形で、触角は糸状で雄の方が雌よりも長い。前述したように、雌は後翅が退化しているため、飛翔することができない。発光パターンも雌雄で異なり、雄は飛翔しながら 0.5-0.8 秒間隔で強いフラッシュ光を放つが、雌は林床や植物組織上などの低い場所で、ゆっくりとした間隔で発光する(大場, 2016b)。ヒメボタルの雌雄間の発光コミュニケーションについては大場(2016b)が明

らかにしている。それによれば、雄は植物組織上でフラッシュ光を放ち始め、雌は雄よりもやや遅れて明滅を始めるらしい。その後、雄は雌探索のために飛翔し、規則的なフラッシュ光を放つ。雌は雄を誘引するために2-4秒間隔で明滅する。雄は雌の光に誘引され、雌のいる場所近くに降り立ち、発光を続ける。雄の発光に対して雌が応答発光すると、雌雄の発光頻度は次第に頻繁となり、やがて交尾に至る。本種は生息環境の違いにより、成虫の発生時期、化性が異なり、例えば大阪府豊中市、吹田市、愛知県名古屋市では5月から出現し、5月下旬に発生ピークを迎えるが(大場, 1976a, 1998a; 西嶋ら, 2010; 安田ら, 2014; 長谷川ら, 2018), 福島県安達太良高原では後述するように7月に発生する。また、西日本や低地では1年で羽化する場合が知られているが(松田ら, 2010; 大場, 2016b), 高標高地では羽化まで2年を要することが明らかにされている(大場, 1976a, b)。ただし、同じ生息地であっても栄養状態によって1年で羽化する個体と2年かけて羽化する個体が生じる可能性も示唆されており、化性については不明な点が残されている(安岡, 2010)。発光活動の時期も地域によって異なり、名古屋市のような都市近郊の個体群は夜遅く(20時から2時, ピークは深夜)に発光活動を行うが(大場, 1976b, 1978), 福島県安達太良高原のような都市近郊ではない個体群は深夜ではなく、通常時間帯(19時から21時の間など)に発光活動を行う。何故、このような発光活動時間の違いが生じるのかについては不明である。

ヒメボタルは体サイズが著しく異なる2つのタイプ(大型と小型)が知られている。大型は全国的に分布しているが、小型は福井県と神奈川県を結ぶラインを北限としており(大庭, 2005a), 東北地方からは未知である(長野県内では小型の北限はさらに北側に寄っている(三石, 2010))。体サイズは、大型は6-8mmであるが、小型は5-6mmで、雌には特に顕著な違いがある(大場, 2016a)。大型は低地から高地まで広い分布域をもつが、小型は主に低地に分布する。両タイプが分布する神奈川県箱根では、それぞれの個体群は同所的には生息せず、標高約800mを境に、それよりも低地には小型が、高地には大型が分布する。このようにこれら2つのタイプは棲み分けて分布していることが



図1 安達太良高原のヒメボタル成虫

A: 地表付近のヨモギの葉上のヒメボタル雌(2020年7月9日渡辺撮影)。B: 地表付近の植物組織上のヒメボタル雄(2020年7月16日渡辺撮影)。この個体は腹部腹側を上に向けてとまっているので腹部後方の2節にある発光器が明瞭である。

明らかになっている（大場，2016a）。ヒメボタルはスギやカラマツの植林地，竹林，ミズナラ林やブナ林などに生息するが，小型は森林だけでなく，草地や河川敷にも生息する。これら2つのタイプには体サイズ以外に発光パターンなど生態的な違いも認められる（大場，1998a）。ヒメボタルの雄は飛翔しながら雌に対する誘惑発光をするが，この時の発光間隔が大型では約 0.6-0.8 秒であるのに対して，小型では約 0.4-0.5 秒と短い（大場，2016a）。成虫の出現時期については，大型の羽化時期は5-8月であるが（上述したように，生息環境の違いにより出現時期は異なる），小型は6-7月である。幼虫の形態にも2つのタイプ間に違いがあり，大型の幼虫の背板は，鈍い光沢のある黒褐色で，周縁部は淡褐色であるが，小型の幼虫の背板は全体が淡色で，光沢を欠く（大場，2005a）。これら2つのタイプにはDNAレベルの違いがあることも見出されているが（大場，2010b），ミトコンドリアDNAのCOIIやND5における分化の様相と2つのタイプとの間には相関がない（鈴木，2010）。2つのタイプの間にはおそらく生殖的な隔離が生じているものと考えられるが，現在は同種の生態型として扱われている。

飼育実験によるとヒメボタルの雌1個体当たりの産卵数は平均約60個で（梯ら，2013），卵は白色で直径約0.6mm，蛹は乳白色で体長約10mm，発光器から黄金色の連続光を放つ（大場，2005a）。幼虫は成虫と同様に夜行性で，夜間に地表に出現し，弱い連続光を放ちながらオカチョウジガイやベッコウマイマイなどの陸産貝類を摂食する。ヒメボタルの幼虫は陸生のため，幼虫が水生であるゲンジボタルやヘイケボタルのような水辺の環境変化による影響は受けないが，雌が飛翔できないこと，都市部に近い生息地などもあることから，生息地における伐採を含む植生改変，人工物設置，大型照明設備設置による光害などの環境変化が生じると，直接的な負の影響を大きく受ける可能性が高い。現在のところ環境省レッドリストには未掲載であるが，19の府県のレッドデータブック（あるいはレッドリスト）に掲載されており，千葉県では最重要保護生物（A）（絶滅危惧Ⅰ類に相当），埼玉県，富山県，長崎県では絶滅危惧Ⅱ類に位置付けられている。東北地方では岩手県（Dランク：環境省のカテゴリーには該当するものがないが，準絶滅危惧に準ずる種，あるいは優れた自然環境の指標となる種，岩手県を南限または北限とする種）と宮城県（準絶滅危惧）のレッドデータブック掲載種である。また，岩手県（折爪山：二戸市，軽米町，九戸村），岐阜県大垣市（金生山），大阪府吹田市（千里緑地），岡山県新見市（天王八幡神社）では天然記念物に指定されている（おかやま環境ネットワーク（2016）には三重県菟野町（御在所岳），福島県二本松市（奥岳温泉）のヒメボタルも天然記念物に指定されていると記述されている）。

### 3. 安達太良高原におけるヒメボタル調査

#### 3-1. 大場信義氏による安達太良高原産ヒメボタルに関する研究

1970年代初め，当時は生態の多くが不明であったヒメボタルが安達太良山に生息しているとの情報を，奥岳温泉からまつ山荘経営者の木村秋良氏が横須賀市博物館館長

(当時)の羽根田弥太氏に提供した。羽根田氏は現地を確認し、奥岳温泉一帯に無数のヒメボタルが発生することを初めて報告した(羽根田, 1972)。安達太良高原のヒメボタルに関する研究は1973年の大場信義氏によるものが最初であるが(大場, 1975), この研究は羽根田氏から情報を提供された大場氏が開始したものである(大場, 1975, 2016b)。大場氏は1973年7月から3年間にわたり, 野外調査と室内飼育を行い, ヒメボタルの生活史や生態に関する様々な知見を明らかにした(大場, 2010a, b)。大場(1976a)によれば, 安達太良高原のヒメボタルは標高950-1000mの場所で, 林床にはチマキザサが生えるカラマツ植林地に発生する。成虫の発生開始時期について, 羽根田(1972)は7月10日頃と記しているが, 大場(1976a)は7月20日前後に発生するとしている。成虫は19時を過ぎると活動を開始し, 20-21時頃がピークで, 活動時期の気温は20-21°C, 無風の時に多数見られ, 一望で視野に入る発生個体数は20-30個体としている(大場, 1976a)。雄は地上2-3mの高度をやや速いスピードで飛翔し, 移動範囲は広範囲に及ぶ。生息地には多くはないがオカチョウジガイが確認されるため, 幼虫はこれを餌として利用すると考えられ, 実際, 飼育下で与えれば良く摂食する(大場, 1975, 1976a)。

安達太良高原で採集した個体から1973年7月18日に卵を得て, 産卵数(30個), 卵の大きさ(直径0.6mm前後), 20°Cで孵化(8月23日)まで約1ヶ月であることを確認した。孵化した幼虫は, 陸産貝類を食べて成長し, 19時30分頃になると発光することを明らかにしている。幼虫は与えれば水生の貝類(カワニナの稚貝やインドヒラマキガイ)も食する(大場, 1975)。そして2回の越冬を経て, 1975年5月から土中に潜り, 6月4日に蛹化した。6月10日に羽化を確認したことにより, 安達太良高原産のヒメボタルは20°Cの条件の飼育下で羽化までに2年を要することが明らかになった(大場, 1976a)。

### 3-2. 岳温泉文化協会による調査

岳温泉文化協会では, 安達太良高原のヒメボタル成虫の発生状況調査を10ヶ所の調査地点で実施してきた(図2)。2000年から2006年までの調査結果は公表されているが(鈴木ら, 2007), 2018年までの調査結果を表1に示した。調査期間は年によって異なるが, 概ね6月下旬から7月下旬で, 多い年は9回, 少ない年は1回, 各調査地点を歩きながら, あるいは定点に留まって発光個体数を記録している(表1)。1回しか調査を実施していない年を除くと, 最多発生日(発生のピークと考えられる日)は概ね7月中旬頃であるが, ややピークが早い年もあるようである(2001年, 2004年, 2007年, 2014年, 表1)。

観察された総数や各調査地点で確認された個体数は, 調査期間を通しての調査回数やその地点における調査回数が増えれば増える可能性が高いので, 参考にしかならないが, ほぼ同様の期間に7-9回の調査を実施した2003年から2009年を比較すると, 調査回数が7回と少ない2007年を除くと2003年と2009年は少なく, 逆に2004年は非常に多い(表1)。2004年は200個体以上を確認した日が3回あり(7月4日, 6日, 9日), こ

れがこの年の確認個体数が多くなった原因ではないかと思われる。一方、2003年と2009年は100個体以上を確認した日がなかったようである（データ未発表）。また、3-5回の調査を実施した2010年から2015年を比較すると、2013年はかなり少なく、5回の調査で7個体しか確認されていない（最初の調査日の7月6日と21日以降の2回の調査の確認個体数は0個体）。一方、2011年、2012年、2015年は多く、いずれも200個体を超える個体数を確認している。ただし、これらの年も発生のパークと考えられる日に100個体以上の個体を確認されたため（2011年は7月12日と14日に100個体、2012年は7月14日に204個体、2015年は7月14日と15日に100個体）、確認個体数が多くっており、それ以外の調査日では16個体（2012年7月10日）が最大で、それ以外は10個体未満である。2016年から2018年までの3年間は、各年の調査回数が1-2回であり、調査期間もそれほど異ならないが、A地点での確認個体数には年による顕著な差が認められる（表1）。

以上述べてきたように、岳温泉文化協会による調査結果から、安達太良高原のヒメボタルの発生個体数には年変動が生じていること、100個体を超える発生個体数を確認できる時期は短期間で、それ以外の時期の発生個体数はそれほど多くないことが示唆されている。調査地点によっては以前と比べて発生個体数がかなり減少しているように思われる場所もあるが（鈴木ら、2007）、発生個体数の減少については、調査が定量的に実施されていないことや調査回数が徐々に減っていることなどに起因する可能性も否定できず、この調査結果に基づいてヒメボタルの発生個体数が減少していると

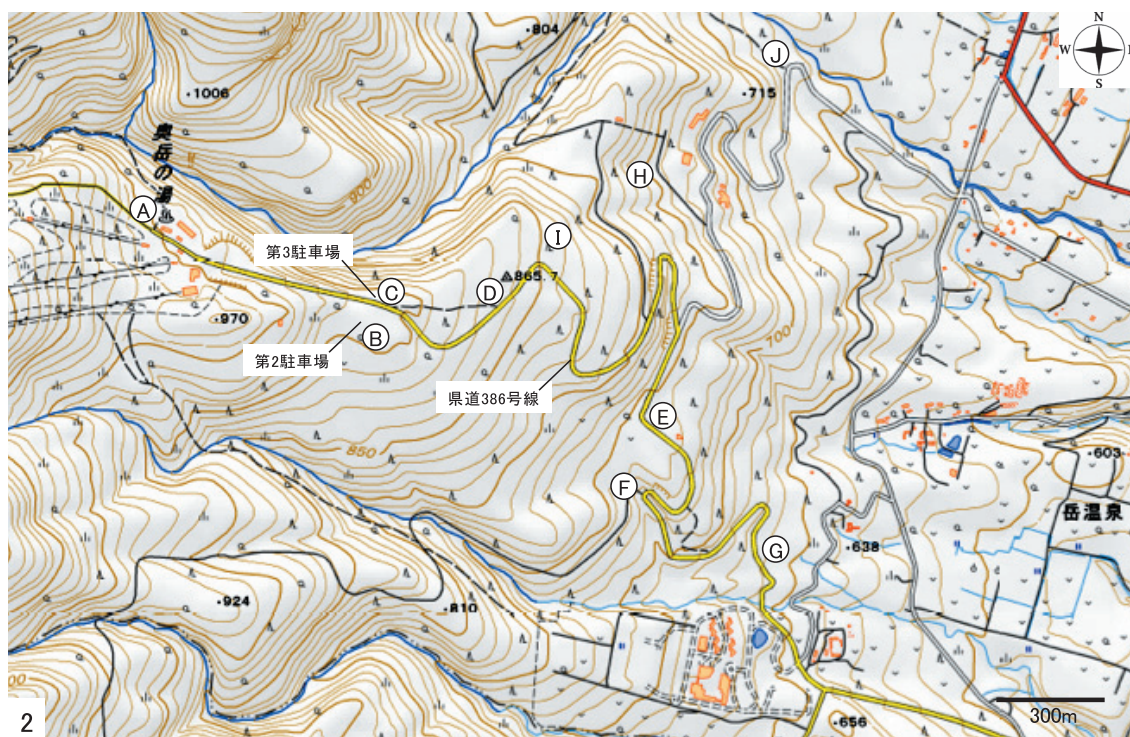


図2 岳温泉文化協会の調査地点位置図

A-Jの10ヶ所が岳温泉文化協会によるヒメボタル成虫の発生個体数調査地点である。

表1. 岳温泉文化協会による調査によって確認された各調査地点におけるヒメボタル成虫の発生個体数

調査年	A地点	B地点	C地点	D地点	E地点	F地点	G地点	H地点	I地点	J地点	総数	調査期間	調査回数	最多発生日*
2000年	288			17	24	20	30				379	7月2日-7月30日	4回	7月10日
2001年	180		80	140	80	20	5				505	6月28日-7月31日	9回	7月8日
2002年	3	26	5	17	27	4					82	6月30日-7月29日	4回	7月2日**
2003年		46	2	5	17	27	4				101	6月8日-8月3日	8回	7月12日
2004年		80	40	560	90	13		200		2	985	6月22日-7月24日	8回	7月6日***
2005年		20	10	183	10	5					228	6月18日-7月24日	8回	7月15日****
2006年		120	10	189	25	8			2		354	6月27日-7月26日	8回	7月12日
2007年		4	127	30	8						169	6月26日-7月24日	7回	7月6日
2008年		27	242	36	75						380	6月25日-7月25日	9回	7月16, 17日
2009年		40	27	46	47	5	7				172	6月28日-7月20日	8回	7月11日
2010年		20	12	10	15						57	6月23日-7月19日	4回	7月2日****
2011年		2	40	84	82						208	7月5日-7月14日	3回	7月12, 14日
2012年		24	20	73	106						223	6月22日-7月14日	5回	7月14日
2013年		2	2	3							7	7月6日-7月31日	5回	7月11日
2014年	9	20		30	33						92	7月1日-7月22日	5回	7月8日
2015年	130	18	10	50	17						225	7月4日-7月19日	5回	7月14, 15日
2016年	29		2	2							33	7月2日-7月11日	2回	7月2日*****
2017年	109	6	3	4	1						123	7月7日	1回	7月7日
2018年	31	13	30								74	7月8日	1回	7月8日

\* 調査を実施した日の中で最も多くの個体を確認した日を最多発生日とした。

\*\* 2002年は7月2日は42個体、7月18日は40個体を確認している。

\*\*\* 2004年は7月6日は210個体、4日と9日は200個体を確認している。

\*\*\*\* 2005年は7月15日は73個体、13日は70個体を確認している。

\*\*\*\*\* 2010年は4回の調査のうち2回は0個体で、7月2日は32個体、10日は25個体を確認している。

\*\*\*\*\* 2016年は2回の調査で、7月2日は17個体、11日は16個体を確認している。

は断言できない。

## 4. 2019-2020 年に実施したヒメボタル調査

### 4-1. 調査方法

#### 4-1-1. 成虫の個体数計数調査

成虫の発生個体数と生息状況調査は、2019 年は 7 月 1 日、5 日、10 日、11 日、17 日、25 日、28 日の 7 回、2020 年は 7 月 3 日 (2 回)、8 日、13 日、16 日、20 日、8 月 4 日の 7 回実施した。調査地点は岳温泉文化協会による調査地点 A, B, C, D の 4 地点を中心とした (図 2, 3)。A 地点はあだたら溪谷奥岳自然遊歩道入口から約 100m の範囲で、路傍、左側の林縁部、草地の周辺、左奥のテニスコート周辺、正面のササ類が生える場所などを調査地とした (図 4A)。B 地点はあだたら高原スキー場第 2 駐車場で、C 地点は第 3 駐車場である。B 地点の奥には周囲をフェンスで囲まれた建造物 (雨量計) があるが、その周囲の林内及び林縁部を調査地とした (図 4B)。C 地点は第 3 駐車場の周囲で、南側は県道 386 号線との間に残る樹林帯沿い、東側、西側、北側は林縁部を調査地とした (図 4C)。D 地点は C 地点から林内を抜けて県道 386 号線に出る出口付近で (図 4D)、調査地ではなく、以下に記すルートセンサス調査の出発点である。A 地点、B 地点、C 地点では、調査地内を 5-10 分かけて歩きながら、発光する成虫の個体数をカウンターで計数した。ただし、これらの地点における調査は毎回実施した訳ではない (表 2)。また、C 地点から D 地点へと向かう林内 (図 4E) でも 2019 年 7 月 25 日と 2020 年 7 月 3



図 3 2019 年と 2020 年の調査地点位置図

岳温泉文化協会によるヒメボタル成虫の発生個体数調査地点のうち、A 地点から C 地点は同じ調査地点である。調査は主として D 地点から C 地点までの県道 386 号線沿いにおけるルートセンサス調査として実施した。\*印を付した 4 ヶ所は、2020 年 11 月 1 日と 11 月 14 日に落葉落枝 (リター) 層を採取した地点である。D 地点に近い 2 ヶ所が 2020 年 11 月 1 日にリターを採取した地点、C 地点に近い 2 ヶ所が 11 月 14 日にリターを採取した地点である。



日の2回、歩きながら発見した成虫の個体数をカウンターで計数した。毎回調査を実施したのは、D地点からC地点までの県道386号線沿いにおけるルートセンサス調査で、この区間を約15分かけて歩き、左右と前で発見した成虫の個体数を、カウンターを用いて計数した。また、D地点を出発する時点での気温と天候を記録した。

#### 4-1-2. 幼虫の分布調査

ヒメボタル幼虫がどのような環境にどれくらいの密度で生息しているのか、餌となる陸産貝類がどれくらいの密度で分布しているのかを把握するため、2020年11月1日と11月14日に、2019年と2020年にルートセンサス調査を実施したルート沿いのアカマツが混じる落葉広葉樹林の森林内（標高860-870mの間）と林縁部（図4F、標高870-880mの間）から土壌試料（主に落葉落枝層）を採取した：11月1日は森林内の2ヶ所



図4 2019年と2020年の調査地点

A地点はあだたら溪谷奥岳自然遊歩道入口から約100mの範囲で（A、2019年6月27日塘撮影）、標高約950mの場所である。B地点はあだたら高原スキー場第2駐車場の奥で、標高約900mの場所である。向かって右側は周囲をフェンスで囲まれた建造物（雨量計）の周辺で（B、2019年6月27日塘撮影）、左側はアカマツが混じる落葉広葉樹林の林縁部である。C地点は第3駐車場の周囲で、標高約900mの場所である。南側は県道386号線との間に残る樹林帯沿い（C、2019年6月27日塘撮影）、東側、西側、北側は林縁部である。D地点はC地点から林内を抜けて県道386号線に出る出口付近で（D、2019年6月27日塘撮影）、標高約865mの場所である。この場所からC地点である第3駐車場までをセンサス調査のルートとした。

から、11月14日はやや湿った林縁部の2ヶ所から落葉落枝を採取した。土壤試料の採取地点を図3に記した。

ヒメボタル幼虫の調査はピットフォールトラップを用いた方法(フィルムケースやコニカルチューブなどの容器の中にヒメボタルの幼虫の餌となる軟体動物の肉片などを入れ、容器の上面が地表と同じ位置になるように地中に埋める方法。肉片に誘引された幼虫が容器中に落下し、捕獲される)で実施されることが多いが(松田ら, 2010), 本調査では幼虫の分布と、餌となる陸産貝類の生息密度の概要を知りたかったため、ピットフォールトラップ法ではなく、土壤動物を抽出し、その中からヒメボタルの幼虫や陸産貝類を探す方法を選択した。森林内や林縁部の林床から落葉落枝試料約3リットルを採取し、吉井式ツルグレン・ファネル(125Wのスタンレー赤外線電球使用、試料の受網の目合5mm, 受網の直径38cm)に約72時間かけることによって土壤動物を70%エタノール中に抽出した。得られた土壤動物からヒメボタル幼虫と陸産貝類を選別した。

## 4-2. 調査結果

### 4-2-1. 成虫の個体数

2019年は7月1日から28日までの期間に7回の調査を実施した。7月10日までの3回の調査では、ヒメボタル成虫の発生は認められなかったが、翌日の11日には多数の個体が認められた(表2)。この日はガスが発生し、霧雨状態で、気温も16-17℃と低かったが、C-D地点間で94個体を確認した。結局これが2019年における最大の確認個体数となった。C地点でもこの日に確認した10個体が最大数であった(表2)。6日後の7月17日も11日と同様にガスが発生していたが、D地点出発時の気温は20℃と高く、条件は良かったものの、C-D地点間で14個体しか確認できなかったため、2019年は一斉に出現し、その後、個体数を減らしていったように思われる。2019年の調査は7月



図4 2019年と2020年の調査地点(続き)

C地点からD地点へと向かう林内(E, 2019年6月27日撮影)でも調査を実施した。ヒメボタル幼虫とその餌となる陸産貝類の生息密度調査のため、ルートセンサス調査を実施したルート沿いの落葉広葉樹林内と林縁部(F, 2020年4月29日撮影)で落葉落枝層を採取した。

28日が最後で、気温 25℃、晴と条件は良かったが、A 地点で 2 個体、C 地点で 1 個体を確認したのみで、C-D 地点間では確認できなかった（表 2）。2019 年の発生は 7 月末までにほぼ終わったものと思われる。

2020 年は 7 月 3 日から 8 月 4 日までの期間に 7 回の調査を実施した（7 月 3 日は 2 回に分けて調査を実施した）。最初の調査を実施した 7 月 3 日の時点ですでにヒメボタル成虫は出現しており、C-D 地点間で 100 個体以上の発生を確認した（表 2）。この日は 19:40-19:55 と 20:10-20:25 の 2 回、時間を変えて調査したが、1 回目が 158 個体であったのに対して、2 回目は若干減り、100 個体の確認となった。2 回ともガスが発生しており、気温は 17℃と低かったが、2 回目の調査時には霧雨状態であったことが確認個体数の減少の原因ではないかと思われる。C-D 地点間で 100 個体以上の発生が確認されるのは、7 月 13 日まで続き、7 月 16 日も 97 個体が確認された（表 2）。この日は B 地点と C 地点での確認個体数がそれぞれ 21 個体、19 個体と最大となった。7 月 20 日の C-D 地点間で確認された個体数は 35 個体と少なかったが、A 地点では 16 個体が確認された。2020 年は 7 月 20 日の 1 回しか A 地点での調査を実施しなかったが、他の調査地と同様に発生個体数は多かったのではないかと思われる。2019 年の調査は実質的にはこの日が最後で、8 月 4 日にも調査を行ったが、B 地点、C 地点、C-D 地点間のいずれにおいてもヒメボタル成虫は確認できなかった（表 2）。2020 年の発生も前年同様に 7 月末までにほぼ終わったのではないかと思われる。

2020 年は最初の調査で多数のヒメボタル成虫の発生が確認されたため、この年のヒメボタルの発生がいつから始まったのかについては不明であるが、前年の 2019 年も 7 月 10 日までは発生が認められなかったのにも関わらず、11 日に 100 個体近くが突然出現したことから考えると、2020 年もヒメボタル成虫の発生は徐々に個体数が増加したのではなく、一斉に始まったのではないかと思われる。2019 年と 2020 年の両年において、ヒメボタルの発生期間はおそらく 7 月の 1 ヶ月間であったと思われる（2020 年は 6 月下旬から発生し始めていたかもしれない）。この結果は岳温泉文化協会が 2000 年から実施してきた調査結果とも一致する（表 1）。岳温泉文化協会による調査では、発生の際

表2. 2019年と2020年に実施した調査で確認された安達太良高原のヒメボタル成虫の発生個体数

調査年月日	C-D地点間の調査時間	D地点出発時の気温(°C)と天候	A地点	B地点	C地点	C-D地点間	C-D地点間(森林内)	備考
2019年	7月1日							
	7月5日							
	7月10日							
	7月11日	20:00-20:15 16-17	ガス	6		10	94	霧雨
	7月17日	20:00-20:15 20	ガス	8	0	0	14	
	7月25日	20:00-20:15 24	晴				12	4
	7月28日	20:00-20:15 25	晴	2	0	1	0	
2020年	7月3日	19:40-19:55 17	ガス			5	158	3
	7月3日	20:10-20:25 17	ガス				100	霧雨
	7月8日	19:50-20:05 19-20	曇		10		118	
	7月13日	19:45-20:00 16	ガス			10	157	最初小雨
	7月16日	19:40-19:55 16	ガス		21	19	97	後に曇
	7月20日	19:45-20:00 21	曇	16	7	12	35	
	8月4日	19:45-19:55 23	晴		0	0	0	

A地点の調査時間は5-10分、B地点、C地点の調査時間は約5分。

C-D地点間の調査を実施した後で、C地点、B地点、A地点の順で調査した。C-D地点間(森林内)はC-D地点間の調査前に調査した。

ーク（最大個体数が確認された日）には年変動があり，7月上旬の年もあれば，中旬の年もある（表1）。

C-D 地点間を含むあだたら高原スキー場第2，第3 駐車場付近においては，2019 年は7月中旬，2020 年は7月上旬～中旬が発生のピークであったものと思われる（表2）。大場（1976a）は安達太良高原のヒメボタルは例年7月20日前後に発生すると述べているが，近年の安達太良高原のヒメボタルの発生状況をみると7月20日頃は発生を終盤に相当することから，30年以上の時を経て，安達太良高原のヒメボタルの発生時期はかなり早くなったものと考えられる。また，大場（1976a）は安達太良高原のヒメボタルは気温21℃前後で無風のときに多いと記しているが，2019年と2020年の調査では気温20℃未満でも多くの個体数の発光活動が見られ（表2），雄は活発に飛翔することが確認された。2019年と2020年の調査において，7月中旬までの20時頃はガスが発生することが多く，気温も20℃未満のことが多かった（表2）。したがって，大場（1976a）が指摘した気温21℃前後というのは7月20日前後という発生時期によるものであり，実際には20℃未満（16-17℃）でもヒメボタルの成虫は十分に活動可能である。

2019年と2020年の調査ではC-D 地点間におけるヒメボタル成虫の発生個体数が多く（図5），特に奥岳温泉に向かって右側のアカマツが混じる落葉広葉樹林の林縁部で多くの個体を確認することができた。林内にもヒメボタルは生息していたが，C-D 地点間の森林内での確認個体数は3-4個体と少なかったため（表2），林縁部の個体数の方が



図5 C-D 地点間で発光するヒメボタル成虫

D 地点から C 地点までの県道 386 号線沿いにおけるルートセンサス調査で確認された発光するヒメボタル成虫（2020年7月9日渡辺撮影，撮影条件 ISO100，ワイド 18mm， $f = 3.5$ ，開放 289.5s）。奥岳温泉方面に向かって右側の林縁部付近で確認された発光個体（各個体の脇に番号を付した）。発光しているヒメボタル 23 個体が撮影されている。

多いように思われる。県道 386 号線上を飛翔する雄個体も見られたが、林縁部で飛翔したり、静止して発光したりする個体の方が多かった。C 地点では 2019 年と 2020 年の 7 月上旬は県道 386 号線との間に残る樹林帯沿いと東側の林縁部にいる個体が多かったが、2020 年の 7 月中旬以降は北側の林縁部でも比較的多くの個体を確認することができた。一方、西側の林内や林縁部では飛翔中の個体を除き、ほとんど発光する個体を確認することはできなかった。大場 (1976a) による安達太良高原でのヒメボタル調査は標高 950-1000m の場所で行われたようなので、おそらく A 地点に近い場所であったものと考えられる。A 地点では岳温泉文化協会による 2015 年と 2017 年の調査では 100 個体以上が確認されているが (表 1)、2019 年と 2020 年の調査ではそれほど多くの発光個体を確認することはできなかった (表 2)。A 地点は付近に建物やテニスコート、駐車スペースがあり、環境に対して人為的な負の影響が強く生じる場所であるため、大場 (1976a) が調査を実施した時代と比べて、環境がずいぶん改変されてしまった可能性が高い。

2019 年と 2020 年の調査結果を比較すると、発生個体数と発生開始時期に違いが認められた。発生個体数は 2019 年よりも 2020 年の方が圧倒的に多かった (表 2)。2019 年と 2020 年を比較して大きく異なった点の一つは、2020 年は新型コロナウイルス感染防止対策のため、奥岳温泉の営業時間が短縮されたことである。通常奥岳温泉はヒメボタルの発光活動時間中である 20:00 まで営業しているため、県道 386 号線の交通量は比較的多い。しかし、2020 年はヒメボタルの発光活動時間前に営業が終了したため、交通量は 2019 年と比べて激減した。また、あだたら高原スキー場が 50 万球もの電飾で装飾される「あだたらイルミネーション」は 8 月 1 日から開催されたが、それまでの間はスキー場のロープウェイ乗り場や奥岳温泉の照明もヒメボタルの発光活動時間前には消灯された。安達太良高原のヒメボタルは成虫になるまで 2 年を要するとされるため、交通量や照明の消灯によって発生個体数が増える訳ではないが、林内から道路に近い林縁部へと出現する個体数の増加には寄与したのかもしれない。岳温泉文化協会の調査結果は、年によって調査期間や調査回数が異なるため、その調査結果から安達太良高原のヒメボタルの発生個体数に年変動があるか否かを判断することは難しい。一方、2019 年と 2020 年は 7 月の 1 ヶ月間、約 1 週間に 1 回の頻度というほぼ同様の調査期間、調査回数で、調査時間を一定にした定量的な調査を実施したが、発生個体数に明らかな違いが認められた (表 2)。したがって、安達太良高原のヒメボタルには発生個体数の年変動がある可能性が高いものと思われる。

安達太良高原のヒメボタル成虫は、2019 年は 7 月中旬から、2020 年は 7 月上旬 (あるいは 6 月下旬) から発生が始まったものと考えられる (表 2)。ヒメボタルの羽化がどのようなタイミングで決定されるのかは不明であるが、成虫の羽化時期については年間の平均気温が大きく影響していることが指摘されている (大場, 1976b, 1978)。また、発生初見日は有効積算温量や降水量との関連も示唆されている (梯ら, 2013; 安田ら,

2014)。さらに、幼虫の成長には幼虫の生活空間や蛹化する場所でもある土壌の温度に影響を及ぼす気温が関わっている可能性が考えられる。安達太良高原のヒメボタルは成虫になるまで2年を要することが明らかにされているので(大場, 1976a), 成虫になるまでの2年間の気温や積算温量を比較した(表3)。表3に示した気象データは気象庁の観測データ(<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>)で、安達太良高原のヒメボタル生息地から約9.7km離れた二本松市金色久保(標高約235m)での観測値である。観測地点と安達太良高原のヒメボタル生息地との標高差は約665mあるため、気温は安達太良高原のヒメボタル生息地の方が約4.3℃低いと見積もられる。年平均気温は、2017年は12.3℃と2018年から2020年までの3年間と比較するとやや低い。そのため、1年間の積算温量も2017年が4527日度とその後の3年間と比べると300日度ほど低い。2019年に出現した成虫は2017年7月に産卵された卵由来、2020年に出現した成虫は2018年7月に産卵された卵由来であると考え、2017年7月から2019年6月までと2018年7月から2020年6月までの平均気温と積算温量をそれぞれ算出したところ、前者は12.9℃と9496.1日度、後者は13.3℃と9751.8日度と大きな違いが認められた。また、成虫が羽化する前月に相当する6月の平均気温も2019年の方が低かった。安達太良高原のヒメボタル幼虫の発育零点は不明であるため、有効積算温量は算出できないが、2019年の発生開始時期が2020年よりも遅かったのは、2017年や羽化直前の2019年6月の気温の低さに起因する卵～蛹の時期の積算温量の違いが原因かもしれない。成虫が羽化する前月に相当する6月の降水量にも2019年と2020年には差があり、降水量は2020年の方が少なかった(表3)。6月下旬の降水状況は、2019年は27日3mm, 28日2mm, 29日13.5mm, 30日45mmとかなり降雨があったのに対して、2020年は26日6.5mm, 28日12.5mm, 30日8mmと2019年より降雨は少なかった(気象庁の観測データより引用)。このことも発生開始時期に影響を及ぼしたのかもしれない。

表3. 二本松市の気象データ

		平均気温(°C)	積算温量(日度)	降水量(mm)
2017年	1年間	12.3	4526.9	
2018年	1年間	13.3	4893.7	
2019年	1年間	13.1	4801.3	
	6月	19.5	584.9	179.0
	7月	22.5	697.1	207.5
2017年7月から2019年6月まで		12.9	9496.1	
2020年	1年間	13.3	4874.3*	
	6月	21.7	649.7	54.5
	7月	22.4	694.4	422.5
2018年7月から2020年6月まで		13.3	9751.8	

気象データは気象庁による二本松市金色久保(標高約235m)での観測値である。

\* 2020年の2月は28日間として計算した。

#### 4-2-2. 幼虫の分布

2020年に実施した2回の土壌動物相調査の結果を表4に示した。アカマツが混じる落葉広葉樹林の森林内2ヶ所と林縁部2ヶ所から採取したリター（落葉落枝層）試料からは多様な土壌動物が抽出されたが、ヒメボタルの幼虫は11月14日にヒカゲノカズラ類のようなシダ植物が生えるやや湿った林縁部のリターから中齢幼虫と思われる1個体が採集されたのみであった（表4、図6A）。ヒメボタルの幼虫は夜行性で、日中は土の表層や落ち葉の下で生活していること（松田ら、2010）、夜間も土中にいること（大場、1976b）が知られているが、今回の調査では森林内や林縁部の土壌は採取しなかったこと、リターの採取は日中であったことから、1個体しか採集されなかったのかもしれない。一方、ヒメボタルの幼虫の餌となり得る陸産貝類は11月1日に採取した森林内のリターと11月14日に採取した林縁部のリターの両方から得られた（図6B）。しかし、その個体数は5~6個体であり（表4）、大場（1976a）が指摘したとおり、生息密度は高いとは言えなかった。また、ベッコウマイマイ類と思われるものがほとんどで、オカチョウジガイは含まれていなかった。今回リターを採取した2ヶ所を比較すると、土壌やリターの湿度は明らかに林縁部の方が高かったが、得られた陸産貝類の個体数に大きな差はなかった。C地点からD地点までの間に広がる落葉広葉樹林内において、陸産貝類の分布密度は森林内と林縁部との間でそれほど大きな違いはないものと思われる。ただし、1個体とは言え、ヒメボタルの幼虫がリター層から採集されたのは湿度がより高い場所であったので、そのような場所（林縁部とは限らない）に餌となる陸産貝類は多く、幼虫の密度も高いのかもしれない。

表4には本調査で記録された土壌動物を記したが、森林内と林縁部の土壌動物相を比較しても、両者の間に顕著な違いは認められない。日本自然保護協会（編・監修）（1994）は32種群の土壌動物を自然の豊かさを測る指標生物として利用する方法を提案しているが（Aグループに属する10種群は5点、Bグループに属する14種群は3点、Cグル

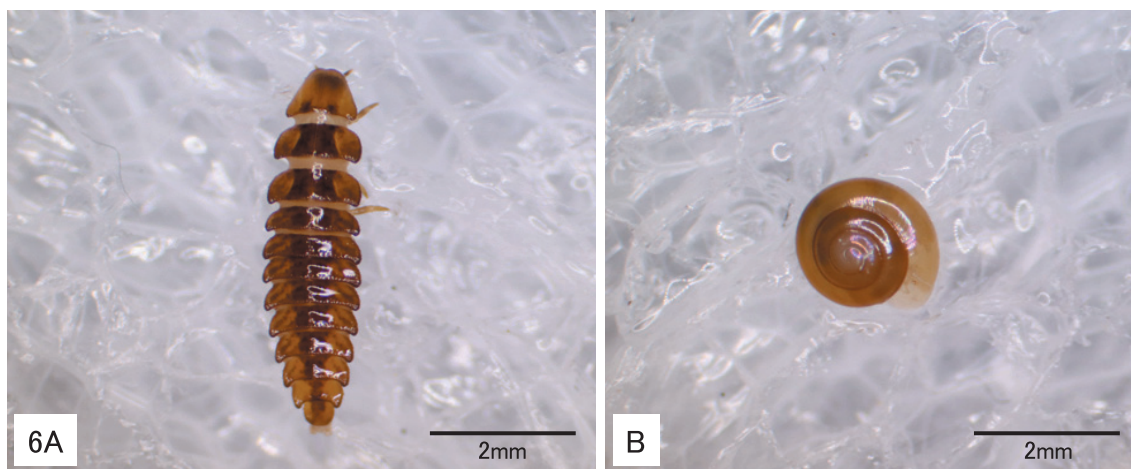


図6 ヒメボタル幼虫及び餌資源となる陸産貝類

A: 落葉広葉樹林の林縁部にて採集されたヒメボタル中齢幼虫。B: 落葉広葉樹林の林縁部にて採集されたベッコウマイマイ類。ヒメボタル幼虫の餌資源となる陸産貝類である。

ープに属する8種群は1点で、32種群すべてが出現すると100点となる)、その方法に基づいて森林内と林縁部の自然の豊かさを数値化したところ、森林内は50点、林縁部は47点となり、両者の間に差は認められなかった(表4)。青木(2005)は点数の目安として、若い雑木林や人工林は35-45点、成熟した雑木林(二次林)は55-65点との数値を提示している。これを参考にすると、C地点からD地点までの間に広がる落葉広葉樹林は、ほぼ成熟した雑木林と言えそうである。ヒメボタルの幼虫が生息するC地点とD地点間の落葉広葉樹林は、自然がよく保たれた自然林や神社林(60-75点)のようなAグループに属する土壌動物種群の出現頻度は高くないものの、多様な土壌動物が生息している環境であると考えられる。ヒメボタルの幼虫は陸産貝類だけでなく、捕獲用ト

表4. 安達太良高原のC-D地点間の落葉広葉樹林における土壌動物相

		2020.11.1採取	2020.11.14採取
土壌動物群名		森林内	林縁部
Aグループ (5点)	ザトウムシ	×	○
	ヤスデ	○	○
	ジムカデ	○	○
	ヒメフナムシ	○	×
	アリヅカムシ	○	○
	陸産貝類	○5個体	○6個体
Bグループ (3点)	カニムシ	○	○
	イシムカデ	○	○
	カメムシ*	○	○
	ゴミムシ	○	×
	ゾウムシ	○	○
	コウチュウ(幼虫含む)**	○	○
Cグループ (1点)	ダニ	○	○
	クモ	○	○
	トビムシ	○	○
	ハネカクシ	○	○
	アリ	○	○
	ハエの幼虫***	○	○
	ヒメミミズ	○	○
その他	カマアシムシ	○	○
	バッタ	×	○
	チャタテムシ	○	×
	アザミウマ	○	○
	ハチ	○	○
	ガ類(チョウ目)幼虫	○	○
	ヒメボタル幼虫	×	○1個体(中齢)
点数(点)	50	47	

\* アメンボ, ヨコバイ亜目, カイガラムシを含む。

\*\* アリヅカムシ, ゴミムシ, ゾウムシ, ハネカクシ, ヒメボタル以外の甲虫類。

\*\*\* 成虫含む。



ラップ内ではゴミムシ類、ハマトビムシ類、ヤスデ類、ヒメフナムシ類の死骸を捕食すること（安岡，2010），飼育環境下ではミミズ類やワラジムシ類などの土壤動物の死骸を摂食し，脱皮・成長することから，野外でもこれらを一時的な餌資源として利用している可能性があることが指摘されている（西嶋ら，2010）。そのため，森林内に陸産貝類の生息密度はそれほど高くないものの，死骸となった時に餌資源として利用できるヒメミミズ類やヒメフナムシ類のような土壤動物が豊富に生息していることが，個体群を維持する上で重要であるのかもしれない。

## 5. 生息地保全のための提言

安達太良高原のヒメボタルに関する2019年と2020年の調査の結果，両年の間で発生個体数に顕著な差があることが明らかになった（表2）。しかし，少なくともC-D地点間においては，発生ピーク時において，約100個体のヒメボタルが発生することが確認できた。発生個体数が多かった2020年にA地点，B地点，C地点で確認された個体数も2019年より多く，2020年はC-D地点間だけが顕著に発生個体数が多かった訳ではないと考えられる。一方，岳温泉文化協会による調査において，A地点，B地点，C地点において，100個体以上の個体数が確認された年がある（表1）。しかし，発生個体数が多かった2020年であってもA地点，B地点，C地点でそこまで多くの個体は確認されていない。これは安達太良高原のヒメボタルの発生個体数は減少傾向にあることを示唆しているのかもしれない。

A地点は前述したとおり，付近に建物やテニスコート，駐車スペースがあり，人為的な攪乱による負の影響が強く生じる場所である。B地点とC地点はスキー場の駐車場であり，登山シーズンにも利用される。したがって，A地点，B地点，C地点の環境をヒメボタルにとって好適な状態に維持，あるいは改善することは非常に困難ではないかと思われる。一方，C-D地点間は県道386号線沿いであるが，ルート沿いのアカマツが混じる落葉広葉樹林は現在のところ，人為的な攪乱が生じる場所とはなっていない。そして，その林縁部ではリター層から中齢幼虫も見出され，幼虫の餌資源となる陸産貝類も，オカチョウジガイは未発見であったが，生息が確認された。ヒメボタルの幼虫は，生息環境として地温の高い環境を選択していることや，土壤水分が多い場所で行動がより活性化することが知られている（梯ら，2013）。幼虫が採集された場所や陸産貝類が採集された場所は林縁部のため，林内よりも地温は高いと思われ，シダ類が生える環境であることから考えると，土壤水分も比較的高いと考えられる。幼虫にとっては陸産貝類など餌資源となり得る土壤動物の量と土壤水分量が重要と考えられるため（零田・斎藤，2019），安達太良高原のヒメボタルの持続的な発生のためにはC-D地点間のアカマツが混じる落葉広葉樹林を適切に管理・維持することが重要である。安達太良高原のヒメボタル保護のためにはC地点やD地点周辺の自然環境保全が重要であることは鈴木ら（2007）も指摘している。

ヒメボタルの個体群保全のためには、その生態解明の必要性が指摘されている（西嶋ら，2010；梯ら，2013）。ヒメボタルの幼虫はかなり広範囲に分布しているが，分布の密度に濃淡があること（小原，2010），幼虫の分布様式は集中分布であるため，環境の改変がなされる際には，その空間分布を把握しておかないと個体群の個体数を大きく損ないかねないことが指摘されている（梯ら，2013）。しかし，ヒメボタルの幼虫は谷に近い場所で多いという報告がある一方で（栗田・斎藤，2019），斜面中腹に多く，谷底には少ないとの報告もある（小原，2010）。以上の結果は，ヒメボタルの幼虫が集中分布する場所は地域によって異なることを示唆するものである。したがって，安達太良高原のヒメボタルを保全するためには，まずは C-D 地点間のアカマツが混じる落葉広葉樹林において幼虫が集中分布する場所を明らかにする必要がある。幼虫の分布の詳細が明らかになるまでは，C-D 地点間の落葉広葉樹林の環境改変は避けるべきである。また，林縁部の環境を現在と同様に適切に管理すること（道路脇の草本植物の刈り払いや道路へ張り出した枝の剪定など）も必要であろう。さらに，ヒメボタル成虫の発生時期（7月中）はロープウェイ乗り場の照明の点灯を 19:00-21:00 の間は控えるなどの配慮が必要かもしれない。

安達太良高原のヒメボタルは，この場所由来の個体がヒメボタルの生活史解明の材料として用いられたという意味で重要である。発生個体数には年変動があるとは言え，2019 年と 2020 年の調査によって，発生個体数が減少している可能性が示唆された。今後も，「生活史解明の模式個体群」とも言える安達太良高原のヒメボタルの発生を持続させるためには，地域協働で保全に取り組む必要があるのではないかと思われる。成虫の発生ピーク時にヒメボタルの観察イベントを開催し，その貴重性をアピールする，定量的な方法に基づく成虫の発生個体数調査，幼虫の分布調査を地元の学校関係者（教職員，生徒・児童，保護者など）にも協力を呼びかけて実施するなどしてはどうだろうか。安達太良高原のヒメボタルの知名度を上げ，調査に地域住民が参加することによって持続的行動が可能になれば，個体群保全が実質化するものと考えられる（cf. 大場，2005b）。

## 謝辞

2019 年と 2020 年の二本松市安達太良高原におけるヒメボタルの生息状況調査は，二本松市教育委員会の職員の皆様，岳温泉文化協会の皆様，福島大学大学院共生システム理工学研究科修士の太友真夏さん，福島大学共生システム理工学類の岡山日向君にご協力頂いた。2019 年と 2020 年に実施した調査は，二本松市と福島大学の共同研究（研究題目：二本松市安達太良高原に生息するヒメボタルの生息状況に関する研究，研究期間：令和元年 7 月 1 日～令和 3 年 3 月 31 日）である。岳温泉文化協会顧問の須賀紀一様には二本松市と福島大学の共同研究のきっかけを作って頂いた。以上の皆様に心から感謝申し上げます。

## 引用文献

- 青木淳一 (2005) だれでもできるやさしい土壌動物のしらべかた 採集・標本・分類の基礎知識, 合同出版, 東京.
- 羽根田弥太 (1972) 発光生物の話-よみもの動物記-, 北隆館, 東京.
- 長谷川明子・森部絢嗣・大場裕一・林 良嗣・加藤博和 (2018) ヒメボタル発光頭数と「月の満ち欠けの影響」との関係-名古屋市天白区相生山緑地の事例, なごやの生物多様性, 5: 1-10.
- 平嶋義宏 (監修) (1989) 日本産昆虫目録 I (九州大学農学部昆虫学教室・日本野生生物研究センター共編), 九州大学農学部昆虫学教室, 福岡.
- 梯 公平・倉西良一・鎌田直人 (2013) ヒメボタル幼虫の空間分布と活動性に影響を与える環境要因: 高い土壌水分量による活性化, 保全生態学研究, 18: 45-54.
- 環境省 (編) (2015) Red Data Book 2014 5 昆虫類, ぎょうせい, 東京.
- 黒澤良彦・久松定成・佐々治寛之 (編) (1985) 原色日本甲虫図鑑 (III), 保育社, 大阪.
- 松田 学・大場由美子・小西哲朗・大場裕一 (2010) 名古屋大学構内におけるヒメボタル幼虫の分布調査, 名古屋大学博物館報告, (26): 153-163.
- 三石暉弥 (2010) 長野県におけるヒメボタル 2 型の分布, 昆虫と自然, 45(9): 11-14.
- 財団法人日本自然保護協会 (編・監修) (1994) フィールドガイドシリーズ 3 指標生物 自然をみるものさし, 平凡社, 東京.
- 西嶋 翔・安岡拓郎・前藤 薫 (2010) 陸貝類, ミミズ類あるいはワラジムシ類を給餌したヒメボタル幼虫の生存と成長, 昆虫 (ニューシリーズ), 13(2): 41-47.
- 小原 玲 (2010) 都市におけるヒメボタルの保全活動, 昆虫と自然, 45(9): 18-21.
- 大場信義 (1975) ヒメボタル *Hotaria parvula* の生活史, 横須賀市博物館雑報, (21): 5-8.
- 大場信義 (1976a) ヒメボタルの生活史, 全国ホタル研究会誌, (9): 2-3.
- 大場信義 (1976b) ヒメボタル *Hotaria tarvula* の生活史 (II), 横須賀市博物館館報, (22): 12-17.
- 大場信義 (1978) ヒメボタルの生活, インセクタリウム, 15(6): 32-36.
- 大場信義 (1998a) ホタル類, pp. 123-125. 「日本動物大百科 10 昆虫 III (日高敏隆監修)」, 平凡社, 東京.
- 大場信義 (1998b) ホタルの生物学, 昆虫と自然, 33(7): 2-6.
- 大場信義 (2005a) ホタル科, pp. 237-243. 「日本産幼虫図鑑 (石綿進一・花田聡子・林文男・山崎柄根・上村佳孝・青木典司・林 正美・野崎隆夫・福田晴夫・岸田泰則・林 長閑・篠原明彦・篠永 哲監修)」, 学研, 東京.
- 大場信義 (2005b) 里山のホタルを守るとりくみ, pp. 52-54. 「生態学からみた里山の自然と保護 (石井 実監修・財団法人日本自然保護協会編)」, 講談社サイエンティフィク, 東京.
- 大場信義 (2010a) ヒメボタルの研究とその保護の進展, 昆虫と自然, 45(9): 2-6.

- 大場信義 (2010b) 日本のホタルの多様性-その成り立ちと恵み, 昆虫と自然, 45(11): 13-18.
- 大場信義 (2016a) ヒメボタルの 2 生態型について, 全国ホタル研究会誌, (49): 25-27.
- 大場信義 (2016b) ヒメボタルの研究経過と現状, 全国ホタル研究会誌, (49): 28-33.
- 大場裕一 (2015a) 第 11 章 ホタルが光を放つとき-タンパク質の進化がもたらす多様性の世界, pp. 505-540. 「遺伝子から解き明かす昆虫の不思議な世界 地球上で最も繁栄する生き物の起源から進化の 5 億年(大場裕一・大澤省三・昆虫 DNA 研究会編)」, 悠書館, 東京.
- 大場裕一 (2015b) このは 10 光る生き物はなぜ光る?, 文一総合出版, 東京.
- 大場裕一 (2018) 第 3 章 愛をささやく昆虫たちのことば-離れていても想いは伝わる, pp.140-184. 「昆虫たちの不思議な性の世界 進化するムシたちのラブストーリー (大場裕一編)」, 一色出版, 東京.
- 公益財団法人おかやま環境ネットワーク (2016) おかやまのホタルをよむ〜市民によるホタルの保護〜, 公益財団法人おかやま環境ネットワーク, 岡山.
- 雫田享佐・斎藤昌幸 (2019) 山形県庄内地方におけるヒメボタル (*Luciola parvula*) の生息環境評価, 景観生態学, 24(1&2): 61-69.
- 鈴木浩文 (2010) ミトコンドリア DNA からみたヒメボタル集団の遺伝的多様性と地理的分化, 昆虫と自然, 45(9): 7-10.
- 鈴木孝雄・佐藤勝三・斎藤郷太郎・須賀紀一・村上克恭 (2007) ヒメボタル観察記録, 根びらき (岳温泉文化協会創立 5 周年記念誌), 岳温泉文化協会, 二本松.
- 安田和代・長瀬昌宏・松永好康 (2014) 名古屋城外堀に生息するヒメボタル *Luciola parvula* の発光数の記録, なごやの生物多様性, 1: 71-75.
- 安岡拓郎 (2010) ヒメボタル幼虫の餌資源, 飢餓耐性, 天敵, 昆虫と自然, 45(9): 15-17.

二本松市文化財調査報告書第 75 号

---

安達太良高原のヒメボタル  
—令和元・2年度学術調査報告書—

令和3年3月30日発行

編集・発行 福島県二本松市教育委員会  
福島県二本松市金色403番地1 ☎0243-55-5154

印刷 有限会社 未来テレポート  
福島県二本松市若宮2-163-1 ☎0243-22-8444

---

©2021

