

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

長谷川 明子⁽¹⁾ 森部 絢嗣⁽²⁾ 大場 裕一⁽³⁾
林 良嗣⁽⁴⁾ 加藤 博和⁽⁵⁾

- (1) 名古屋大学工学部 〒464-8603 名古屋市千種区不老町
(2) 岐阜大学野生動物管理学研究センター 〒501-1193 岐阜市柳戸1-1
(3) 中部大学応用生物学部 〒487-8501 春日井市松本町1200番地
(4) 中部大学総合工学研究所 〒487-8501 春日井市松本町1200番地
(5) 名古屋大学大学院環境学研究科 〒464-8603 名古屋市千種区不老町

Analysis of relationship between the abundance of emergence firefly and the influence of the moon topology : The case of the Aioi-yama Green Area in Nagoya City

Akiko HASEGAWA⁽¹⁾ Junji MORIBE⁽²⁾ Yuichi OBA⁽³⁾
Yoshitsugu HAYASHI⁽⁴⁾ Hirokazu KATO⁽⁵⁾

- (1) School of Engineering, Nagoya University, Furo-cho Chikusa, Nagoya City, Aichi, 464-8603, Japan
(2) Research Center for Wildlife Management, Gifu University, 1-1 Yanagido, Gifu City, Gifu, 501-1193, Japan
(3) Department of Environmental Biology, Chubu University, 1200 Matsumoto-cho, Kasugai City, Aichi, 487-8501, Japan
(4) Institute of Science and Technology Research, Chubu University, 1200 Matsumoto-cho, Kasugai City, Aichi, 487-8501, Japan
(5) Graduate school of Environmental Studies, Nagoya University, Furo-cho Chikusa, Nagoya City, Aichi, 464-8603, Japan

Correspondence:

Akiko HASEGAWA E-mail: has460@hotmail.com

要旨

ヒメボタル (*Luciola parvula*) は、日本にのみ生息し、都市部でも見ることができる陸棲の昆虫である。5月末から6月上旬にかけて発生のピークを迎え、同調して発光する状況を夜に見ることができる。しかし、月夜ではホタルの発光が見えにくくなることから、ヒメボタルの発生が少なくなると一般的には考えられていた。本研究では、名古屋市の相生山緑地において、2002年から2014年までの13年間に於いてヒメボタル成虫の発光頭数を調査し、ヒメボタルの発光頭数と月齢との関係を分析した。その結果から、その年のピーク日の「月の満ち欠けの影響」(＝月齢×出没时间)が高いほど、多く発生する傾向にあることが示唆された。

Abstract

The firefly *Luciola parvula* is an endemic species of Japan that inhabits from highland to urban area. The larvae are terrestrial, and the adults emit light for mating. At the nights from the end of

May to the beginning of June, the male adults fly with synchronous flashing.

It has been considered that the bioluminescent activities of the mating adults decrease in number at the full moon night, because moon light will disturbs to find their mates. We examined the relationship between emergence number and the moon phase for 13 years at Aioi-yama Green Area in Nagoya City. The result suggested that the adults of *L. parvula* increase in number when the numerical value of “the influence of the moon topology” (=The age of the moon phase × The time during the moon rise) is high.

序文

日本には50種のホタルが確認されている (Oba et al.2011). ヒメボタル (*Luciola parvula*) はコウチュウ目ホタル科に属する日本固有種で、明るく鮮明に発光する陸生の昆虫である。体長は5.5~9.6 mmで、水生のゲンジボタル (*L. cruciata*) 体長10~16 mmやヘイケボタル (*L. lateralis*) 体長7~10 mmに比べると小型である (黒澤, 1998)。生息地は本州, 四国, 九州, 屋久島, 五島列島に分布し, 低地から標高1600 mまでのスギ林, 竹林, カラマツ林, 雑木林, 果樹園, 神社, 河畔林などに生息している。幼虫期の餌がオカチョウチガイやキセルガイなどの陸生の貝類であること, またメスに飛翔能力が無いことから, 局地的に生息する。

発光については, ゲンジボタルやヘイケボタルの黄緑色のぼんやりとゆっくりした点滅と異なり, 黄色の明るく速い点滅である。また, 発光最盛期には多数が一斉に光り一斉に消えるという同期明滅 (シンクロ) が繰り返し見られる。同属のゲンジボタルやヘイケボタルは, 川や水田などの開けた場所に生息し, 夜でも人が外出する機会の多い6月中旬から8月の19時ごろから21時ごろをピークに発光し, 人目に触れやすい。そのため, 淡い光にもかかわらず古来よりその生息が確認されていた。しかしヒメボタルは, 樹林地や草むらなど夜に人が寄り付かないような場所に生息し, ゲンジボタルやヘイケボタルの発生ピークより早い5月中旬から6月上旬の深夜にかけて発光のピークを迎える。そのため近年まで, 一般にはその存在が意識されていなかった。ヒメボタルの分布および生活史に関する報告は, 標高の高いところに生息する (神田, 1930) と発表された以降は, 1975年に名古屋城外堀での発見報告 (大場・竹内, 1995) までなく, 福島県 (大場, 1975; 1976), 三田市 (八木, 1998), 兵庫県 (八木, 2007), 浜松市 (山田ほか, 2003) など

の報告に至る近年まで未だ調査報告は少なく, 発生頭数の変化についても不明な点が多い。

ホタルを含む夜行性昆虫については, その発生や活動が月の満ち欠けの影響を受けるとよく言われており, 様々な種類を対象に古くから研究されてきた。例えば, ヤガ科などの鱗翅類では, 満月の時にほとんど捕獲されない (Williams, 1936)。またアフリカのホタル類 (Lampyridae) は, 新月に捕獲数が多くなる (Bowden and Church, 1973)。東南アジアに生息するマラヤイネクロカメムシは, 満月近くの夜に多く捕獲され, 新月近くではほとんど捕獲されない (Ito et al, 1993)。日本の昆虫においては, 満月の3日前に交尾, 満月の日に産卵, そして満月の3日後に孵化する傾向があると言われている (林, 2009)。

ホタルは夜間に飛翔する。月明かりによって人間の目には見えにくくなることから, 一般には月夜にはホタルの飛翔が少ないと思われており, 神田 (1930, 1935) の理論が通説となっている。アメリカのグレートスモーキー山脈国立公園のホタル (*Photinus carolinus*) では, 満月の時には, 見られる時間帯が通常より遅くなる可能性がある (Great Smoky Mountains National Park HP) とされている。逆に, ツチボタル (*Lampyris noctiluca*) の成虫のメスは月齢周期の影響を受けないが, 幼虫は新月に活発に発光し, 満月ではあまり活動しないという状況がみられる (Gunn and Gunn, 2012)。

これらの事例から, ホタルの仲間も月に影響を受けているようである。しかし, ヒメボタルについてはその発生頭数と月との関係は未だ研究されておらず, その実態は不明であった。そこで本研究では, 月の満ち欠けの影響とヒメボタル発光頭数との関係について分析を行った。

材料および方法

1. 調査地

調査地は、名古屋市東南部の天白区にある相生山緑地 123.4 haのうち、都市計画道路の建設予定があり、散策道など整備された「オアシスの森」のある北部エリア約 40 haとした（図1）。当エリアは周辺にヒメボタルなど希少な生き物が生息しているため、建設工事に伴うモニタリングが実施された。まず、2002年に調査地域40 haを40 m×40 mのメッシュに区切り、その交点にあたる全域246地点で調査を実施した。そしてモニタリングの地点として、道路建設予定地及びその道路際、工事の影響を直接受けずヒメボタルが多く発生した4地点を含む約8 ha、51地点で調査を実施した（図2）。

2. 調査期間

調査期間は2002年から2014年までの13年間で、ヒメボタルが発生する5月下旬～6月上旬にかけて、3日ない

し5日間を選び、22時から24時までの時間に調査を実施した（表1）。なお、雨天日は調査中止とした。毎年のヒメボタル発生頭数は、徐々に増えピークに達した後減ることから、ピークを挟んで前後調査できる日程を選択し、前回の調査より70%の減少が見られた日で、調査を終了した。ピーク日は、51地点での頭数調査での合計が最も多い日とした。

3. 調査方法

(1) 頭数調査

1グループに最低4名が参加し、担当の地点で調査を実施した。各調査地点において、その北～東、東～南、南～西、西～北の4方向について各30秒間動かずに観測し、発光により目視できた頭数をカウントし、それを発光頭数とした。ヒメボタルは点滅を繰り返すが、1頭が点滅する数はカウントせず、発光により個体の位置を確認したのち、それと重複しないように別の位置で発光す



図1. 相生山緑地

Fig. 1. Aioi-yama Green Area in Nagoya City.

るヒメボタルの頭数をカウントした。

ただし、点滅しながら飛行しながら移動した場合は、最初に発見した方向としてカウントし、重複しな

いものとした。なお、調査地点は40m離れており、かつ、地点を移動して調査するため、同じ個体が重複してカウントされることはほとんど無かった。

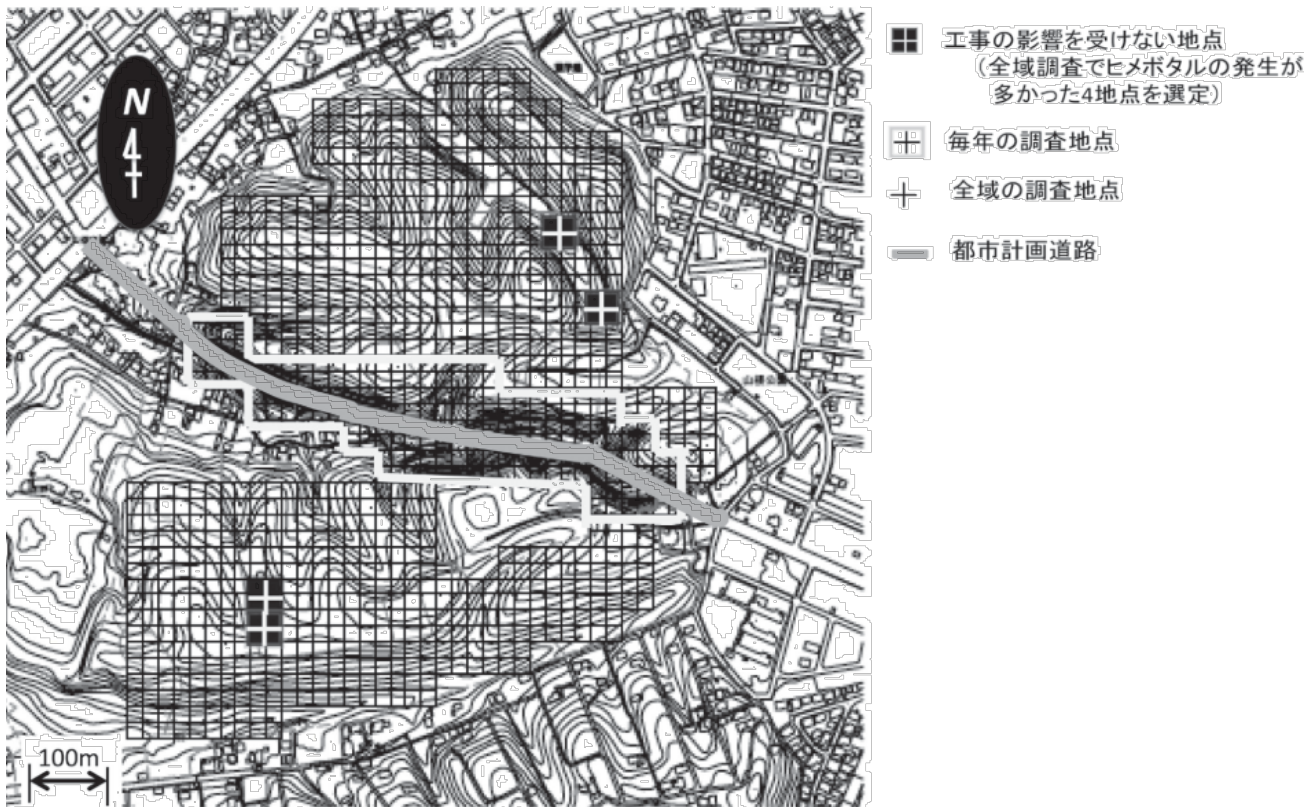


図2. 調査地点295

Fig. 2. Investigation spot

表1. 調査期間と調査地点数

Table 1. Investigation period and investigation spot number.

調査年	調査日	調査日数	地点数/日	欠損地点数/年	延べ調査地点数	延べ調査員数
2002	5/17,21,24,28	4	246 (48)	5	781	165
2003	5/23,27,30, 6/3,6	5	48	0	240	125
2004	5/17,21,25,28	4	48	3	189	81
2005	5/19,24,27,31, 6/6	5	51	1	254	93
2006	5/24,30, 6/2,6	4	50	0	200	60
2007	5/22,29, 6/1,5	4	51	2	202	77
2008	5/26,30, 6/3	3	247	40	701	191
2009	5/19,22,26,29, 6/2	5	51	1	254	109
2010	5/21,28, 6/1,4	4	51	0	204	86
2011	5/24,31, 6/3,7	4	51	2	202	89
2012	5/31, 6/4,8	3	51	0	153	72
2013	5/21,24,31, 6/4,11	5	51	0	255	120
2014	5/23,27,30	3	51	0	153	72
合 計		53	1047	54	3788	1340

(2) 月齢の情報

月の情報については、海上保安庁日月出没時刻方位サービスのウェブサイトより、名古屋市（東経136度54分00秒、北緯35度11分00秒）における月齢（0～30の間の小数点一桁の数）を取得した。調査中の月齢に近づけるため、調査日翌日0時の時点の月齢（0～30の間の小数点一桁の数）を用いた。

(3) 月の満ち欠けの影響

月は月齢14.8付近で満月となり、朔望月は29.5日（国立天文台，2011）である。そのため、月齢0～14.8まではその月齢を用い、月齢14.8以上のものについては、「29.5-月齢」を相対的な月齢とした。月の満ち欠けに対する相対的な月齢に、日没後19時から翌朝4時までの間に月が地平線より出ていた時間（分）を乗じた値を「月の満ち欠けの影響」とした。

月の満ち欠けの影響＝相対的な月齢×月出没時間（19時～翌4時まで）

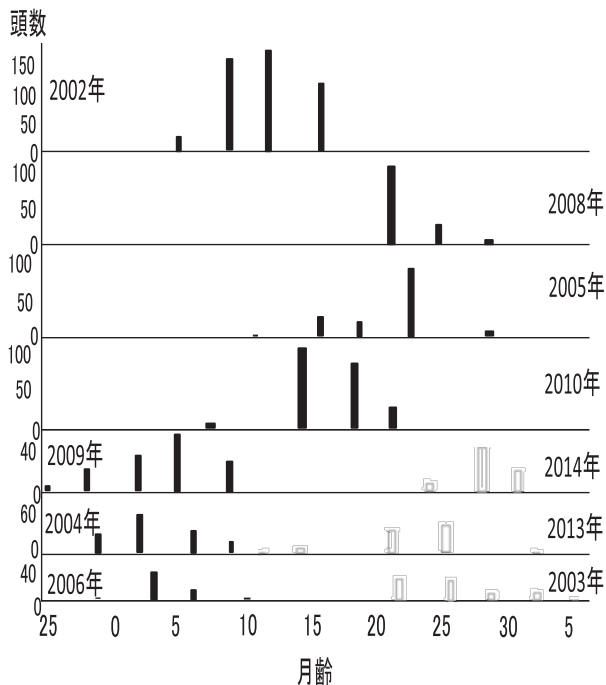


図3. 調査日の月齢と発光頭数（2007，2011，2012年は除く）
Fig3. Moon phase of survey date and the number of the bioluminescence in peak day (The data in 2007, 2011 and 2012 are excluded.)

結果

1. 発光頭数調査

各調査日のヒメボタル発生頭数は、表2のとおりである。発光頭数調査を実施した13年間のうち、2007年は調査予定日が雨天であったため、実際に調査できた日が22日から29日まで7日間も開き、発生ピーク日を外した可能性が高い。また、2011年は最多発生観測日の6月3日においては、工事の影響を受けない地点を確認できず測定することができなかった。2012年は最多発生観測日の天気が、曇り一時雨であった。これらの理由から2007年，2011年，2012年については、他の調査年と条件が異なっているため、解析から除外した。それ以外の調査日の天候は、晴れもしくは曇りであった。

2. 発光頭数と最多発生観測日の月齢との関係

工事の影響を受けない4地点において、最多発生観測日における発光頭数と月齢の関係について検討した。解析から除外した年以外の調査年において、調査日の月齢と発光頭数は図3の通りとなった。

月の位相は、満月を15として、0および30では新月となる。そこで、ヒメボタルのピーク日における発光頭数と月齢の関係性を解析した結果、その年のピーク日の頭数と月齢に相関（ $R^2 = 0.59$ $p < 0.01$ ）がみられた。（図4）。

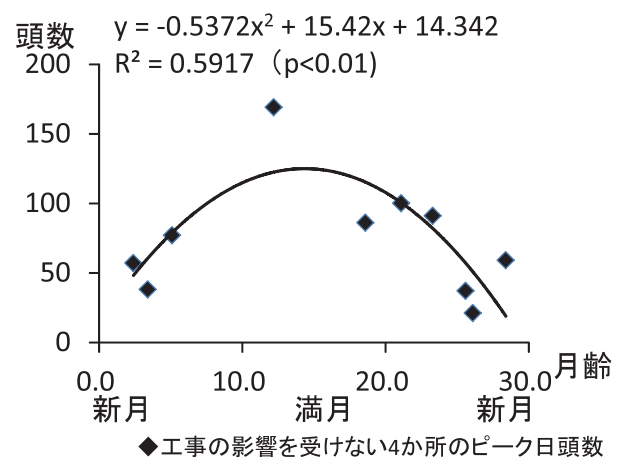


図4. ピーク日の発光頭数と月齢との関係（2007，2011，2012年は除く）
Fig4. Correlation of moon phase and the number of the bioluminescence in peak day (The data in 2007, 2011 and 2012 are excluded.)

表2. 調査日における発光頭数

Table 2. The number of the bioluminescent activity in the investigation period.

	日付	5月17日	5月21日	5月24日	5月28日	
2002	全体頭数	74	350	*476	325	1225
	工事の影響を受けない4地点頭数	25	151	*169	81	
	日付	5月23日	5月27日	5月30日	6月3日	6月6日
2003	全体頭数	131	*183	90	157	6
	工事の影響を受けない4地点頭数	*30	21	10	12	0
	日付	5月17日	5月21日	5月25日	5月28日	
2004	全体頭数	105	*244	211	134	694
	工事の影響を受けない4地点頭数	23	*57	25	19	
	日付	5月19日	5月24日	5月27日	5月31日	6月6日
2005	全体頭数	15	76	67	*455	185
	工事の影響を受けない4地点頭数	3	26	20	*91	12
	日付	5月24日	5月30日	6月2日	6月6日	
2006	全体頭数	20	*126	112	95	353
	工事の影響を受けない4地点頭数	1	*38	15	4	
	日付	5月22日	5月29日	6月1日	6月5日	
△2007	全体頭数	95	*260	194	176	725
	工事の影響を受けない4地点頭数	17	*72	44	25	
	日付	5月26日	5月30日	6月3日		
2008	全体頭数	*308	234	182		724
	工事の影響を受けない4地点頭数	*100	26	14		
	日付	5月19日	5月22日	5月26日	5月29日	6月2日
2009	全体頭数	86	143	243	*464	181
	工事の影響を受けない4地点頭数	7	34	52	*77	40
	日付	5月21日	5月28日	6月1日	6月4日	
2010	全体頭数	105	378	*460	215	1158
	工事の影響を受けない4地点頭数	13	*110	86	28	
	日付	5月24日	5月31日	6月3日	6月7日	
△2011	全体頭数	64	233	*787	276	1360
	工事の影響を受けない4地点頭数	10	52	*62	39	
	日付	5月31日	6月4日	6月8日		
△2012	全体頭数	275	*279	2		556
	工事の影響を受けない4地点頭数	*35	28	0		
	日付	5月21日	5月24日	5月31日	6月4日	6月11日
2013	全体頭数	48	79	246	*376	44
	工事の影響を受けない4地点頭数	2	8	29	*37	2
	日付	5月23日	5月27日	5月30日		
2014	全体頭数	109	*565	264		938
	工事の影響を受けない4地点頭数	11	*59	26		

*：ピーク頭数

太字：最多発生観測日 △：解析に使用しなかった年

Boldface：The peak day △：Year of not use analysis

3. 「月の満ち欠けの影響」

本調査では発光頭数を毎日調査していないため、真のピーク日及びピーク頭数を把握できない。そこで、工事の影響を受けていない4地点において、最多発生調査日を含め前後各1回の計3日間の発光頭数合計を各年の

ピーク頭数とし、「月の満ち欠けの影響」との関係について検討した（表3）。

月は毎日30～70分ずつずれて昇り、月の南中は月齢によってほぼ決まる。新月は12時、満月は0時、上弦は18時、下弦は6時前後となる。その結果、満月に近いと

表3. ピーク日前後の月が出ていた時間, 「月の満ち欠けの影響」と発光頭数

Table 3. The moonlight hours in peak three days, “the influence of the moon topology” and the number of the bioluminescent activity.

年	月出没时间 (分)	調査時間中の 月出没时间(分)	月齢	相対的な月齢	月の満ち 欠けの影響	月の満ち欠け の影響合計	3日間 合計頭数
2002	426	120	9.2	9.2	3919.2	15936.8	401
	525	120	12.2	12.2	6405.0		
	422	120	16.2	13.3	5612.6		
2003	161	0	22.1	7.4	1191.4	1395.4	61
	60	0	26.1	3.4	204.0		
	0	0	29.1	0.4	0.0		
2004	25	0	28.1	1.4	35.0	2230.2	105
	120	0	2.4	2.4	288.0		
	298	118	6.4	6.4	1907.2		
2005	306	66	19.3	10.2	3121.2	4150.4	123
	166	0	23.3	6.2	1029.2		
	0	0	29.3	0.2	0.0		
2006	64	0	26.8	2.7	172.8	2400.0	54
	192	12	3.4	3.4	652.8		
	246	114	6.4	6.4	1574.4		
△2007	305	120	5.8	5.8	1769.0	14845.2	133
	480	120	12.8	12.8	6144.0		
	506	120	15.8	13.7	6932.2		
2008	257	17	21.1	8.4	2158.8	2805.6	140
	147	0	25.1	4.4	646.8		
	0	0	29.1	0.4	0.0		
2009	129	0	2.1	2.1	270.9	5084.4	169
	264	84	5.1	5.1	1346.4		
	381	120	9.1	9.1	3467.1		
2010	510	120	14.6	14.6	7446.0	13024.0	224
	332	92	18.6	10.9	3618.8		
	248	8	21.6	7.9	1959.2		
△2011	10	0	28.3	1.2	12.0	1527.4	153
	80	0	1.7	1.7	136.0		
	242	62	5.7	5.7	1379.4		
△2012	403	120	10.6	10.6	4271.8	15905.4	63
	540	120	14.6	14.6	7884.0		
	344	104	18.6	10.9	3749.6		
2013	241	1	21.6	7.9	1903.9	2653.3	68
	106	0	25.6	3.9	413.4		
	112	0	3.0	3.0	336.0		
2014	141	0	24.4	5.1	719.1	845.1	96
	0	0	28.4	1.1	0.0		
	70	0	1.8	1.8	126.0		

きは、月が出ている時間も長くなる。そのため、調査時間にあたる22時から24時の全時間に月が出ているのは、満月前後の10日間ほどである。逆に、新月前後の約13日間では、全く月が出ない状態になる。また、上弦の月及び下弦の月の前後4日間は2時間未満でかつ、新月に

近い各1日もしくは2日は1時間未満であった。

ピーク発光頭数と「月の満ち欠けの影響」との相関係数は、 $R^2 = 0.8611$ ($p < 0.01$) となり、「月の満ち欠けの影響」とピーク日の発光頭数に正の強い相関がみられ、その関係は $y = 0.0188x + 49.243$ で示された。夜に月が

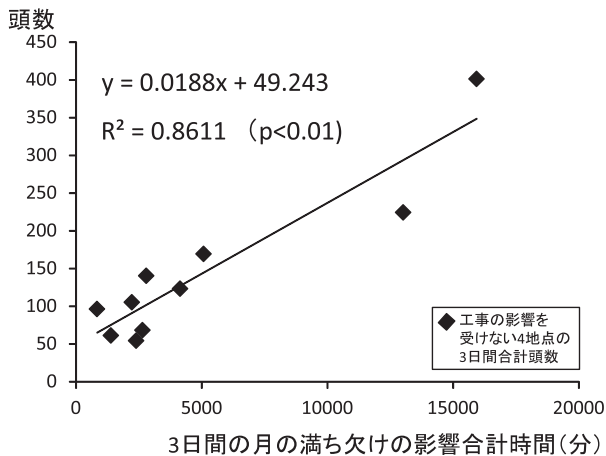


図5. ヒメボタル発光頭数と「月の満ち欠けの影響」との関係 (2007, 2011, 2012年は除く)

Fig. 5. Correlation of “the influence of the moontopology” and the number of the bioluminescence of fireflies. (The data in 2007, 2011 and 2012 are excluded.)

出ている時間が長く、月の満ち欠けの影響を受ける年ほど、ヒメボタルは多く発光すると示唆され (図5)、月の満ち欠けがヒメボタルの発生に影響を与えていると推測された。

考察

ヒメボタルの発光頭数は、月の満ち欠けの影響を受け、その年のピーク日が満月に近いほど多く確認できることが示唆された。神田 (1930, 1935) の理論をもとにした通説により、満月など明るい光が見られる夜は発生が少ないと考えられていたが、本研究により逆の結果が示された。

ヒメボタルが発光する理由の一つに、求愛行動以外に、捕食者から身を守るための警告色であるという研究がある (大場ほか, 2008)。昼行性の昆虫は、毒を持たないものが毒を持つものと同じような色をするメルテンス擬態により、捕食者から身を守っている種がいる。しかし、夜行性の昆虫では、暗いため捕食者が色を見分けることは難しい。そのため、身を守るために身体に毒を持ち、それを示すように光るようになった (大場ほか, 2008)。実際にヒメボタルを食虫目のジャコウネズミ (*Suncus murinus*) に与えた実験では、激しく嘔吐し次からは食べなかった (城ヶ原, 私信, 2007)。

ヒメボタルにとって月明かりは、防衛行動や繁殖行動

を左右する可能性がある。新月においては、①ほんの小さな発光でも食虫動物 (昆虫を含む) がヒメボタルと認識できるため、誤食による捕食される可能性が低下する。②繁殖行動においても、小さな光でも目立つため、すぐに相手をみつけることができ、交尾がスムーズとなる。そのため余分に動く必要もなくなり、捕食されにくい。一方、満月近くでは、①発光していない時でも月明かりによって、捕食者に発見されやすい。②発光していたとしても月光に遮られるため、誤食される可能性が高まる。特に、ヒメボタルのメスは地上性であるため、ヒミズなど地上を徘徊し虫を食べる多くの食虫動物に誤食される可能性が高まる。③繁殖行動においても、月が明るいときは、月明かりが邪魔で相手をみつけにくい。そのため一斉に多く飛ぶ同調行動によって、発見率を上げ、繁殖の成功に結びつける必要がある。また一斉に多数飛ぶことにより、数頭が捕食されても、他個体は生き残るため交尾可能となり、個体群として生き残る確率が上がる。

これらのことから、ヒメボタルは月の満ち欠けの影響が大きくなる満月時期では、繁殖行動においても防御行動においても多く発光する方が、有利に働くと考えられる。

今回の調査においては、ヒメボタルの発光をカウントして「発光頭数」としたが、毎日発光したホタルを全て捕獲したわけではなく、ある一定時間の発光頭数を数えたに過ぎない。そのため、実際にシーズン中に発生した全頭数と月との関係性については不明である。同市内において、名古屋城外堀でヒメボタルの生息調査が2009年から2013年に実施されている (安田ほか, 2014)。外堀と発生状況は似ているものの、ピーク日は外堀より、2009年と2010年は7日、2011年は3日、2012年は6日、2013年は5日遅い。調査時間や調査手法の違いだけでなく、森林内にあたる相生山と、都市の中心部にある外堀では、気温差や土壌、照明などの周辺環境の状態も異なっているため、ピーク日に数日のズレが生じたものと考えられる。また、ヒメボタルは気温や湿度によって成長を制御されている生物でもあることから、年による発生頭数の変動を把握するためにも気象条件等の検討も必要である。

最後に本研究では、道路建設に伴うヒメボタルのモニタリング調査のデータを用いた。13年間にわたる調査の

結果から、相生山緑地において月がヒメボタルの発光頭数に影響することが示唆された。本調査のように道路建設などの土地開発を伴う事業における野生生物のモニタリングデータが有効に活用されるようになれば、より具体的な保全策を提案できる可能性がある。

謝辞

本調査において、相生山道路建設施工ワーキングメンバー、名古屋市緑政土木局、および毎年相生山ヒメボタル調査に参加いただいた皆様、相生山道路建設インスペクターの故大竹勝先生（犬山市環境審議会副会長）、岡村穰教授（名古屋市立大学大学院芸術工学研究科）、藤田素弘教授（名古屋工業大学大学院都市循環システム工学専攻）、林進名誉教授（岐阜大学）また、安田和代氏、竹内夫妻、上村信泰氏、小池和宏氏をはじめとする名古屋城外堀ヒメボタルを受け継ぐ者たちの皆様、捕食の可能性について実験された城ヶ原貴通研究員（宮崎大学フロンティア科学実験総合センター）、執筆の際にご助言下さいました夏原由博教授（名古屋大学環境学研究科）、宮田将門博士（株式会社日建設シビル）にお世話になりました。また、2名の匿名査読者および編集委員の皆様には、丁寧なコメントとアドバイスを頂きました。ここに深甚なる謝意を表します。

引用文献

- Bowden, J. and B. M. Church. 1973. The influence of moonlight on catches of insects in light-traps in Africa. Part II. The effect of moon phase on light-trap catches. *Bulletin of Entomological Research*, 63: 129-142.
- Gunn, P. and B. Gunn. 2012. Lunar effects on the bioluminescent activity of the glow-worm *Lampyris noctiluca* and its larvae : Lampyrid, 3: 1-16.
- Ito, K., H. Sugiyama, N.M.N.B. Salleh, and C. P. Min. 1993. Effects of lunar phase on light trap catches of the Malayan black rice bug, *Scotinophara coarctata* (Heteroptera: Pentatomidae), *Bulletin of Entomological Research*, 83: 59-65.
- 林正弘. 2009. 農薬代を安くする技 月のリズム防除. 月刊現代農業6月号. pp.149-152. 社団法人農山漁村文

化協会. 東京都.

- 日和佳政・草桶秀夫. 2008. ヒメボタルの分子系統と遺伝的分化：昆虫DNA ニュースレター, 9: 19-22.
- 神田左京. 1930. ヘイケボタルとヒメボタルの学名. 動物学会誌, 42: 77-79.
- 神田左京. 1935. ホタル. 日本発光生物研究会（復刻ホタル（1981）サイエンティスト社）. 218pp.
- 国立天文台編. 2011.平成24年理科年表, p82
- 黒澤良彦・久松定成・佐々治寛之. 1985. 原色日本甲虫図鑑（Ⅲ）. 保育社, pp.123
- 大場信義・竹内重信. 1995. 21年年間続けた名古屋城外堀のヒメボタルの研究と保護活動：全国ホタル研究会誌, 28: 21-23.
- 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. 1976. ヒメボタル *Hotaria parvula* の生活史（Ⅱ）：横須賀市博物館雑報（22）: 12-17.
- 大場裕一・堤髪（大場）玲子・高橋直樹. 2008. ホタル上科の分子系統解析：警戒色としての発光とその進化. 昆虫DNA ニュースレター, Vol.9: 23-28.
- Oba, Y., M.A. Branham, and T. Fukatsu. 2011. The Terrestrial Bioluminescent Animals of Japan. *Zoological science*, 28: 771-789.
- Williams, C.B. 1936. The Influence of Moonlight on the Activity of Certain Nocturnal Insects, Particularly of the Family Noctuidae, as Indicated by a Light Trap. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 226: 537-389.
- 山田辰美・松岡陽市・関川文俊・増田啓子. 2003. ヒメボタル *Hotaria parvula* の（Kiesenwetter）個体群保全の試み（第1報）－静岡県浜松市における表土移植による成果－. 富士常葉大学研究紀要（3）: 237-250
- 八木剛・人と自然の会ひめホタルチーム. 1998. 三田市域におけるホタルの分布状況. 人と自然（9）: 87-96.
- 八木剛. 2007. 兵庫県におけるヒメボタルの分布. 人と自然（18）: 163-172.
- 安田和代・若杉和男・平田秀彦・小俣軍平. 2010. 名古屋城外堀のヒメボタル幼虫の蛹化～羽化（2）陸生ホタル 陸生ホタル研究会27: 1-14.
- 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
ウェブサイト
Great Smoky Mountains National Park HP Synchronous
Fireflies, <http://www.nps.gov/grsm/naturescience/>

[fireflies.htm](#)
海上保安庁 海洋情報部海洋調査課航法測地室 日・月出没
計算サービス, [http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KOHO/](http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KOHO/automail/sun_form3.htm)
[automail/sun_form3.htm](#)