

**板橋区ホタル生態環境館のホタル等生息調査結果
と元飼育担当職員の報告数との乖離について
(報告)**

平成 27 年 1 月

資源環境部環境課

目 次

I	はじめに	2
II	経緯	2
III	これまでのホタルの羽化数	3
IV	ホタル等生息調査結果概要	3
1	ホタル等生息調査結果の検討	3
V	ホタル生息調査時にホタルが流された発言等の検証	6
1	ホタルが流された発言	6
2	生息調査時のホタルの大きさ発言	8
VI	平成 26 年度のホタル羽化数の検証	9
1	平成 26 年度のホタル羽化数	9
VII	ホタル持込みに係る調査	12
1	関係者のヒアリング調査	12
2	立証と物証等	14
3	ホタル持込み調査結果	16
VIII	ホタルの塩基配列解析（DNA）調査	18
1	DNA による分類・分布	18
2	調査概要	22
3	調査結果	23
IX	総括	27
X	参考	28
1	平成 26 年度のホタル羽化数の考察	28
2	ホタル持込みに係る考察	30
3	塩基配列解析（DNA）調査に係る考察	35

I はじめに

ホタル生態環境館については、中長期的な総合計画である「いたばし未来創造プラン」の「経営革新」編において、「経営選択の視点」の考えに基づき改革を進めるものとし、「行政評価結果を踏まえ、施設の老朽化と、ホタル飼育技術の継承の難しさから、廃止も含めた施設のあり方について検討します。」とされ、あり方検討を行うこととした。これに基づき検討を進め、平成26年5月にホタル生態環境館のあり方についての検討結果を示した。

このあり方検討の一環で行ったホタル生息調査の幼虫の生息数と元飼育担当職員が従来報告していたホタル生息数との間に大きな乖離があったことから、継続調査をすることとした。この度、その調査結果がまとまったので報告するものである。

II 経緯

平成25年度より、ホタル生態環境館のあり方について、資源環境部にあり方検討会を設置し、検討を行ってきた。検討にあたっては、他区のホタル飼育施設の視察や専門家の意見の聴取などを行い、多くの情報の把握に努めた。

また、ホタル生態環境館で、ホタルの飼育を長期間専属的に行っていた元飼育担当職員(平成26年3月退職)及びむし企画(ホタル飼育委託契約業者)職員に対し、ヒアリングを行い、施設の現状の把握など施設の今後のあり方を検討してきた。

特にホタルの生息数は、施設設置目的の根幹を成すものであり、今後のあり方・運営規模にも関わることから、慎重な調査を行うこととした。

また、ホタルの生息数は、元飼育担当職員からの報告によるだけでなく、元飼育担当職員以外の者により、ホタルの生息数を客観的に調査することも必要であることから、専門家による生息調査を行うものとした。

この生息調査により、生息数に大きな乖離が見られるため、さらに飼育状況等の調査を進めてきたが、その中で、次の疑義も生じてきた。

- ① 施設の規模・実態を考慮すると、約20,000匹のホタルが生息しているとの報告が不自然であること。
- ② ホタル生態環境館管理日誌の中で、元飼育担当職員は、孵化幼虫を水槽で飼育し、3～4月にせせらぎに移すとしているが、最近の説明では、孵化後、せせらぎに入れて飼育しているとしており、日誌と実際が異なっていること。
- ③ 改めて他の区職員に確認したところ、せせらぎ内において、夜間特別公開時に多くのホタルの成虫及び飼育棟における産卵・孵化については、直接見ているが、その後のせせらぎ内における1～4令の幼虫・岸への上陸・さなぎ・羽化を見た者がいないこと。

これらの疑義や元飼育担当職員の言っているホタル生息数との大きな乖離があることから、ヒアリング対象をさらにホタル生態環境館関係者等に拡大した。その結果、夜間特別公開前にホタルの成虫を持ち込んでいたとの発言もあり、その発言に基づき、事実の確認に努めた。また、併せて、施設に生息しているホタルについて、DNA調査を行い、現存ホタルの発生地や人為的移動の有無を確認することと

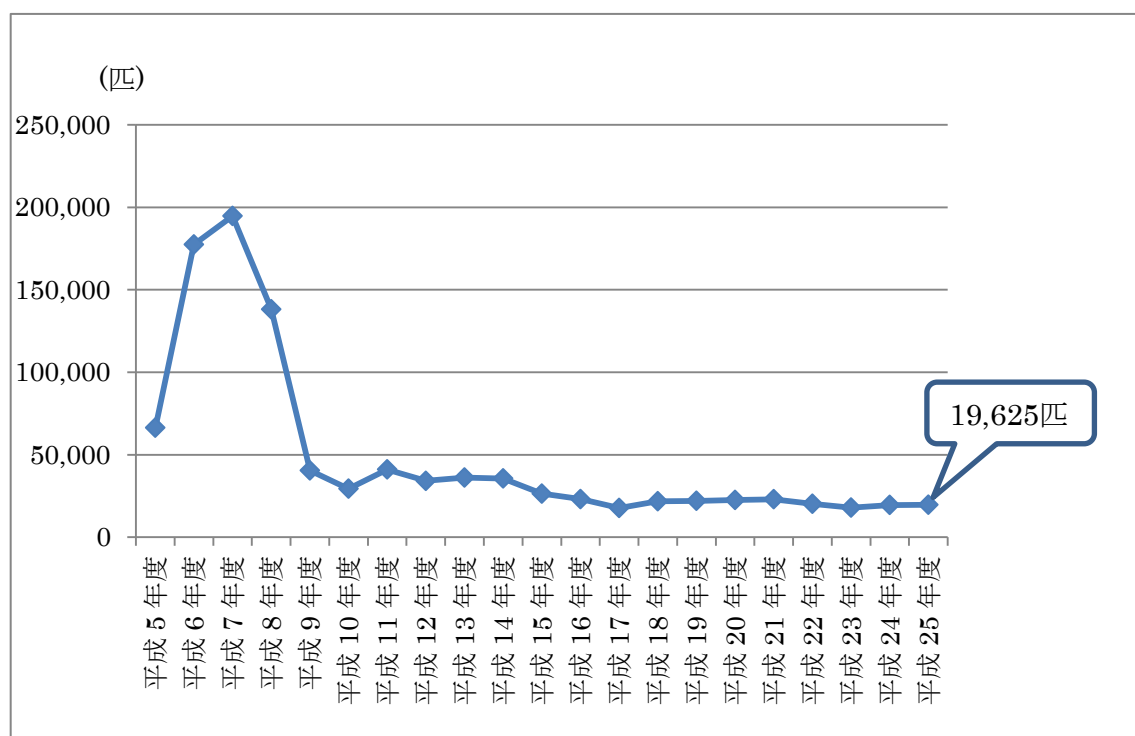
した。

Ⅲ これまでのホタルの羽化数

夜間特別公開時のホタル生息数（羽化数）は、ホタル生態環境館（当初はホタル飼育施設）が開設した平成5年度に66,346匹でスタートし、平成7年度には200,000匹に迫る勢いだったが、最近では年間約20,000匹前後で推移している。

図A 夜間特別公開時のホタル生息数(羽化数)の推移

（元飼育担当職員からの報告による）



Ⅳ ホタル等生息調査結果概要

1 ホタル等生息調査結果の検討

あり方検討の一環としてホタル等生息調査を実施したところ、次のとおりの結果となった。

(1) 調査概要

① 調査場所

「せせらぎ（屋内）」及び「ビオトープ（屋外）」

② 調査年月日

平成26年1月27日（月）

③ 調査対象

ゲンジボタル（幼虫）、ヘイケボタル（幼虫）、カワニナ等

④ 調査方法

ア 国土交通省が制定した、「河川水辺の国勢調査マニュアル【河川版・底

生動物調査編】」の中で定量採集に用いるとされる「サーバーネット（25 cm×25 cm、目合い 0.5mm）」を使用し個体を採集した。

イ 調査にあたっては、流れ（調査場所）を 25 cm×25 cmの格子状に区画し、ホタルがいる可能性の高い代表的な区画（「板橋区ホタル生態環境館におけるホタル等生息調査報告」参照）においてサーバーネットを使用して採集を行い、総個体数を推定した。

表 1 調査場所の区画数等

調査場所	全区画数	調査区画数
せせらぎ(屋内)	306	27
ビオトープ(屋外)	468	39

⑤ 委託先

株式会社自然教育研究センター

(2) 調査結果

① せせらぎ（屋内）

表 2 のとおり 2 匹のゲンジボタルと 85 匹のカワニナを発見した。これを基に推計すると個体数は、ゲンジボタルが 23 匹、カワニナが 963 匹となる。

＜ゲンジボタルの計算例＞ 2 匹×306 区画／27 区画＝23 匹

表 2 せせらぎ(屋内)における生息数

	発見個体数	推定個体数
ゲンジボタル	2	23
ヘイケボタル	0	0
カワニナ	85	963

② ビオトープ（屋外）

表 3 のとおりゲンジボタル、ヘイケボタル及びカワニナのいずれも発見できなかった。

表 3 ビオトープ(屋外)における生息数

	発見個体数	推定個体数
ゲンジボタル	0	0
ヘイケボタル	0	0
カワニナ	0	0

*調査対象生物は、生物の大小にかかわらず調査を行っている。

*結果については、区ホームページで公開している。

(3) ホタル生息数の考察

今回の生息調査によると、ホタルの幼虫が推計 23 匹となったが、調査前に 70,000 匹生息していたとの一部報道(平成 26 年 4 月 4 日産経新聞)があるため、生息数についての考察を行う。

① 生態系の面からの考察

ホタルの幼虫はカワニナを餌としている。矢島*によると、人工飼育下にお

いて1匹のホタルが孵化（ふか）してから蛹（さなぎ）になるまでに、殻の長さが2mmから25mmくらいのカワニナを平均24匹食べたとされている。今回のせせらぎ内におけるカワニナ生息数が推計963匹というデータに照らしてみると、70,000匹のホタルの幼虫が生息しているとしたら、餌を定期的を与えないとホタルの生体維持は不可能である。施設（飼育棟）等で飼育していたカワニナの数も少なく、ホタル70,000匹が生息するだけのカワニナの数は確認できなかった。したがって、餌のカワニナ963匹の数を考慮すると、70,000匹のホタルの生息は不自然であり、不可能であると考え。

＊矢島稔「ホタルが教えてくれたこと」（1999）偕成社

② 施設規模の面からの考察

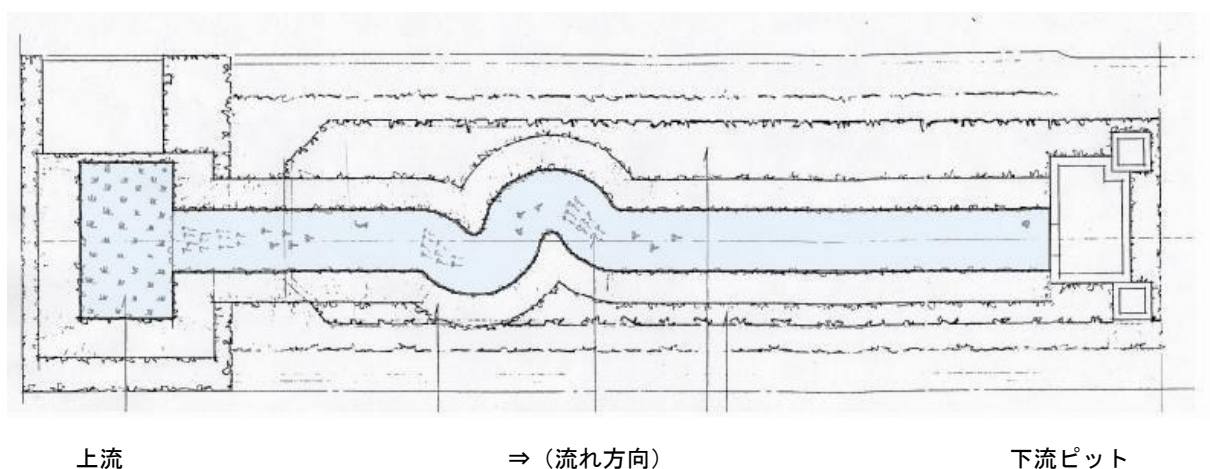
せせらぎは、湿地帯 5.4 m^2 （ $1.8\text{ m}\times 3.0\text{ m}$ ）と流れの部分 19.5 m^2 （ $15\text{ m}\times 1.3\text{ m}$ ）から成り、川表面積は、 $249,000\text{ cm}^2$ （ $54,000\text{ cm}^2+195,000\text{ cm}^2$ ）となる。70,000匹のホタルの幼虫が生息する場合、生息密度は 1 cm^2 あたり0.28匹（ $70,000\text{ 匹}/249,000\text{ cm}^2$ ）となる。今回の調査で用いたサーバーネットの枠の面積は 625 cm^2 （ $25\text{ cm}\times 25\text{ cm}$ ）であり、1回の採集によりサーバーネットに入るホタルの幼虫の数は175匹（ $0.28\text{ 匹}/\text{cm}^2\times 625\text{ cm}^2$ ）程度となるはずである。しかし、調査では27区画全体で2匹しか捕獲できなかった。したがって、70,000匹生息しているとするのは、不自然であると考え。

＊川（せせらぎ）の断面はV字状になっているので、のり面を考慮し川幅を1.3mとした

【せせらぎ】

全長約17mの室内水路であり、下流部のピットに備え付けられた水中ポンプにより、水流は屋外の冷温水器と濾過槽へ送られる。冷温水器と濾過槽を通った水は再び水路最上流に戻される循環式の水路である。

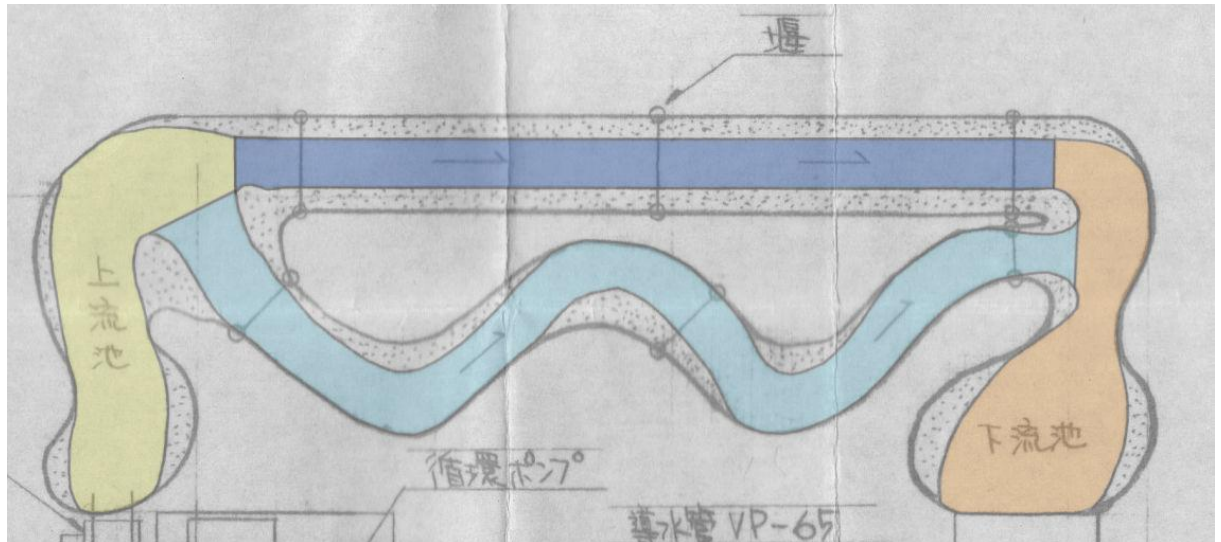
図B



【ビオトープ】

全長約 13m の屋外水路であり、下流部のピットに備え付けられた水中ポンプにより、水流は隣接する濾過槽へ送られる。濾過槽を通った水は再び水路最上流に戻される循環式の水路である。

図C



V ホタル生息調査時にホタルが流された発言等の検証

1 ホタルが流された発言

ホタル生息調査では、ゲンジボタルが推計 23 匹とされ、この結果が報道等で大きく取り扱われた。また、生息調査当日にホタル 70,000 匹が調査により、流され、潰されたという報道等がなされた。

調査当日は、せせらぎで、まず、サンプリングが行われ、この作業に 2 時間程度を要した。サンプリング中は、せせらぎの下流のピット前に区職員が付き、ピット手前の網に泥などの付着による詰まりや、この詰まりによる、せせらぎの水位上昇等を監視していた。

なお、1～2 月におけるホタルの幼虫の大きさは、室内飼育環境で、ゲンジボタルは 15～25mm 程度、ヘイケボタルは、数 mm～15mm 程度であり、目視で確認できる大きさである。元飼育担当職員は、「この時期のホタル館に生息するホタルの幼虫は、体長はせいぜい 6～8mm 程度であり、その胴体の太さは 1 mm 程度のものである。」と述べ、調査中の濁ったせせらぎで、流されたホタルは、目視することは困難としている。

しかし、生息調査で発見された 2 匹のゲンジボタルは、体長が約 25～30mm であり、概ねこの時期の体長として妥当であった。



生息調査で発見されたゲンジボタル

また、元飼育担当職員が仕掛けたというトラップ（平成 26 年 2 月 1 日報告）により、捕獲したヘイケボタルは、写真（トラップ内のヘイケボタル）のように、約 30 匹中で 10mm 程度のもの（現ホタル飼育担当者が確認）が数匹確認された。このように元飼育担当職員の言うような大きさ（6～8mm）ではないものがあった。



トラップ内のヘイケボタル

仮にホタルが体を丸めて流されたとしても、70,000 匹ものホタルの幼虫がピット内やピット手前の網でせき止められ、その滞留した流れ内（滞留したせきの水）で浮遊または網に付着したはずであり、確認できないことは考えにくい。

実際、サンプリング中、2 時間程度、ピット前で区職員が監視していたが、流されるホタルの幼虫を確認することはできなかった。なお、調査開始当初は、水位が網を超え、オーバーフローし、水が網を通過せずピットに流れ込む状況もあったが、ピット内でもホタルの幼虫は確認されていない。

また、サンプリング中、むし企画職員（従来から施設維持清掃等担当者）が、

網の詰まりを4回程度清掃し、泥・枯れ葉そしてカワニナが、網にかかっていることは確認されたが、ホタルの幼虫が網にかかっていたことは確認されなかった。

参考までに体調 8mm×太さ 1mm のホタルが体を丸めた場合、その丸まった外形(渦巻き状)の直径は、約 3mm 程度となり、これを 70,000 匹並べた面積は、2,485 cm²となる。

$$0.15\text{cm (半径)} \times 0.15\text{cm (半径)} \times 3.14 = 0.0706 \div 0.071 \text{ cm}^2$$

$$0.071 \text{ cm}^2 \times 70,000 \text{ 匹} \times 0.5 * = 2,485 \text{ cm}^2$$

* 算定上、幼虫の重なり等を配慮し、約半分程度の面積減を仮定
仮にホタルが 70,000 匹流され、ピット前の網 (54cm×55cm=2,970 cm²) にかかったとすると

当時、水に浸かった網面積は 80%程度であったことから

$$2,970 \text{ cm}^2 \times 80\% = 2,376 \text{ cm}^2 \div 2,380 \text{ cm}^2 \quad (48\text{cm} \times 49\text{cm})$$

流されたホタルが、網を通過せず、網一面にかかったとしたら、

(流された 70,000 匹の面積÷有効網面積=網の詰り枚数(回数))

$$2,485 \text{ cm}^2 \div 2,380 \text{ cm}^2 = 1.044 \div 1.0 \text{ 枚 (回数)}$$

ホタルが 70,000 匹流されたとしたら、網全面を合計で 1.0 回も埋め尽くすほどの数量があったはずであり、当時 4 回程度、網の清掃を行っているがホタルを確認することはできなかった。こうしたことから、70,000 匹ものホタルが、流されたという事実はなかったと考えられる。

また、せせらぎは、湿地帯 1.8m と流れの部分 15m からなり、全長 16.8m の小川である。調査は、下流から行い、上流に進んでいった。たとえ、幼虫が異変に反応し、体を丸めて流れたとしても、せせらぎ全長 16.8m の距離をピットに向かい、生き物としての習性上、ただ流されたとは考えにくい。数 m 程度流され、川底の石等に潜り込み流れに抗したと考える方がより自然である。

2 生息調査時のホタルの大きさ発言

調査当日は、元飼育担当職員に関係するボランティアが、携帯カメラで調査風景を撮影し、後日、これを編集し、マスコミ等関係者に配布している。そして、この編集された内容に基づき、平成 26 年 3 月 20 日の区議会予算審査特別委員会の総括質問において、調査当日の会話が質問した委員から資料として示された。

[資料の内容]

板橋区によるホタル生態環境館調査の問題点 (2014 年 1 月 27 日 10:30 頃)

- ・ ボランティア「スポイトで計測しないと幼虫は小さいから死んじゃう。」
- ・ 部長「どれぐらいの大きさなんですか。」
- ・ ボランティア「1mm くらい」
- ・ 部長「それは卵が孵化したばかりの頃でしょ。」
- ・ ボランティア「にしてもスポイトじゃないとやばいんじゃないですか。」
- ・ 部長「だって、今は大きいんでしょ。」
- ・ 部長「2 月、3 月は上陸準備するような時期でしょ。」
- ・ ボランティア「まだ、1 月だよ。」
- ・ 部長「だって、もうこれ 1cm くらいですよ。」

【部長のこの見解から、1cm 未満の幼虫は、幼虫とみなさずに調査の対象にしてない。】

以上のように「体長 1cm 以下のホタルは、区資源環境部長が調査対象としないよう指示をした」としている。

しかし、実際の会話には、以下のような続きがあり、ボランティアは返答ができず、無言となり、撮影を続けるというものである。

(続き (録画がないため要旨))

- ・部長「今頃は一般的に 1cm ぐらいに育っていないと羽化できない。」
- ・部長「それにしても、あなたが言うように、たとえ 1mm であったとしても、今、まさしく行っているこの調査（仕分け）で全く発見できない現実を、あなたはどのように思いますか。おかしいと思わないですか。」
- ・ボランティア「・・・・・・・・。」

なお、この会話は、当時テーブルで仕分け作業していた職員も聞いており、こうした会話があったことは確認している。

また、一連の会話では、1 月末のホタルの成長状態や全くホタルが発見できないことを話しているもので、調査対象が 1cm 未満の幼虫は、幼虫とみなさずに調査の対象にしないという会話はしていない。

なお、生息調査で発見された 2 匹のゲンジボタルは、体長が約 25～30mm であった。調査は、国土交通省が制定した、「河川水辺の国勢調査マニュアル【河川版・底生動物調査編】」の中で定量採集に用いるとされる「サーバーネット（25 cm×25 cm、目合い 0.5mm）」を使用し、大きさに限らず、ネットで捕獲したすべての個体を調査したものである。

VI 平成 26 年度のホタル羽化数の検証

1 平成 26 年度のホタル羽化数(成虫数)

平成 26 年度、夏のホタル生態環境館のホタル羽化数(成虫数)は、現在、ホタルの飼育を行っている委託業者職員が、羽化時に回収しているホタルの総数であり、表 4 のとおりであった。

表 4 ホタル成虫の羽化確認 結果一覧 (匹)

実施日	ゲンジボタル						ヘイケボタル							
	せせらぎ水路		ビオトープ		上陸水槽※		せせらぎ水路		ビオトープ		生態水槽		上陸水槽※	
	オス	メス	オス	メス	オス	メス	オス	メス	オス	メス	オス	メス	オス	メス
06 月 01 日	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06 月 07 日	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
06 月 11 日	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06 月 12 日	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
06 月 14 日	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06 月 16 日	30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06 月 18 日	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06 月 20 日	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06 月 21 日	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06 月 25 日	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06 月 28 日	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06 月 29 日	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06 月 29 日	6	4	0	0	0	0	30	3	0	0	0	0	0	0
07 月 04 日	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
07 月 06 日	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
07 月 07 日	0	1	1	1	0	0	0	0	10	4	0	0	0	0
07 月 08 日	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	1
07 月 12 日	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	4	2
07 月 20 日	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0
07 月 23 日	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0
07 月 28 日	0	0	0	0	0	0	0	2	46	10	0	0	0	0
08 月 05 日	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
08 月 12 日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
08 月 12 日	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
08 月 20 日	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
09 月 14 日	0	0	0	0	－	－	0	1	0	0	0	0	0	0
小計	49	11	1	1	1	1	44	12	60	14	3	4	7	3
合計	60		2		2		56		74		7		10	
総計	64						147							

※上陸水槽は、ホタル生息調査後、発見された幼虫を飼育するため新たに設置した水槽

9月14日現在のホタルの羽化数は、ゲンジボタル64匹、ヘイケボタル147匹と合計で211匹であった。生息調査の推計では、ゲンジボタル23匹、ヘイケボタル0匹と推計され、188匹の乖離があった。特に屋外ビオトープのヘイケボタルの羽化数74匹とせせらぎ内でヘイケボタル56匹、上陸水槽（せせらぎ内で元飼育担当職員がトラップで捕獲したヘイケボタルの幼虫30匹）10匹の成虫が発見されたことが推計値と大きく乖離する原因となった。

なお、平成2年度～平成25年度の元飼育担当職員の報告に基づく夏のホタル生態環境館のホタル羽化数は、表5のとおりである。

表 5 ホタル夜間特別公開時の羽化数（匹）

年度	ゲンジ	ヘイケ	合 計	備 考
平成 2 年度	150	550	700	
平成 3 年度	2,000	1,500	3,500	
平成 4 年度	2,500	2,000	4,500	
平成 5 年度	28,063	38,283	66,346	ホタル飼育施設開設
平成 6 年度	79,280	98,178	177,458	
平成 7 年度	98,266	96,476	194,742	
平成 8 年度	92,999	45,152	138,151	
平成 9 年度	21,315	19,101	40,416	
平成 10 年度	14,063	15,307	29,370	
平成 11 年度	15,246	25,801	41,047	
平成 12 年度	13,180	20,908	34,088	
平成 13 年度	14,825	21,285	36,110	
平成 14 年度	16,522	19,061	35,583	外せせらぎ完成
平成 15 年度	8,315	18,028	26,343	
平成 16 年度	8,739	14,293	23,032	
平成 17 年度	4,306	13,360	17,666	
平成 18 年度	8,598	13,139	21,737	
平成 19 年度	7,701	14,314	22,015	
平成 20 年度	6,953	15,560	22,513	
平成 21 年度	5,712	17,272	22,984	
平成 22 年度	6,540	13,653	20,193	
平成 23 年度	5,704	12,177	17,881	
平成 24 年度	4,681	14,819	19,500	
平成 25 年度	6,125	13,500	19,625	
合 計	471,783	563,717	1,035,500	

平成25年度の夏の特別公開時では、ゲンジボタル6,125匹、ヘイケボタル13,500匹が羽化したと報告されている。平成25年度の羽化数合計は、19,625匹

であり、これを踏まえると、平成 26 年度の生息調査後の羽化数 211 匹は、平成 25 年度のわずか 1.1% (211 匹/19,625 匹) に過ぎず、20,000 匹弱のホタルの羽化数と大きく乖離したものとなった。

また、事務所がある飼育棟については、平成 26 年 3～4 月末に飼育棟の水槽等から、ゲンジボタルの幼虫 10 匹、ヘイケボタルの幼虫 2 匹が発見された。

さらに、6～9 月の羽化期に飼育棟の生態水槽等からヘイケボタルの成虫 7 匹が新たに羽化した。最終的に飼育棟からは、幼虫 12 匹と成虫 7 匹が確認されたのみであった。これらは、いずれも現在、ホタル生態環境館で飼育を行っている委託業者職員により確認されたものである。

平成 25 年度のホタル飼育環境に特段の変化がない中で、平成 26 年度の夏、わずか 1.1% の 211 匹しか確認できなかったことは、当該施設で約 20,000 匹のホタルが飼育されていなかったと考えざるを得ない。

VII ホタル持込みに係る調査

ホタルの持込み及びこれに関連する事項について関係者へのヒアリング等を行った。

1 関係者のヒアリング調査

各関係者のヒアリング結果は、次のとおりであった。

(1) 今までのホタル飼育等を知る関係者（以下、「関係者甲」という。）

① 関係者甲にヒアリングを行い次の発言があった。

質問：ホタルは、持ち込んでいたのではないのか。

回答：今から数年前は、むし企画が持ってきていた。むし企画代表から「花」という小包が届いた。そこに成虫が入っていたのではないのか。

② 平成 26 年 2 月電話にて

質問：「花」（ホタル成虫）の輸送方法、輸送業者名、時期を知りたい。

回答：ホタルの成虫は、むし企画代表より、宅配業者を使って、品名が「花」として 6 月初旬、7 月初旬に届いた。

(2) 元飼育担当職員

元飼育担当職員は、これまでに次の発言等をしている。

① 平成 25 年 10 月 17 日（FAX による文書報告）

10 月現在、ゲンジボタル（1～3 令）856,750 匹、ヘイケボタル（1～3 令）205,200 匹生息。

② 平成 26 年 2 月 17 日（マスコミ取材時）

平成 26 年 1 月 27 日のホタル生息調査前は、「幼虫は、数万匹いる。」とマスコミに回答している。

③ 区元飼育担当職員に対するヒアリング（2 月中旬）

質問：ホタルの生息数は、10 月の段階で 10 万匹か。

回答：そのとおりである。

質問：現状何匹くらいと想定しているか。

回答：小さいものを入れて、1万匹程度ではないか。

質問：今、1万匹が、夏になると何匹程度になるのか。

回答：半分くらいなので、5,000匹は、飛ぶと考えている。

質問：ホタルの公開時に他の所から持ってきたのではないのか。

回答：それは絶対できない。私は絶対的にやっただけでいいと言っている。

④ 区元飼育担当職員に対するヒアリング（2月下旬）

質問：ホタル施設に「花」が届いていると聞くが「花」とは何か。

回答：ハイゴケである。ホタルの産卵用の苔である。

質問：どれくらい送ってくるのか。どこから仕入れるのか。

回答：10箱ぐらいである。それぐらいないと産卵できない。むし企画が仕入れている。

との発言している。

(3) 箱詰めホタル

平成25年6月7日に区職員がホタル生態環境館に行った際、ホタルの入った箱を発見し、写真①を記録した。元飼育担当職員は、某神社担当者（以下、「乙神社担当者」という。）が、持ってきたもので、ホタルを3匹（内メス1匹を入れる）に分ける作業をホタル生態環境館で行い、仕分け後、乙神社担当者に届けるホタルであると発言している。



写真① ホタル生態環境館に運ばれたホタル（平成25年6月7日撮影）

(4) 保育園児のホタル放流イベント

エコポリスセンターの事業として、毎年春に保育園児によるせせらぎへのホタルの幼虫の放流イベントを行っていた。

このホタルについても、飼育棟で、幼虫12匹、成虫7匹しか、発見されていないことを踏まえると、外部からの持込みが懸念される。

2 立証と物証等

それぞれの発言に基づき、資料・物証を入手した。

(1) 関係者甲の発言の物証（立証）

関係者甲の発言に基づき、宅配業者（以下「宅配業者丙」という。）に対して、調査を行った。その結果、宅配業者丙から次の内容の配送伝票を入手することができた。

表 6 配送伝票の内容等

配達指定日	配達時刻	品名	サイズ	送付者	受領者
平成 25 年 6 月 7 日	午前 10 時まで	花	80	むし企画	元飼育担当職員
6 月 10 日	〃	〃	80	〃	〃
6 月 12 日	〃	〃	100	〃	K
6 月 14 日 (ゲンジ夜間公開)	〃	〃	100	〃	元飼育担当職員
6 月 15 日 (ゲンジ夜間公開)	〃	〃	100	〃	〃
6 月 16 日 (ゲンジ夜間公開)	〃	〃	80	〃	K
6 月 20 日	〃	〃	80	〃	A
6 月 24 日	〃	〃	100	〃	K
6 月 27 日	〃	〃	100	〃	元飼育担当職員
7 月 2 日	〃	〃	80	〃	A
7 月 5 日	〃	〃	80	(有)ワールドフィッ シュ成田	Y
7 月 9 日	〃	〃	80	むし企画	E
7 月 11 日	〃	〃	80	〃	A
7 月 13 日 (ヘイケ夜間公開)	〃	〃	80	〃	元飼育担当職員
7 月 14 日 (ヘイケ夜間公開)	〃	〃	80	〃	〃
7 月 15 日 (ヘイケ夜間公開)	〃	〃	80	(有)ワールドフィッ シュ成田	〃
7 月 21 日	〃	〃	100	むし企画	〃
7 月 28 日	〃	〃	80	〃	A
7 月 31 日	〃	〃	80	〃	E
8 月 1 日 (エコポリホテルまつり)	—	—	—	—	—
8 月 9 日	〃	〃	80	むし企画	Y
※8 月 15 日	〃	花 ホテル	80	〃	元飼育担当職員

※ 8 月 15 日の品名欄の「花・~~ホテル~~」の表示は、送付伝票のとおり見え消し表示とした。

(2) 箱詰めホタル

乙神社担当者に確認したところ、乙神社で育てたものと乙神社が購入したホタルを合わせて、約 1,000～1,500 匹を直接元飼育担当職員に渡し、仕分けをお願いしたものと言っている。

また、仕分けは、雄・雌に分けるもので、元飼育担当職員によると「雄・雌の仕分けは、専門知識がないとできないため、ホタル生態環境館の職員等で行う必要から、施設に持ち込んでいた。」と述べているが、ホタルの発光部分で比較的容易に雄・雌の仕分けができ(雄は発光部が雌より 1 段多い)、わざわざホタル生態環境館に持ち込む必要性について疑問が残る。なお、仕分けしたホタルは、乙神社に渡したと言っており、乙神社担当者も受け取ったと言っている。

写真の発砲スチロールの箱は、写真①上部に写っている靴先幅(約 10cm)又は写真①下部に写っている段ボール箱の手かけ穴(約 8cm)より、50cm×40cm×10cm の 100 サイズと想定される。

箱の中には、ビニール袋が 2 個あり、この袋の写真のホタル数を数えると 1 個にホタルが 100～130 匹程度(写真①を拡大計測)入っていることが分かる。

↓※1



↑※2

写真① ホタル生態環境館に運ばれたホタル(平成 25 年 6 月 7 日撮影)

※1: 靴先、 ※2: 段ボール箱の手かけ穴



写真② ホタル生態環境館に運ばれたホタル（平成 25 年 6 月 7 日撮影）

3 ホタル持込み調査結果

(1) 関係者甲の発言の検証結果

宅配業者丙に対し、平成 26 年 2 月 25 日及び 4 月 23 日に文書による調査依頼を行い、回答を得た。

- ・ 品名「花」の配送は、6 月に 9 回配送、7 月に 10 回配送、8 月に 2 回配送されていた。（配送伝票の内容は、表 6 参照）
- ・ また、元飼育担当職員は、「花」がハイゴケであると述べていることから、更に品名「ハイゴケ」について、調査依頼（4 月 23 日）したところ、対象品の配送実績はなかった。
- ・ しかし、一部の伝票に品名を「ホタル」から「花」に訂正（見え消し訂正）している伝票が発見された。
- ・ 配送物サイズは、80、100 のサイズがあり、80 サイズは、たて＋よこ＋高さの和が 80cm の大きさのものとなる。専ら、40cm×30cm×10cm 程度のものが多い。

（例）

80 サイズ

40cm×30cm×10cm

100 サイズ

50cm×40cm×10cm

- ・ 配送された「花」の全体の重量は、軽く空のようであったと宅配業者丙の複数のドライバーの発言があった。また、箱は浅いもので発砲スチロールもあった。

（平成 26 年 6 月 3 日に電話にて）

質問：昨年の中頃、御社を利用し、ホタル施設に品名「花」が運ばれ

ていた。ドライバーは、ある程度、地域割をしていると思うが、
担当者に詳細を聞くことができるか。

回答：ドライバーは、7名ぐらいで配送している。

質問：確認したいものは、品名「花」の重量、箱の形状、箱の材質。

回答：ドライバーに聞くことは可能である。後日回答する。

(平成 26 年 6 月 4 日電話にて)

回答：数名のドライバーに聞いた。全ての「花」を確認しているわけ
ではないが、昨年の中頃から、複数回配送したことを記憶して
いるとのこと。配送品は、次のようであった。

- ・ 平べったい箱であった。(40cm 角で高さ 10cm 程度)
- ・ 重さは、軽く、空のような重さであった。
- ・ 箱は、段ボール、発砲スチロールのものもあった。

(2) 箱詰めホタルの調査結果

- ・ 写真①②の箱詰めホタルの配送伝票の確認はできなかった。
- ・ 乙神社が一部購入しているという業者に電話で確認したところ、取引は
あるとのことであった。また、宅配業者による配送は可能とのことである
が、具体的な配送方法、箱の寸法、材質等について問い合わせたところ、
回答を断られた。
- ・ ホタルを梱包して送る場合の梱包方法等が確認できた。
- ・ 写真の 1 袋にホタルは、確認できる範囲（写真①拡大）で、数えると約
100～130 匹程度入っており、また、乙神社担当者は、1,000～1,500 匹を
元飼育担当職員に渡したとのことであるから、1 箱に 500 匹程度が入って
いたと考えられる。
- ・ 袋の中には、ホタルと植物の葉が数枚入っており、重量は、軽いことが
想像できる。

(3) 保育園児のホタル放流イベント

当時の区職員にヒアリングを行った。

- ・ 平成 25 年度は、保育園児 175 人（9 園）が、せせらぎの渡り廊下から、
コップ（カップ）に入ったホタルの幼虫を放流した。
- ・ 実施時期は、平成 25 年 4 月 9・10・11・16・17・18 日であった。
- ・ 園児 175 人（1 人 1 匹放流）
- ・ ゲンジボタル及びヘイケボタル：175 匹（ゲンジとヘイケの幼虫の割合
は不明）
- ・ 幼虫の大きさは、10～15mm 程度であった。
- ・ ホタルの出所は、元飼育担当職員が用意したため、不明である。



コップに入った放流用のホタルの幼虫（当時の写真）

VIII ホタルの塩基配列解析（DNA）調査

ホタル生態環境館のホタルは、25 世代の累代飼育を行ってきたとしている。この事実を確認するため、塩基配列解析（DNA）の調査を行い、25 世代の累代やホタル発生地、そして人為的移動の有無等を明らかにするものとした。調査対象は、平成 26 年度に発見されたホタルの成虫・幼虫を用いて、確認するものとした。

1 DNAによる分類・分布

日本全体でゲンジボタルのミトコンドリアDNAチトクロムオキシターゼⅡ（遺伝子情報）は、大きく 6 つの分類がされている。また、その分類は、日本地図上で明確に分かれており、DNAの違うものが、1 つの分布の中に入っていることは、自然環境ではあり得ないとされ、それは、その地に持ち込まれたと判断することができる。この分布を利用して、板橋区ホタル生態環境館のホタルの発生地や人為的移動の有無等を把握するものである。

(1) ゲンジボタル

ゲンジボタル集団には 19 種類（A～S）の遺伝子型（ハプロタイプ）が存在し多様であるが、それらは日本列島に一様に分布しているのではなく、各地方に固有のハプロタイプとして存在し、地域集団間の遺伝子的な分化が進んでいる。また、ハプロタイプ間の関係を知るために、それぞれの塩基配列を比較して遺伝距離平均化法で系統樹を作成すると 6 つのハプロタイプ・グループ（グループⅠ～Ⅵ）に分かれることが知られている。概ね、グループⅠは東北から北関東地方にかけて、グループⅡは関東地方に、グループⅢは中部・東海地方に、グループⅣは西日本に、グループⅤは北九州地方に、グループⅥは南九州地方に分布している。

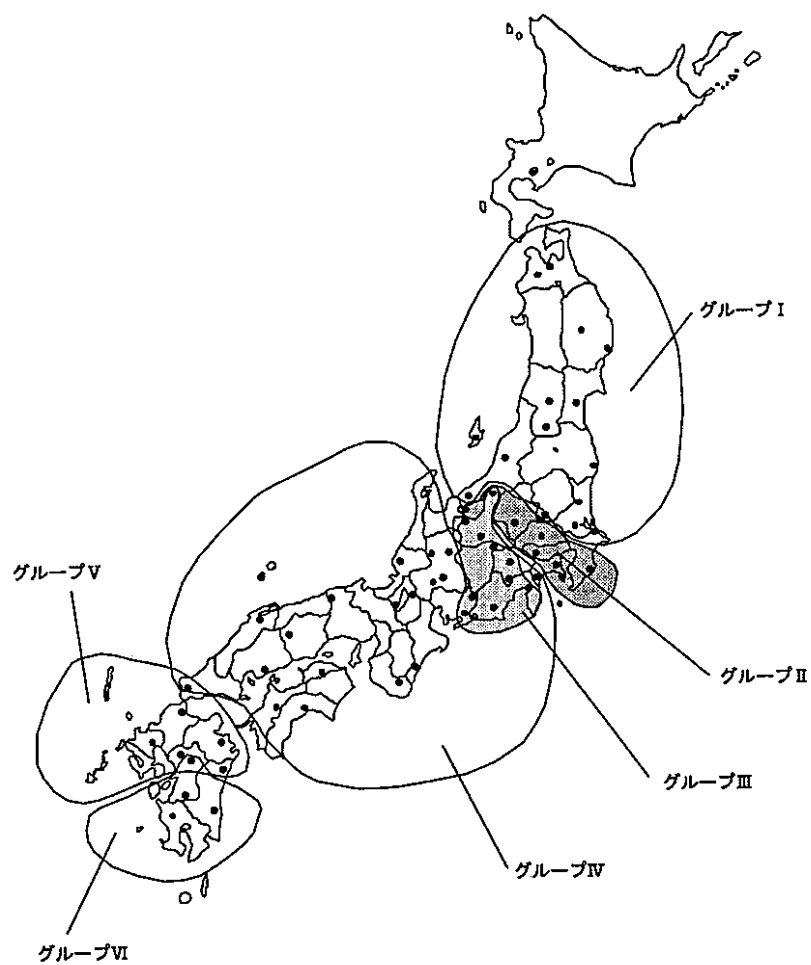


図1 ゲンジボタルにおける
ミトコンドリアCO II遺伝子
のハプロタイプ・グループの
分布.

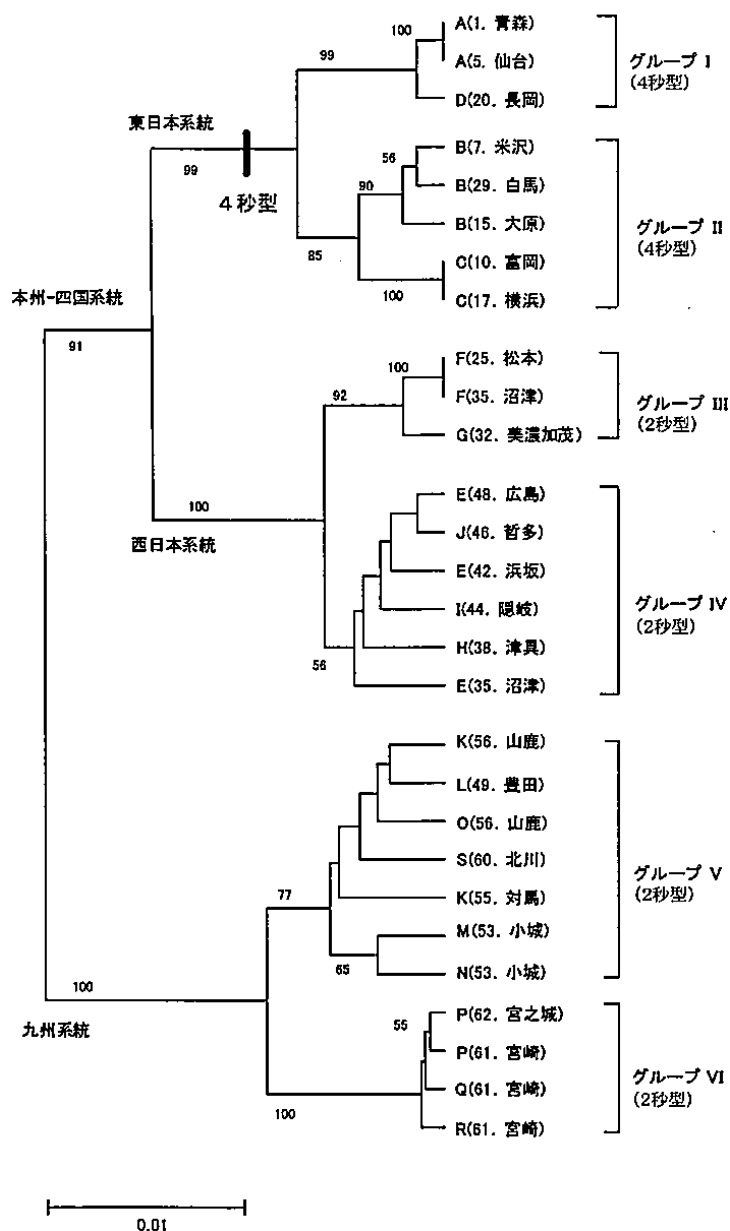


図2 ゲンジボタルにおけるCO IIハプロタイプの系統樹。I~VIのハプロタイプ・グループの生態型(2秒型と4秒型)と4秒型が派生した箇所を記してある。図下のスケールは1%の塩基差異。

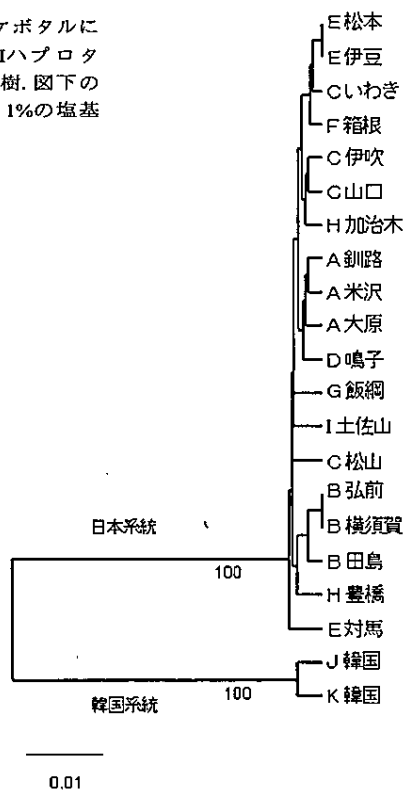
(2) ヘイケボタル

ヘイケボタルには9種類(A~I)のハプロタイプが存在している。出現頻度の高いハプロタイプの分布をみると、タイプAは北海道から東北、関東および中部・東海地方の一部に、タイプBは東北、関東地方に、タイプCは主に西日本と東北の一部に、タイプEは主に中部と九州地方の一部に、タイプHは九州と東海地方の一部に分布しているが、境界線がはっきりしていない。すなわち、ゲンジボタルのような集団間の分化はそれほど進んでおらず、グループは特定できない。



図3 ヘイケボタルにおけるミトコンドリアCO IIハプロタイプの分布.

図4 ヘイケボタルにおけるCO IIハプロタイプの系統樹. 図下のスケールは1%の塩基差異.



※参考文献

[1]ゲンジボタルにみる遺伝子的多様性・固有性と人為的攪乱の状況
(鈴木浩文：月刊海洋/号外 No51,2009)

[2]ホタルの系統と進化ーミトコンドリアDNAからのアプローチ
(鈴木浩文：昆虫と自然 39(8).2004)

(3) 板橋区ホタル 25 世代累代の有無の想定

ゲンジボタルは平成元年に福島県大熊町から卵を約 300 個譲り受け、25 世代に渡り交配を繰り返してきたとされている。これが事実であるとすれば、すべての検体はグループ I に属することになり、成虫生体の取引が盛んに行われているといわれる西日本系のグループIVやその他のグループは検出されないはずである。

ヘイケボタルは平成元年に栃木県栗山村（現、日光市）から卵を約 700 個譲り受け 25 世代に渡り交配を繰り返してきたとされている。ゲンジボタルのような集団間の分化はそれほど進んでおらず、グループによる地域集団の特定はできないが、板橋で生息してきたホタルの傾向を掴むことはできる。

2 調査概要

(1) 調査対象ホタル

ホタル生態環境館で、平成 26 年 6 月以降に発見された次のホタルの塩基配列解析を行う。

- ・ゲンジボタル成虫 13 匹
- ・ヘイケボタル成虫 11 匹、幼虫 1 匹

(2) 調査年月日時

平成 26 年 9 月 4 日～平成 26 年 10 月 15 日

(3) 調査機関

昆虫の塩基配列解析は一般的ではなく、使用する試薬も特異的であり、特殊な技術を必要とするため、受託できる検査機関が限られている。また、ホタルという専門的な生物の DNA を解析し、調査する必要があるため、タカラバイオ株式会社が現段階で唯一のノウハウを保有する業者であるため選定するものとした。

なお、タカラバイオ株式会社は、地域ごとの代理店を決めており、板橋区については、宮崎化学薬品株式会社が代理店であるため、検査機関とした。

宮崎化学薬品株式会社（タカラバイオ株式会社代理店）

板橋区小豆沢三丁目 1 番 30 号

(4) 調査方法

サンプルをバイオマッシャー（粉砕機）で粉砕した後に、専用キット（Nucleo Spin Tissue Kit (code:740952)）を用いて、精製の手順に従って処理し、DNA の抽出を行った。

3 調査結果

サンプルを分析した結果、ゲンジボタルは表7、ヘイケボタルは表8のとおり
の結果となった。

表7 ゲンジボタルのサンプル及びDNA調査結果

sample ID	雌雄	羽化確認日	検体採取日	オスのサンプル数	メスのサンプル数	オスの数	オスの累計	メスの数	メスの累計	羽化場所	グループタイプ
IBS01_01	オス	6/1～14 ※1	6月14日	6匹中の1匹		6	6			せせらぎ水路5匹 上陸水槽1匹	IV (西日本)
IBS01_02	オス	6/1～18 ※1	6月18日	37匹中の1匹		31	37			せせらぎ水路31匹	IV (西日本)
IBS01_03	オス	6/1～20 ※1	6月20日	38匹中の1匹		1	38			せせらぎ水路1匹	IV (西日本)
IBS01_04	オス	6/1～21 ※1	6月23日	39匹中の1匹		1	39			せせらぎ水路1匹	Ⅲ・Ⅳ (中部・東海・西日本)
IBS01_05	オス	6/1～25 ※1	6月27日	40匹中の1匹		1	40			せせらぎ水路1匹	IV (西日本)
IBS01_06	オス	6/1～6/29 ※1	7月10日	48匹中の1匹		8	48			せせらぎ水路8匹	Ⅲ・Ⅳ (中部・東海・西日本)
IBS01_08	メス	6/7～6/16 ※1	6月20日		6匹中の1匹			6	6	せせらぎ水路6匹	Ⅲ・Ⅳ (中部・東海・西日本)
IBS01_09	メス	6/7～6/29 ※1	7月16日		10匹中の1匹			4	10	せせらぎ水路4匹	分析不能
IBS01_07	オス	7月6日 ※2	7月22日	2匹中の1匹		2	50			せせらぎ水路2匹	IV (西日本)
IBS01_13	メス	7月6日 ※2	7月15日		1匹中の1匹			1	11	上陸水槽1匹	分析不能
IBS01_10	メス	7月7日 ※2	7月22日		1匹中の1匹			1	12	せせらぎ水路1匹	IV (西日本)
IBS01_11	オス	7月7日 ※2	7月7日	1匹中の1匹		1	51			ビオトープ1匹	Ⅲ (中部・東海)
IBS01_12	メス	7月7日 ※2	7月7日		1匹中の1匹			1	13	ビオトープ1匹	IV (西日本)
サンプルの合計				8	5						13検体
個体の合計							51		13		64匹

※1 6月に羽化を確認したホタル(IBS_01～09 但し07を除く)は、繁殖させる目的で一つの飼育箱で飼育していたので、上陸水槽生まれとせせらぎ水路生まれが混ざっている。

※2 7月に羽化を確認したホタル(IBS_07及び10～13)は、羽化確認日及び羽化場所ごとの集団で管理してある。

表8 ヘイケボタルのサンプル及びDNA調査結果

sample ID	雌雄	羽化確認日	検体採取日	オスのサンプル数	メスのサンプル数	オスの数	オスの累計	メスの数	メスの累計	雌雄不明	羽化場所	COⅡ遺伝子の比較・検索結果
IBS01_14	オス	6月7日及び6月29日 ※1	7月6日	31匹中の1匹		31	31				生態水槽1匹 せせらぎ水路30匹	愛知県豊橋 (H)
IBS01_15	オス	6月7日及び6月29日 ※1	7月10日	31匹中の1匹								日本 (A)
IBS01_16	オス	6月7日及び6月29日 ※1	7月10日	31匹中の1匹								日本 (A)
IBS01_21	不明	6月12日に上陸幼虫	7月19日	1匹中の1匹						1	生態水槽1匹	日本 (A)
IBS01_20	オス	7月4日 ※2	7月10日	1匹中の1匹		1	32				生態水槽1匹	日本 (A)
IBS01_18	オス	7月7日 ※2	7月12日	10匹中の1匹		10	42				ピオトープ10匹	日本 (A)
IBS01_19	メス	7月7日 ※2	7月12日		4匹中の1匹			4	4		ピオトープ4匹	日本 (A)
IBS01_22	オス	7月8日 ※2	7月22日	上陸水槽2匹中の1匹		5	47				ピオトープ3匹 上陸水槽2匹	日本 (A)
IBS01_23	メス	7月8日 ※2	7月22日		1匹中の1匹			1	5		上陸水槽1匹	日本 (A)
IBS01_17	メス	7月12日 ※2	7月22日		せせらぎ水路2匹中の1匹			4	9		せせらぎ水路2匹 上陸水槽2匹	日本 (A)
IBS01_24	オス	7月28日 ※2	7月28日	46匹中の1匹		46	93				ピオトープ46匹	日本 (A)
IBS01_25	メス	7月28日 ※2	7月28日		ピオトープ10匹中の1匹			12	21		せせらぎ水路2匹 ピオトープ10匹	日本 (A)
外1	オス	8/5～9/14 ※2				8	101				せせらぎ水路7匹 生態水槽1匹	
外2	メス	8/5～9/14 ※2						5	26		せせらぎ水路3匹 生態水槽2匹	
外3	メス	6/7～6/29 ※1						5	31		せせらぎ水路3匹 生態水槽2匹	
外4	オス	7月6日 ※2				1	102				せせらぎ水路1匹	
外5	オス	7月12日 ※2				5	107				せせらぎ水路1匹 上陸水槽4匹	
外6	オス	7/20～7/23 ※2				7	114				せせらぎ水路5匹 ピオトープ1匹 上陸水槽1匹	
外7	メス	7/20～7/23 ※2						2	33		せせらぎ水路2匹	
サンプル合計				8	4							12検体
個体自計							114		33	1		148匹 (内、幼虫1匹)

※1 6月に羽化を確認したホタル(IBS_14～16 及び 外3)は、繁殖させる目的で一つの飼育箱で飼育していたので、生態水槽生まれとせせらぎ水路生まれが混ざっている。

※2 7月以降に羽化を確認したホタル(IBS_17～25 及び 外1～7 但しIBS_21及び外3を除く)は、羽化確認日及び羽化場所ごとの集団で管理してある。

図5 ゲンジボタルの系統樹

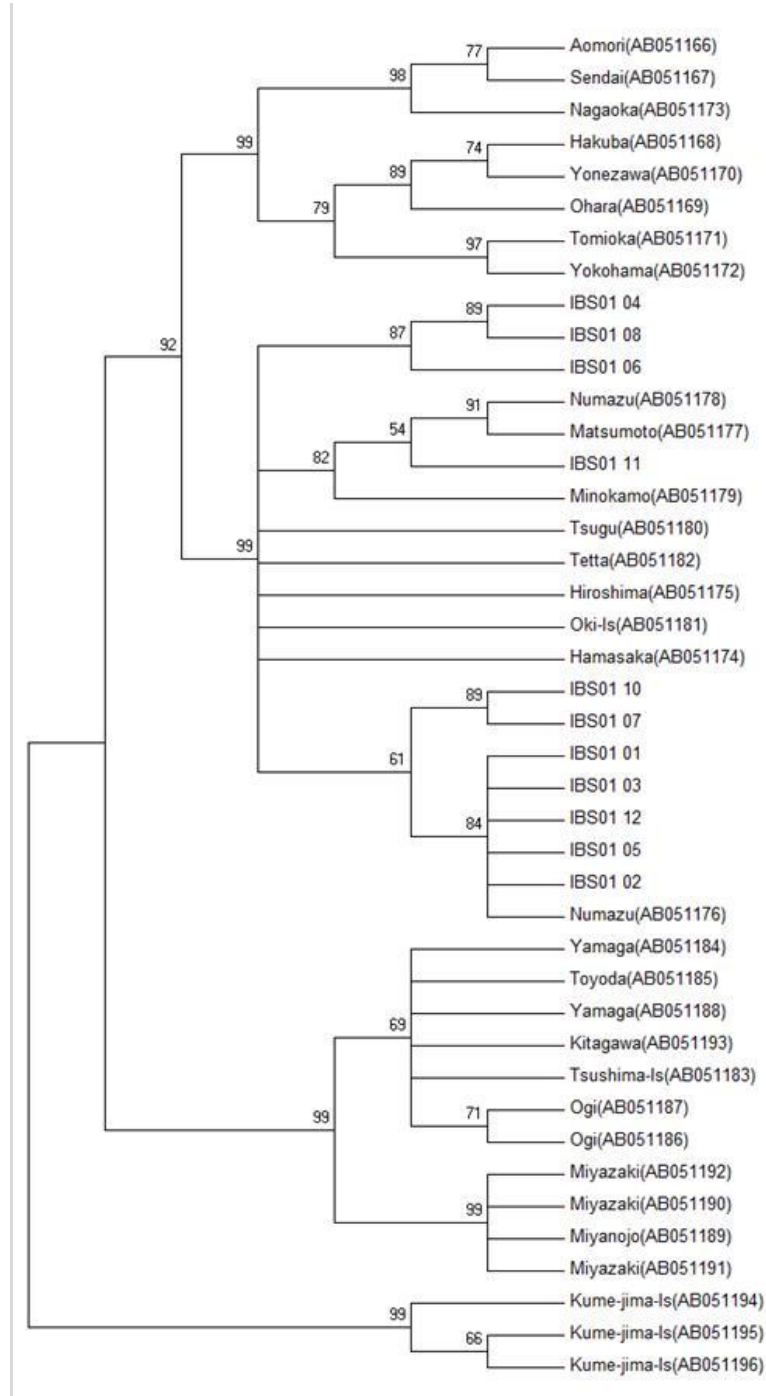
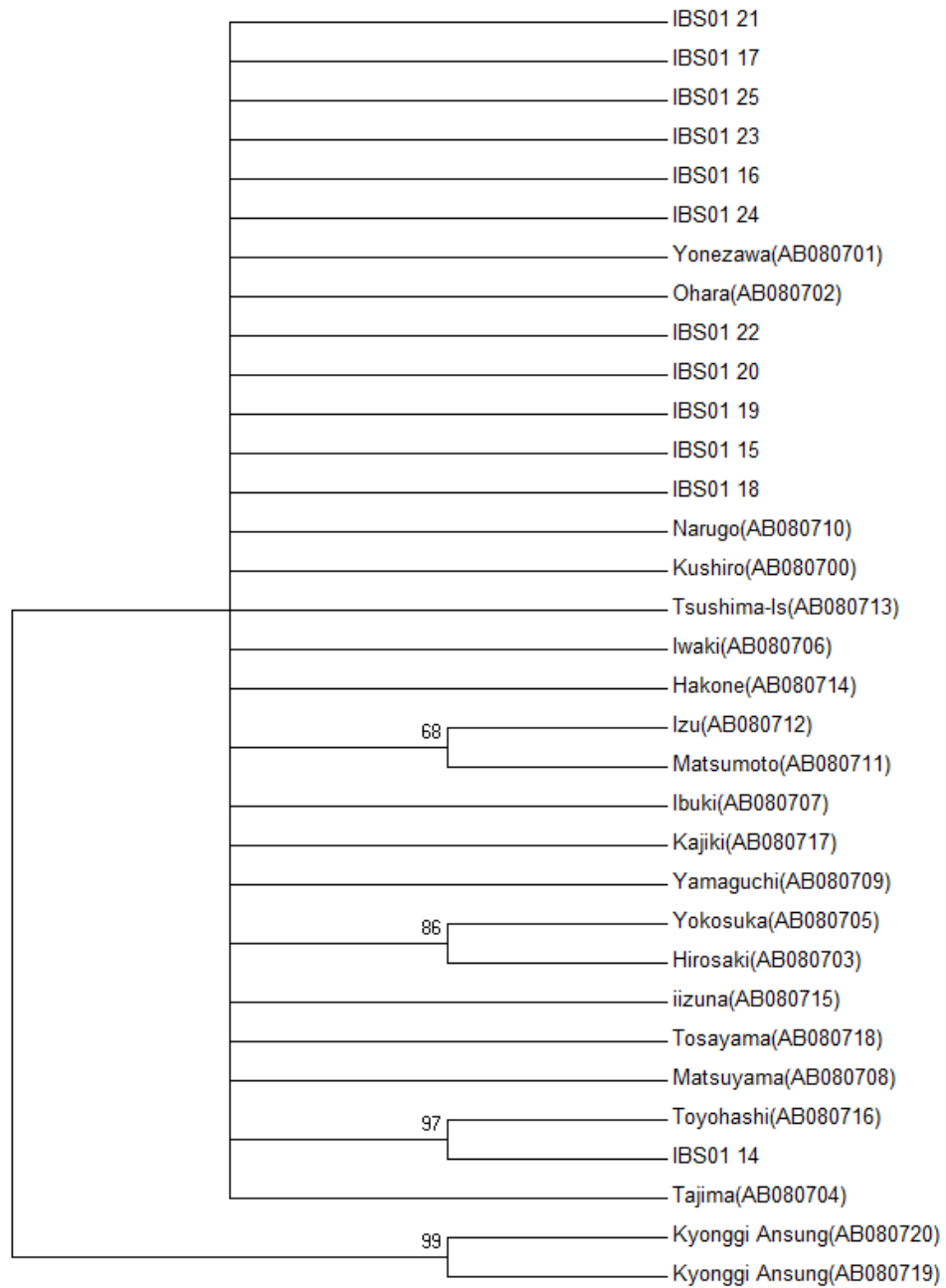


図 6 ヘイケボタルの系統樹



(1) ゲンジボタル

分析の結果、ゲンジボタルについては、ホタルの系統樹の作成により、ゲンジボタルの参照配列が、前述した参考文献「[1]ゲンジボタルにみる遺伝子的多様性・固有性と人為的攪乱の状況（鈴木浩文：月刊海洋/号外 No51,2009）」等の論文中の系統樹と同様の結果（図5）となった。今回の解析の結果と同論文から、IBS01_11は、ゲンジボタルにおける西日本系統のグループⅢ（中部・東海）に属すると判断できた。また、IBS01_01,02,03,05,07,10,12は、西日本系統のグループⅣ（西日本）に属すると考えられる。IBS01_04,06,08は、ゲンジボタルの西日本系統に最も近縁で、ⅢまたはⅣに属するが、Ⅲ・Ⅳそれぞれのグループの特定には至らなかった。グループⅠ東北・北関東に属する遺伝子を持つ個体は、見つからなかった。（グループの分布は、図1を参照）

(2) ヘイケボタル

IBS01_14は、愛知県豊橋のDNA配列に近いことが判明した。（図6）しかし、その他のヘイケボタルは、遺伝子がお互いに近縁であるため、全て日本に生息するヘイケボタルであることは判明したが、ゲンジボタルのように地域の特定までは至らなかった。

IX 総括

夜間特別公開時に約 20,000 匹が飛翔していたとされるものが、ホタル生息調査結果の推計 23 匹、実際に羽化したのは 211 匹程度と少なく、平成 25 年度の羽化数に対し、約 19,400 匹強（99%）もの乖離があった。また、平成 25 年度のホタルの飼育環境には、特段の異常はなく、大量死の事実もなかった。例年、羽化していたとされる約 20,000 匹に足りないホタルは、関係者のホタルの持込み証言とそれを裏付ける宅配業者の配送伝票の物証により、ホタルが持ち込まれていたものと考えられる。

また、生息調査で 70,000 匹が、流されたという元飼育担当職員の発言についても、その根拠（物証）はなく、また、そのような事実もなかった。

さらに、塩基配列解析（DNA）調査報告によると、ホタル生態環境館において平成 26 年に羽化または発見されたゲンジボタルのDNA調査では、福島県大熊町のホタルでなく、西日本地方のDNAを持ったゲンジボタルであることが明らかになった。これは、西日本地方のDNAを持ったホタルが人為的に移動されていた可能性が高いということを示しており、元飼育担当職員が述べていた累代飼育がなされていたなら、西日本地方のホタルが存在するというのは不自然である。

以上のことから、ホタル生態環境館のホタルは、外部から人為的移動により持ち込まれ、累代飼育も行われていなかったものと考えられる。このことは、累代に及ぶ板橋育ちのホタルが現時点において存在していないことを意味するものである。

X 参考

平成 26 年度のホタル羽化数の調査結果等に基づき、次の考察を行った。

1 平成 26 年度のホタル羽化数の考察

生息調査後、屋内にあるせせらぎは、施錠管理を行い外部から、薬物やホタル等の生物の持ち込みができないように管理してきた。しかし、平成 26 年 1 月 27 日から 2 月中旬までは、関係者の引越し・資材搬出等のため、施設の施錠管理を徹底することができず、せせらぎ内に入り出できる状況があった。ビオトープについては、屋外にあるため、年間を通して完全封鎖は不可能で夜間の侵入は可能であった。

また、最近のホタルを取り巻く環境は、ホタル飼育技術が確立され、ホタル養殖業者が増え、ホタルの幼虫の段階や成虫の段階での購入が可能となり、だれでも、ホタルを入手することができる状況にある。平成 26 年度のある業者のゲンジボタルの販売価格は表 9、ヘイケボタルは表 10 のとおりである。

表 9 平成 26 年夏のゲンジボタルの価格

品目	サイズ	価格/匹	販売期間
ふ化幼虫	ふ化 15 日～20 日	40 円	7 月下旬～
2 令	5mm 前後	80 円	8 月～
3 令	10mm 前後	220 円	9 月～
4 令～終令	15mm～30mm	350 円	10 月～4 月
成虫	イベント用ゲンジ	350 円	5 月下旬～6 月下旬
成虫	イベント用ヘイケ	350 円	6 月下旬～7 月下旬
成虫	産卵用メス	800 円	養殖用
カワニナ	1kg	4,500 円	年中

(奈良県の業者価格表を引用)

表 10 平成 26 年夏のヘイケボタルの価格

品目	サイズ	価格/匹	販売期間
4 令～終令	オス	300 円	11 月～5 月
4 令～終令	メス	800 円	11 月～5 月
成虫	オス	300 円	5 月～6 月
成虫	メス	800 円	5 月～6 月
カワニナ	1kg	5,000 円	年中

(兵庫県の業者価格表を引用)

こうしたホタルの流通状況やホタル生態環境館の管理を踏まえると、ヘイケボタルについては、次のようなことが言える。

まず、表 4 の上陸水槽のヘイケボタル 10 匹は、元飼育担当職員が、1 月 27 日の生息調査後にせせらぎ棟に入り、トラップ（ステンレス製の箱、設置日不明）を仕掛け、ホタルが集まる秘密の餌（元飼育担当職員談）により捕まえたヘイケボタルの幼虫約 30 匹の羽化した 10 匹である。（4 月末飼育棟生態水槽で発見し

たヘイケボタルの幼虫 2 匹を含む（発見後、上陸水槽に入れる）

このトラップを仕掛けた時には、区職員は立ち合っておらず、設置後の 2 月 1 日にトラップ内にいたヘイケボタルを確認したものである。また、その際、中に入っていると聞いていた餌はなかった。なお、偶然かもしれないが、ヘイケボタルを 30 匹も捕まえらるるトラップなのに、同じ餌に釣られるはずのゲンジボタルが捕まえられなかった点は疑問が残る。



せせらぎ内のトラップ



トラップ内捕獲ヘイケボタル

さらにビオトープで発見したヘイケボタル 74 匹については、次のことから、

ビオトープで羽化したものとするについては疑問が残る。

- ① 区は、上陸時期にホタルの幼虫の上陸確認を夜間まで行っており、この上陸確認がされていないのに7月7日14匹、7月28日56匹ものホタルが突然に成虫として発見された。
- ② 通常は、羽化したホタルは、交尾するため飛翔するが、発見されたホタルは、飛翔しておらず、1箇所にとまって発見され、不自然な状況であった。
- ③ また、既に発見当時、死んでいる個体も16匹と複数あり、羽化直前のホタルとは考えにくい。
- ④ 生息調査時において、ホタルの餌のカワニナがビオトープ内にいない状況で、これだけのホタルが羽化することは不自然である。
- ⑤ 例年ビオトープにおけるホタルの発生は、夜間特別公開の頃、区職員により、数匹程度しか確認されておらず、今年だけ突然、74匹ととまって羽化したことが不思議である。

こうしたことから、ビオトープ等で発見されたヘイケボタルについては、不自然な点があり、本施設で全て羽化したものとするについては疑問が残る。

なお、屋内せせらぎのゲンジボタルの羽化については、元飼育担当職員がトラップを仕掛けるため、せせらぎ内に入った事実はあるものの、その他、外部からの人為的な影響が少ないことから、概ね、せせらぎに生息していたホタルであると考えられる。

2 ホタル持込みに係る考察

(1) 元飼育担当職員に対する疑義（不自然さ）・考察

各関係者のそれぞれの発言を踏まえると、元飼育担当職員の発言には、次の疑義等（不自然さ）がある。

① 「花」は、「コケ」である発言の考察

元飼育担当職員は、宅配業者丙が運んだ「花」は、ハイゴケで、10箱受領したと発言しているが、実際は、21箱であり、「他の11箱」が何であったのか不明である。平成25年度に使用したハイゴケは、写真③⑧のパレット6個であり、パレット60cm×30cm×6個=10,800 cm²

想定ハイゴケ量 40cm×30cm=1,200 cm² (宅装箱寸法より)

パレット面積(10,800 cm²)÷想定ハイゴケ量(1,200 cm²)=箱数(9個)となり、発言のとおり、10箱程度の面積であったと考える。これは、宅配されたことを認めるものではなく、あくまで元飼育担当職員の言うハイゴケの量の「10箱」の数量を考察したものである。ハイゴケが、「10箱」とするなら、「他の11箱」は、ハイゴケではなく、関係者甲の言っているホタルであった可能性が極めて高い。

また、ハイゴケは、毎年、夜間特別公開前にせせらぎの通路部分(写真③)や産卵のため、飼育棟でプラスチックケース(30cm×20cm×H20cm(程度))の中に入れ、産卵させていた。産卵を確認し、その後、その苔をプラスチックケースの上に載せ、孵化させていた。

なお、ハイゴケは、自然の河原等の生息状況により、箱の大きさのような

40cm×30cm の 1 枚として採取することは難しく、岩からはぎ取る際、ある程度のブロックに分かれて採取する。このため、大きな 1 枚でなく、採取後、ある程度のブロック状のものを配送したものと考えられる。現にホテル生態環境館のハイゴケは、ブロックを合わせパレット（写真③④）の中に敷き詰めていた。

ハイゴケの厚さは、土等を含め 5 mm 程度（写真⑤）で、根の部分の土等は、砂地でもろく、崩れやすく、かつ衝撃に弱い。慎重に扱わないとバラバラになってしまう。宅配による移動は、かなり難しいと考える。



写真③ セセらぎにあるパレットと苔



写真④ セセらぎにある石に付いているハイゴケ

② 配送されたハイゴケの重量

配送されたものが、ホテルに産卵させるハイゴケであるなら、板橋区方式では、生きている苔でなければならず、苔や苔の根部分に付いた土や砂、水分がある。なお、生きている苔の使用については、元飼育担当職員の飼育方法から明らかなことである。

これらを考えると、ある程度の重量となるはずである。宅配業者丙が言っているような、空のような状況の重さであったとの発言とは食い違ってくる。

そこで、ハイゴケ重量を実際に測定してみた。ハイゴケは、写真⑤⑥⑦のとおり、 $6\text{cm} \times 5\text{cm} = 30\text{ cm}^2$ で、11gであった。

平方センチ当たりでは、 $11\text{g} \div 30\text{ cm}^2 = 0.37\text{g/cm}^2$ となり、 $40\text{cm} \times 30\text{cm}$ のハイゴケが1枚としたときの重量は、

$40\text{cm} \times 30\text{cm} \times 0.37\text{g/cm}^2 = 444\text{ g}$ となる。

これは、飲料用500ml(500g)ペットボトル1本分弱の重量となる。決して空とを感じるような重量ではないと言える。

算定では、箱のサイズでハイゴケ1枚としているが、ハイゴケの厚み5mm程度であることや箱の深さ(厚み)100mm程度を考えると、もし、送るならハイゴケ1回1枚を送るより、1~5枚重ねて送ることを考えるのが自然である。

また、ハイゴケは、水分等の管理をすれば、日当たりの良いせせらぎで長期間育てることが可能であり、21回も分けて毎日追加することは不自然である。現に写真③⑧のパレット内のハイゴケは、平成25年夏に使用したハイゴケで1年以上経ったものである。

なお、写真⑤のハイゴケは、6月中旬のホテル生態環境館の石に付いていたもので、更に成長し密になった場合、 1 cm^2 当たりの重量が増すことが考えられる。



写真⑤ ハイゴケ重量計測写真



写真⑥ ハイゴケ写真



写真⑦ (写真⑥の位置上下逆)



写真⑧ セセラぎのパレット内の昨年のハイゴケ(平成 26 年 10 月 24 日撮影)

③ 花という隠語の使用

花という隠語をわざわざ使用して送付する理由がない。産卵に必要なコケなら、コケと記述して送付すればよく、隠語を使用する必要はない。

④ ハイゴケの入手

ハイゴケは、元飼育担当職員の発言から、むし企画より入手していたことは考えられるが、輸送方法については、ハイゴケの土の崩れやすさや、宅配業者丙の宅配物の重量証言から、「花」として苔が宅配されていたとは、考えにくい。

(2) ホタル持込み量の考察

平成 25 年 6 月 7 日には、ちょうど同日にむし企画から、「花」が配送されており、施設にあった箱詰めホタルとの関連性が問われる。調査において不明な点も多いが、ホタル持込み量の推計を行った。

① 箱詰めホタル写真による推計

写真①②の 1 袋に約 100～130 匹程度（写真の葉の裏の数は算定できず）平均すると 115 匹程度入っていると確認され、100 サイズ 1 箱で 115 匹×2 袋＝230 匹程度の運搬が可能であることが分かる。このようにホタル生態環境館に配送されたとしたら、箱総数 21 個を踏まえると、ホタルの総数は少なくとも 3,500 匹程度と推計できる。葉の裏の数を入れると、更に多くのホタルがいたと考えられる。

80 サイズ (40cm×30cm×10cm) (100 サイズの 60%の容積)

230 匹×0.6×15 箱 = 2,070 匹

100 サイズ (50cm×40cm×10cm)

230 匹×6 箱 = 1,380 匹

合計 3,450 匹 $\approx$ 3,500 匹

② 乙神社担当者の発言内容からの推計

乙神社担当者は、「約 1,000～1,500 匹を直接元飼育担当職員に渡し仕分けをお願いしたもの」としており、これに従うと写真の箱内の 4 袋に 1,000～1,500 匹入っていることになり、1 袋当たり、 $1,000 \text{ 匹} \div 4 \text{ 袋} = 250 \text{ 匹/袋}$ となる。これに基づく次のとおり、7,500 匹と推計される。

[80 サイズ] (100 サイズの 60%の容積)

ゲンジボタル 250 匹/袋 $\times$ 2 袋 $\times$ 0.6 $\times$ 3 箱(H26/6/7～6/16) = 900 匹

ヘイケボタル 250 匹/袋 $\times$ 2 袋 $\times$ 0.6 $\times$ 12 箱(H26/6/17～8/15) = 3,600 匹

[100 サイズ]

ゲンジボタル 250 匹/袋 $\times$ 2 袋 $\times$ 3 箱(H26/6/7～6/16) = 1,500 匹

ヘイケボタル 250 匹/袋 $\times$ 2 袋 $\times$ 3 箱(H26/6/17～8/15) = 1,500 匹

合計 7,500 匹

③ 保育園児のホタル放流イベント

生息調査時において、飼育棟内のホタル見学者専用水槽（生態水槽とは別水槽）を調査したが、ホタルは確認できなかった。また、飼育棟では、生息調査後の羽化終了（9 月 14 日）までに、ゲンジボタルの幼虫が 10 匹、ヘイケボタルの幼虫が 2 匹、そして成虫が 7 匹確認されたのみであった。

元飼育担当職員によると、ホタル飼育は、卵から孵化後、幼虫をせせらぎに入れ、飼育していたと発言していたことなど、飼育棟には、放流するほどのホタルは、存在していなかったと考えられる。

放流するには、せせらぎ及び屋外ビオトープから採取しなければ、ホタルの確保は、難しい状況であったと考える。しかし、当時の区職員によると、せせらぎ等から採取したことは知らないとのことである。

こうしたことから、イベントで用いる幼虫、ゲンジボタルとヘイケボタル 175 匹は、持ち込まれていたと考えられる。

④ 持込み量の考察

「箱詰めホタル写真による推計」と「乙神社担当者の発言内容からの推計」を比べた場合、前者は、袋の中の葉の裏に隠れているホタル数が分からないため、正確性に欠ける。

後者については、乙神社担当者の発言数量に基づく、数量が入っている写真であると考えられるため、これに基づいた推計の方が妥当であると考ええる。

したがって、21 箱の 7,500 匹と放流イベント 175 匹で 7,700 匹程度のホタルが持ち込まれた可能性が高い。

3 塩基配列解析（DNA）調査に係る考察

(1) ゲンジボタル

今回の DNA 調査により、ホタル生態環境館のゲンジボタルは、西日本地方の DNA を持ったホタルであることが判明した。これまで元飼育担当職員は、平成元年にゲンジボタルの卵を福島県大熊町から採取し、平成 2 年の夏に羽化を成功させて以来、毎年累代飼育を重ねてきたと報告してきた。また、この累

代飼育技術は、板橋区のみ技術であると区内外に発表してきた。

しかし、今回のDNA調査により、DNA型がグループⅠ（東北・北関東）に属するゲンジボタルが見られないことから、累代飼育は、継続されていなかったことが考えられる。平成元年当時、現地で卵を採取したと言っていたことから、福島県大熊町に自生していたゲンジボタルであれば、当時から、現地のゲンジボタルが西日本及び中部・東海であったとは考えがたく、後に西日本及び中部・東海のものであるものが、ホタル生態環境館に人為的に移動された（持ち込まれた）可能性があると考えられる。

このことは、累代に及ぶ板橋育ちのホタルが現時点において存在していないことを意味する。

(2) ヘイケボタル

元飼育担当職員は、平成元年にヘイケボタルの卵を栃木県栗山村（現日光市）から採取し、ゲンジボタルと同様に毎年累代飼育を重ねてきたと報告してきた。ヘイケボタルは、ゲンジボタルのような集団間の分化はそれほど進んでおらず、グループの特定はできないが、今回得られた解析遺伝子情報データを用いて、さらに前述した参考文献「[2]ホタルの系統と進化ーミトコンドリアDNAからのアプローチ（鈴木浩文：昆虫と自然 39(8).2004）」等の論文の著者である鈴木浩文氏（日本ホタルの会 副会長 博士（理学））にハプロタイプを調べてもらった。その結果、九州と東海地方の一部に見られるHタイプのDNAを持つヘイケボタルとその他の北海道から東北、関東、中部、東海地方で広く見られるAタイプのDNAを持つヘイケボタルであることが推定された。