

名古屋大学東山キャンパス内の 14 地点でホタルミミズを確認

Record of the luminous earthworm, *Microscolex phosphoreus* (Dugès, 1837),
from 14 points in Nagoya University Higashiyama Campus

大場 裕一 (OBA Yuichi)

名古屋大学大学院生命農学研究科
Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University, Nagoya 464-8601, Japan

Abstract

Distribution of the luminous earthworm, *Microscolex phosphoreus* (Dugès, 1837), was recorded from 14 points in Nagoya University Higashiyama Campus on March and April, 2012. DNA barcode analysis revealed that these specimens are divided into three independent haplotype groups.

序 論

著者は、2011年1月9日に名古屋大学農学部（東山キャンパス内）公用車車庫付近の自転車置き場（Fig. 1, Fig. 2P）からホタルミミズ（*Microscolex phosphoreus*）9頭を採集し報告した（大場，2011；大場ら，2011）。これは、愛知県内では初記録，また，東海地方では1948年に三重県津市（羽根田，1972）で見つかって以来63年ぶりの発見であった。しかし，その後さらに調査を進めた結果，本種の分布が八丈島（大場ら，2012）を含む日本のさまざまな場所でも確認することができた。本論



Fig. 1. Map of Nagoya University Higashiyama Campus. The points where luminous earthworms were found are shown by alphabets in circles. Each alphabet corresponds to that in Fig. 2 and Table 1. Color of the circles represents *COI* haplotype of the specimen.



Fig. 2. (A) Ventilation tower for Nagoya Express Way; (B) School of Agricultural Sciences (Building B); (C) School of Agricultural Sciences (Administration Building); (D) Environmental Studies Hall; (E) School of Law; (F) Liberal Arts & Sciences Main Building; (G) School of Engineering (Building 3); (H) Affiliated Upper & Lower Secondary Schools; (I) NU CO-OP North; (J) School of Agricultural Sciences (greenhouse); (K) School of Agricultural Sciences (silkworm-raising room); (L) Institute for Advanced Research Hall, (M) Toyoda Auditorium; (N) School of Science (Building A); (O) Energy Center; (P) School of Agricultural Sciences (bicycle parking). Arrows indicates the places where the luminous earthworms were found. Photographs of Panels A to O were taken on the same day as luminous earthworms were collected. Photograph of Panel P was taken on 11 Jan, 2011.

文では、2012年3月と4月に東山キャンパス内を広く調査したところ、さらに14地点でホタルミミズを確認したので報告する。

ホタルミミズ (Fig. 3e) は、世界中に広く分布する貧毛類のコスモポリタン種で、物理的刺激により発光性の粘液を出すことで知られる (Gates, 1972; 渡辺, 2012)。単為生殖により増えると考えられており、その世界的な分布の広さは人為的な移動の結果であるとされる (Gates, 1972)。日本では、1934年の神奈川県大磯で記録されて以来 (Yamaguchi, 1935)、本州、四国、九州の各地からも



Fig. 3. (a) Earthworm cast at Building B of School of Agricultural Sciences (Fig. 2B); (b) Earthworm cast at Affiliated Upper & Lower Secondary Schools (Fig. 2H); (c) Earthworm cast at Liberal Arts & Sciences Main Building (Fig. 2F); (d) *Microscolex phosphoreus* dug out from the soil at Liberal Arts & Sciences Main Building (Fig. 2F); (e) Whole view of *Microscolex phosphoreus* and (f) its luminescence by stimulation.

いくつかの報告例があるが（小林, 1941; 島田, 1956; 岡田, 1965; 山口, 1970; 羽根田, 1985), まれに見つかる珍しい種類であると長らく考えられてきた。しかし, 生息環境や発見方法が明らかになってくるにしたがって, 校庭や公園などでも見つかる普通種であることが最近わかってきた（吉田ら, 2012; 渡辺, 2012)。しかし, これまでのホタルミミズの調査はいずれも偶発的な発見であり, ひとつの分布域における詳細な探索と遺伝的多様性の検討が行なわれた例はなかった。

材料・方法

調査対象のホタルミミズについては, 序論に解説した通りである。調査は, 2012年3月20日, 3月30日, 4月1日, 4月3日, 4月7日, 4月10日の6回行った。期間内に東山キャンパス内のすべての道路を巡回し, そこから見える建物のわきなどの土表に糞塊 (earthworm cast) がないかどうかを目視によって探した。糞塊が見つかった場合は以下の手順でミミズを探索し, 見つかった地点を記録した。糞塊があってもミミズが発見されなかった地点については今回は記録していない。

ホタルミミズの探索には, 地表の糞塊を手がかりにスコップで糞塊の下を約5 cm掘り返してハンドソーティングにより行った (Fig. 3c, d)。発見したミミズは生かしたまま暗室に持ち帰り, 1個体ずつピンセットで尾端近くを刺激して発光の有無を確認した (Fig. 3f)。発光が認められた個体は99.5%エタノールに浸けて4℃の低温室に保存した。採集した個体の体長は約10–20 mmであった。これらの試料は, 著者の所属する生命農学研究科に保管している (Table 1)。

遺伝子解析には, チトクロームオキシダーゼ I (COI) の部分配列 (バーコード領域 658 塩基; Hebert *et al.*, 2003) を用いた。実験の方法は先の報告 (Oba *et al.*, 2011; 大場ら, 2011) に準じた。

結果・考察

遺伝子解析の結果, 調べた個体がすべてホタルミミズであることが確認された。さらに, これまでに解析の終了しているホタルミミズの遺伝子情報と合わせて分子系統解析を行ったところ, 東山キャンパス内から3つの独立したハプロタイプ型が認められた (Fig. 4)。今回は, 各地点から1個体のみ

Table 1. 名古屋大学東山キャンパス内のホタルミミズ採集記録

採集地点 (捕獲個体数) *	採集日	GenBank (specimen ID)
A 名古屋高速道路公社東山換気所 (9)	2012年3月20日	AB750656 (Mph33)
B 名古屋大学農学部B館南側 (5)	2012年3月20日	AB750667 (Mph49)
C 名古屋大学農学部管理棟西側 (4)	2012年3月30日	AB750668 (Mph50)
D 名古屋大学環境総合館西側 (4)	2012年4月1日	AB750669 (Mph51)
E 名古屋大学経済学部北側正面玄関付近 (12)	2012年4月1日	AB750670 (Mph52)
F 名古屋大学全学教育棟北西駐輪場 (7)	2012年4月1日	AB750671 (Mph53)
G 名古屋大学工学部3号館北側玄関付近 (5)	2012年4月1日	AB750672 (Mph54)
H 名古屋大学附属高校運動場東側 (3)	2012年4月1日	AB750673 (Mph55)
I 名古屋大学北部厚生会館北西側 (4)	2012年4月1日	AB750674 (Mph56)
J 名古屋大学農学部温室北側 (3)	2012年4月3日	AB750675 (Mph57)
K 名古屋大学農学部蚕室北側 (2)	2012年4月7日	AB750676 (Mph58)
L 名古屋大学高等総合研究館北側正面 (7)	2012年4月7日	AB750677 (Mph59)
M 名古屋大学豊田講堂北側 (5)	2012年4月7日	AB750678 (Mph60)
N 名古屋大学理学部A館南側 (4)	2012年4月7日	AB750679 (Mph61)
O 名古屋大学エネルギーセンター駐車場東側 (2)	2012年4月10日	AB750680 (Mph62)

* 先頭のアルファベットは Figs. 1, 2, 4 のそれらと対応する

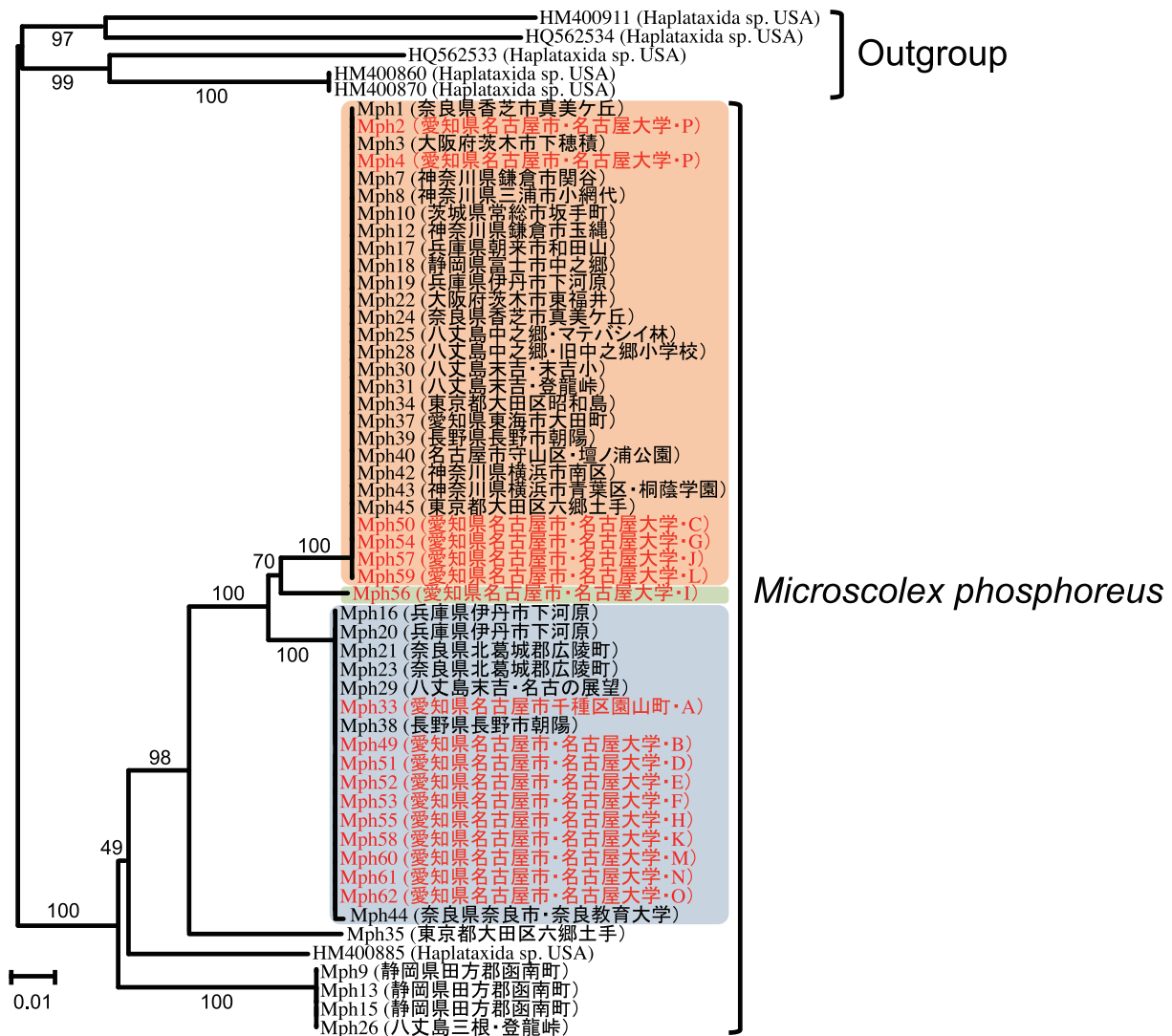


Fig. 4. Neighbor-joining phylogenetic tree of *Microscolex phosphoreus* based on the *COI* fragments (658 bp) reconstructed using ClustalW ver. 2.1 (<http://clustalw.ddbj.nig.ac.jp/>) under default setting. Numbers on the node indicate the bootstrap values (%) from 1,000 replicates. The OTUs from Nagoya University Campus and the neighbor are shown in red. Each alphabet corresponds to that in Figs. 1 and 2. Colors of the haplotype groups correspond to those of circles in Fig. 1.

を解析したが、今後は RFLP 法などを用いて各地点から複数個体を解析する予定である。

今回、名古屋大学東山キャンパス内全体を調査した結果、計 14 地点 (Fig. 2B-O) からホタルミミズが確認された。ただし、東山キャンパス南東側の保存緑地範囲 (みどりの管理計画, 名古屋大学) では発見することができなかった。この区画は樹木が多く土が比較的肥沃であるため、ホタルミミズの生息に適していない (ミミズの優占種が別な種類である) か、もしくはホタルミミズは分布しているが地表に落ち葉や小枝などが堆積しているため明瞭な糞塊が作れないのかもしれない。実際、土質によって形成される糞塊の形状はさまざまであり (Fig. 3a, b, c), 場所によっては糞塊を見逃していた可能性もある。今後は、他の方法による探索法も検討する必要があるだろう。

今回ホタルミミズが確認された場所に共通しているのは、(1) 建物の北側の陰などで地表が湿っている場所 (コケ類が見られることが多い), (2) 草が少なく表土が多く露出している場所, (3) 基本的に人が歩くことがない場所, である。ただし、名古屋大学附属高校東側の土手上は比較的乾燥していて表土には芝の根がはびこっており、他の発見場所とはやや環境が異なっていた (Fig. 2H; Fig.

3b). しかし、ここで見つかった個体数は少なく、またマンホールの周辺など特に湿度が高く芝の根も少ない場所で見つまっていることから、やはり湿っていて草が少ない場所を好んでいると考えられる。

名古屋大学東山キャンパス内 14 地点 (Fig. 2B-O) とそれに隣接する名古屋高速道路公社東山換気所 (Fig. 2A) の計 15 地点から各 1 個体ずつ COI 遺伝子の部分配列を解析した結果、これらが 3 つのハプロタイプ型に区別されることが明らかとなった (Fig. 4). そのうち、北部厚生会館 (北部生協) の北西側 (Fig. 2I) から採取した個体は、これまでどこからも見つかっていなかった新しいハプロタイプ型を持っていた。その他の 2 ハプロタイプは、すでに名古屋大学以外の場所でも確認されている型であった。名古屋大学キャンパスとその周辺における 3 ハプロタイプ型の複雑な分布については、土地利用 (砂土の持ち込みや園芸植物の移植など) の歴史や由来を反映している可能性が考えられる。実際、高等総合研究館は 2004 年に建てられており、コンクリートに囲まれた建物正面の植え込み (Fig. 2L) もその際に園芸植物や砂土を持ち込んで作られたものと考えられる。また、名古屋高速道路公社換気所 (Fig. 2A) は 2003 年に設置されており、その際にも園芸植物が土といっしょに別な場所から運び込まれたと推測される。したがって、少なくともこれらの地点に関しては比較的最近になってホタルミミズが外部から人為的に持ち込まれた可能性が高い。また、それ以外の場所でも、園芸植物が植えられた場所 (Fig. 2B, C, I, M, N, O) で多く見つまっていることから、ホタルミミズが基本的に人為的な分散により急速に分布を拡大している可能性が示唆される。このことは、各ハプロタイプ内の遺伝的多様性が著しく低い (Fig. 4) ことから支持されるだろう (例外的に奈良教育大学で採取された個体には同じハプロタイプ群と比べて 1 塩基の置換が認められたが、それ以外のすべての個体では同じハプロタイプ内の配列一致度は 100%であった)。

なお、発光ミミズの発光メカニズムは、ホタルミミズも含めてまだ完全には解明されていない (Shimomura, 2006)。今回の調査により、名古屋大学東山キャンパス内にホタルミミズが広く分布していることが明らかとなった。とくに経済学部前 (Fig. 2E) の一帯は、確認された糞塊の数から相当数のホタルミミズが生息していると予想される。したがって、今後は名古屋大学のホタルミミズを使った発光メカニズムの解明研究が可能かもしれない。また、名古屋大学高校の付近からも見つかったことから、ホタルミミズを理科研究の材料として活用することも期待できる。ホタルミミズが発光することの生態学的意義は (捕食者への威嚇という説が有力であるが; Sivinski and Forrest, 1983), いまのところ明確ではない。また、ホタルミミズはふつうのミミズとは異なり夏に見つかることが殆どないなど、そのライフサイクルには不明な点が多い。このように、名古屋大学のホタルミミズには、身近で興味深い理科研究の対象としての可能性もあると思われる。

謝 辞

東山キャンパスの白地図を提供いただきました名古屋大学施設管理部施設企画課に御礼申し上げます。原稿に目を通して頂いた柴田康平氏 (土壤動物学会) と吉田宏氏 (奈良県立御所実業高校) に感謝します。ホタルミミズの採集と試料提供に協力頂いた大場由美子氏、別所学氏、蟹江秀星氏 (名古屋大・生命農学)、山下崇氏、高橋孝三氏 (NPO 八丈島観光レクリエーション研究会)、稲津賢和氏 (ひめぼたるの会)、池谷治義氏 (桐蔭学園高校) に感謝します。

文 献

大場裕一 (2011) 名古屋大学東山キャンパス内のホタルミミズの記録. *三河生物*, **2**, 67.

- 大場裕一, 柴田康平, 吉田宏 (2011) 名古屋大学キャンパス内で発見されたホタルミミズとその DNA バーコード解析. *名古屋大学博物館報告*, **27**, 13-16.
- 大場裕一, 吉田宏, 柴田康平, 山下崇, 高橋孝三 (2012) 八丈島で確認されたホタルミミズ *Microscolex phosphoreus* とその DNA バーコード解析. 東京都八丈ビジターセンター平成 23 年環境学習活動報告書 (*hachijoensis*) Vol. 14, 47-53.
- 岡田要 (1965) 新日本動物図鑑 (上). 北隆館.
- 小林新二郎 (1941) 四國, 中國, 近畿及中部諸地方の陸棲貧毛類に就いて. *動物學雜誌*, **53**, 258-266.
- 島田健一 (1956) 発光ミミズの分布と観察. *採集と飼育*. **18**, 213-215.
- 羽根田弥太 (1972) 発光生物の話. 北隆館.
- 羽根田弥太 (1985) 発光生物. 恒星社厚生閣.
- みどりの管理計画 (2008) 名古屋大学施設計画・マネジメント委員会編.
- 山口英二 (1970) ミミズの話. 北隆館.
- 吉田宏, 大場裕一, 柴田康平 (2012) ホタルミミズ最新情報—どこにでもいる普通のミミズ—. 第 35 回日本土壤動物学会大会 (口頭発表).
- 渡辺弘之 (2012) ミミズの雑学 (環境 Eco 選書 6). 北隆館.
- Gates, G. E. (1972) Burmese earthworms. An introduction to the systematics and biology of megadrile oligochaetes with special reference to Southeast Asia. *Trans. Am. Phil. Soc.*, **62**, 1-326.
- Hebert, P. D. N., Cywinska, A., Ball, S. L. and deWaard, J. R. (2003) Biological identifications through DNA barcodes. *Proc. R. Soc. Lond. B*, **270**, 313-321.
- Oba, Y., Branham, M. A. and Fukatsu, T. (2011) The terrestrial bioluminescent animals of Japan. *Zool. Sci.*, **28**, 771-789.
- Shimomura, O. (2006) Bioluminescence: Chemical Principles and Methods. World Scientific Pub., Singapore.
- Sivinski, J. and Forrest, T. (1983) Luminous defense in an earthworm. *Florida Entomol.*, **66**, 517.
- Yamaguchi, H. (1935) Occurrence of the luminous oligochaete, *Microscolex phosphoreus* (Dug.) in Japan. *Annot. Zool. Japon.*, **15**, 200-202.

(2012 年 10 月 15 日受付, 2012 年 11 月 25 日受理)