



## 岩手県奥州市で採集されたホトケドジョウの形態および遺伝的特徴

井藤大樹<sup>1</sup>・竹内 基<sup>2</sup>・鈴木正貴<sup>3</sup>・旗 薫<sup>4</sup>・赤池貴大<sup>4</sup>・杉山秀樹<sup>5</sup>

### Author & Article Info

<sup>1</sup> 徳島県立博物館（徳島市）  
qqx36bd@gmail.com (corresponding author)

<sup>2</sup> 岩手県立久慈高等学校（久慈市）

<sup>3</sup> 岩手県立大学総合政策学部（滝沢市）

<sup>4</sup> 株式会社エコリス（仙台市）

<sup>5</sup> NPO 法人秋田水生生物保全協会（秋田市）

Received 09 January 2026

Revised 16 January 2026

Accepted 16 January 2026

Published 17 January 2026

DOI 10.34583/ichthy.63.0\_12

Taiki Ito, Motoi Takeuchi, Masaki Suzuki, Kaoru Hata, Takahiro Akaike and Hideki Sugiyama. 2026. Morphological and genetic characteristics of *Lefua echigonia* in Oshu City, Iwate Prefecture, northern Honshu, Japan. Ichthy, Natural History of Fishes of Japan, 63: 12–20.

### Abstract

To determine whether the population of *Lefua echigonia* collected from Oshu City, Iwate Prefecture, northern Honshu, Japan, represents a native population, we analyzed its morphological and genetic characteristics and compared them with those of nearby populations. Analysis of partial mitochondrial cytochrome *b* gene sequences revealed that the Oshu population, together with the population collected from Takizawa City in the same prefecture, forms a monophyletic group and constitutes a small lineage within the Tohoku population, previously recognized by its genetic and geographic cohesiveness. The Oshu and Takizawa populations were also confirmed to represent a lineage genetically differentiated from populations in adjacent areas. In addition, a trend-level morphological differentiation between these two populations and other populations within the Tohoku population was suggested. Based on these results, the Oshu population was determined to be native and should be prioritized for conservation efforts.

ホトケドジョウ *Lefua echigonia* Jordan and Richardson, 1907 は、標準体長 5–7 cm 程度の日本固有の淡水魚類で、秋田県から兵庫県の日本海流入河川と岩手県から三重県の太平洋流入河川に分布する（中島・内山, 2017; 細谷, 2025）。本種には、遺伝的に識別される 7 地域集団（東北集団, 山形集団, 北陸集団, 北関東集団, 南関東集団, 東海集団, 近畿集団）が知られている（Sakai et al., 2003; Mihara et al.,

2005; Aiki et al., 2009; Miyazaki et al., 2011, 2018）。本種は主に湿地や細流, 農業用水路, ため池などに生息し, 流れが緩やかな環境を好むが（中島・内山, 2017; 細谷, 2025）, これらの環境は開発の影響を受けやすく, 本種の生息環境は各地で消失している（勝呂・細谷, 2015）。また, 農薬の過剰散布や外来種の侵入などの影響を受け, 本種は各地で個体数が減少しており, 環境省版レッドリストでは絶滅危惧 IB 類に選定されている（勝呂・細谷, 2015; 環境省, 2020）。

岩手県において, ホトケドジョウが自然分布するか否かは長らく判然としなかった。青柳（1957）は岩手県には本種が分布しないとする一方で, 小山（1957）は岩手県産淡水魚類目録をまとめ, その中に本種を含めているが, 裏付けとなる採集記録や標本は残っていない。また, Okada（1960）では, 田中・熊谷（1917）と Okada and Ikeda（1938）の情報を基に, 岩手県の北上川に本種が分布するとしたが, 田中・熊谷（1917）では宮城県, Okada and Ikeda（1938）では宮城県と山形県, 福島県にて本種が確認されたことを報告しており, 岩手県から報告したものではない。その後, 例えば, 松原（1963）では本種の分布を「秋田県以南の本州及び四国」とし「このうち, 本州の一部と四国については, ナガレホトケドジョウ *Lefua torrentis* Hosoya, Ito and Miyazaki, 2018 が混同されている。以下の澤田（1984, 2001）でも同様; Hosoya et al.（2018）参照], 澤田（1984）では「青森県, 中国地方西部を除く本州および四国」, 澤田（2001）においても「青森県・中国地方西部を除く本州, 四国東部」とされ, 細谷（1994）では「秋田県・岩手県以南, 岡山県までの本州・・・」と, 細谷（1995, 2000, 2013）では「青森県を除く東北地方～三重県・京都府・兵庫県」としており, 岩手県にも本種が自然分布すると解釈できる記述となっているものが多い。しかし, この時点では, 実際に岩手県で採集された本種の標本は残されておらず, 確実な記録がないことから, 岩手県版レッドリストでは本種を評価対象としていなかった（岩手県生活環境部自然保護課, 2001; 竹内ほか, 2015）。このような状況の中, 竹内ほか

(2015) にて、岩手県滝沢市〔竹内ほか (2015) では盛岡市と表記しているが、滝沢市が正しい：竹内 (2025) 参照〕から本種が採集されたことが報告された。さらに、これら採集個体のミトコンドリア DNA (mtDNA) の D-loop 領域の部分塩基配列を決定し、既存の本種の配列と比較したところ、東北集団に含まれるハプロタイプを有し、それらのハプロタイプはこれまで確認されていない独自の特徴を有することが明らかとなった (竹内ほか, 2015)。竹内ほか (2015) は滝沢市で確認されたホトケドジョウ個体群の自然分布の可能性を指摘しつつ、人為的移植に由来する可能性も排除できないため、本個体群の由来は不明とした。その後、竹内 (2025) にて、滝沢市に加え、奥州市でも本種が確認されたことが報告されるとともに、滝沢市の個体群は独自のハプロタイプを有することから自然分布とみなされた。一方、奥州市の個体群については、遺伝的な特徴などは不明としつつ、自然分布と判断されている (竹内, 2025)。

現在、岩手県では前述のとおり、滝沢市と奥州市の 2 地域のみからホトケドジョウが確認されており、少なくとも滝沢市に生息する個体群は遺伝的な特徴に基づいて在来個体群として取り扱われている (鈴木, 2024; 竹内, 2025)。しかし、奥州市に生息する個体群に関する詳細な情報は依然不明である。奥州市の個体群が在来か否かを判断するためには、本個体群の遺伝的特徴を含む詳細な情報を明らかにする必要がある。そこで、本研究では、奥州市のホトケドジョウについて、形態的特徴を記載し、その形態を近隣の個体群と比較するとともに、これらの標本の mtDNA のシトクローム *b* (cyt *b*) 遺伝子領域を分析して、当該個体群の在来性について議論する。

## 材料と方法

岩手県奥州市にて 2024 年 7 月 22 日と 2025 年 6 月 4 日に採集されたホトケドジョウを供試魚とした。また、比較材料として、岩手県滝沢市、宮城県、秋田県、山形県にて採集した標本を用いた。本研究では個体群保護の観点から本種の採集地点を詳述しない。2024 年に採集された 5 個体については、鰭のみをエタノール水溶液にて固定し、後述の遺伝分析のみに使用した。その他の標本については、右側の胸鰭を切り取り、99% エタノールにて保存した後に、魚体をホルマリン水溶液にて固定した。ホルマリン水溶液にて固定された標本は、その後にアルコール水溶液にて保存され、これらの標本を計数・計測の対象とした。本研究に用いた標本は、徳島県立博物館所蔵魚類標本 (TKPM-P) として登録されている。なお、2024 年に採集された 5 個体については、上述のとおり、遺伝分析用の鰭を採取したのみであったため、TKPM-P として登録していない。

標本の脊椎骨以外の計数方法については Hubbs and

Lagler (2004) に、脊椎骨の計数方法については細谷 (1983) に、計測方法については Hubbs and Lagler (2004) と Kottelat (1990) にそれぞれ従った。計数・計測の際には、双眼実体顕微鏡を使用し、デジタルノギスにて 0.1 mm 単位まで計測した。頭部感覚器官については、標本をサイアニンブルーで一時的に染色して観察した。背鰭、臀鰭、尾鰭の鰭条と脊椎骨については、軟 X 線写真を撮影して計数した。標準体長 (standard length) は SL と表記した。

岩手県奥州市にて採集された個体群の形態的特徴を明らかにするため、これらの標本 (TKPM-P 27530 : 10 個体) と、岩手県滝沢市から採集された標本 (TKPM-P 27531 : 11 個体)、宮城県にて採集された標本群 (TKPM-P 27540–27542 : 計 24 個体) を対象に、計数值および、SL あるいは頭長に対する計測値の割合 (Table 1) について、Bonferroni の不等式で *P* 値を補正した Mann-Whitney *U* 検定により多重比較を行なった。統計解析には、R software ver. 4.5.0 (R Core Team, 2025) を用いた。

mtDNA cyt *b* の分析は、岩手県奥州市にて採集された標本 (2024 年 7 月 22 日に採集された 5 個体と TKPM-P 27530)、と、著者らが岩手県滝沢市、宮城県、秋田県、山形県にて採集した標本を対象とした (Table 2)。DNA の抽出については、99% エタノール中に保存された供試魚の右側の胸鰭から、キアゲン社の DNeasy Blood & Tissue Kit を用いて行なった。PCR に使用したプライマーは、Forward (loach\_cytb\_F1): 5'-CAGTGACTTGAAGAACCACCG-3' (中島ほか, 2021) と Reverse (H15915): 5'-CTCCGATCTTCGGATTACAAGAC-3' (Xiao et al., 2001) である。PCR 反応の温度サイクルは、94°C 10 秒間の加熱を行なった後、94°C 15 秒、55°C 15 秒、72°C 2 分の温度サイクルを 30 回繰り返す、94°C で 5 分間の最終伸長を行なった。PCR 産物はニッポン・ジーン社の Isospin PCR Product を用いて精製した後、マクロジェン・ジャパン (東京都) に委託し、塩基配列を決定した。得られた塩基配列は国際塩基配列データベース (INSDC) に登録した。

得られた塩基配列に、INSDC に登録されている宮城県産および山形県産のホトケドジョウの配列 (AB080142, AB080155, AB080156) と、外群としてナガレホトケドジョウ (AB080183) およびエゾホトケドジョウ *Lefua nikkonis* (Jordan and Fowler, 1903) (AB100919) の配列を加え、MEGA X (Kumar et al., 2018) に内蔵されている CLUSTAL W (Thompson et al., 1994) を用いて塩基配列の多重整列を行ない、ハプロタイプを判別した。ハプロタイプ間の系統関係は、MEGA X を用いて近隣結合法にて推定した。近隣接合法を用いた系統樹 (NJ 樹) の推定には、Kimura 2-parameter model を用い、ギャップは Complete-Deletion として解析した。各枝の支持率についてはブートストラッ

プ法 (1,000 回) によって示した。奥州市および近隣地域 (AB080142, AB080155, AB080156 を含む) から得られたホトケドジョウのハプロタイプについて, PopART 1.7.1 (Leigh and Bryant, 2015) を用いて minimum spanning network を作成した。また, 著者らが採集した本種の標本を対象に

(AB080142, AB080155, AB080156 については採集地点の緯度経度情報が不明であったため, 分析から除外した), 個体群のグルーピングのために, SAMOVA ver. 1.0 (Dupanloup et al., 2002) を用いて Spatial Analysis of Molecular Variance (SAMOVA) を行なった。SAMOVA はカテゴリ数  $K=2$  か

Table 1. Counts and measurements of *Lefua echigonia* in this study.

	TKPM-P 27530 Oshu, Iwate <i>n</i> =10		TKPM-P 27531 Takizawa, Iwate <i>n</i> =11		TKPM-P 27540–27542 Miyagi <i>n</i> =24	
Standard length (mm)	38.9–54.4		30.2–53.3		44.7–68.6	
Counts						
Simple dorsal-fin rays	3–4		3–4		3–4	
Branched dorsal-fin rays	5–6		6		5–6	
Simple anal-fin rays	3–4		3–4		3–4	
Branched anal-fin rays	5–6		5		5	
Pectoral-fin rays	11–12		10–12		10–12	
Simple pelvic-fin rays	1		1		1	
Branched pelvic-fin rays	5		5		5	
Caudal-fin rays	13–15		13–15		13–16	
Total vertebrae	37–39		38–39		36–39	
Abdominal vertebrae	20–22		20–21		19–21	
Caudal vertebrae	17–18		17–19		16–19	
Measurements	range	mean±SD	range	mean±SD	range	mean±SD
% of standard length						
Lateral head length	21.9–23.8	23.1±0.6	21.4–24.5	22.9±0.9	20.2–22.3	21.5±0.6
Head depth (at posterior of supraoccipital)	11.0–12.4	11.7±0.4	10.9–12.6	12.0±0.5	10.0–11.8	11.0±0.5
Maximum head width	13.9–15.8	15.2±0.6	14.4–16.6	15.5±0.6	14.2–17.4	15.2±0.7
Body depth	12.9–15.2	14.0±0.7	12.4–15.5	14.4±0.9	12.5–15.0	13.6±0.6
Body width (in front of dorsal-fin)	8.0–9.7	8.9±0.5	8.0–9.6	8.9±0.5	8.3–10.2	9.1±0.5
Depth of caudal peduncle	10.2–11.6	10.8±0.4	10.4–12.1	11.3±0.5	10.4–12.5	11.4±0.6
Length of caudal peduncle	14.8–17.3	15.8±0.9	14.2–15.7	15.1±0.6	14.0–18.6	16.5±1.0
Pre-dorsal-fin length	61.9–65.1	63.2±1.0	62.2–66.7	63.7±1.2	61.2–65.7	63.5±1.3
Pre-anal-fin length	75.7–78.2	77.0±0.8	76.0–80.4	78.5±1.1	74.1–79.2	76.3±1.3
Pre-anus length	71.4–75.0	73.8±1.1	72.3–75.0	74.0±0.8	70.4–75.7	73.2±1.2
Height of dorsal-fin	6.4–8.6	7.7±0.7	5.9–16.3	9.0±2.6	6.4–9.9	7.8±0.9
Length of dorsal-fin base	7.2–8.3	7.9±0.4	7.2–9.6	8.3±0.7	7.4–9.2	8.4±0.5
Height of anal-fin	10.7–12.8	11.9±0.6	7.7–14.6	12.3±1.8	9.3–15	12.0±1.5
Length of anal-fin base	6.0–8.1	7.1±0.7	6.9–8.0	7.5±0.4	6.6–9.3	7.6±0.6
% of head length						
Snout length	42.3–53.3	48.7±3.7	41.2–52.0	47.0±3.0	45.4–61.8	52.1±4.1
Orbit diameter	19.3–24.1	21.6±1.5	17.4–21.8	19.4±1.6	15.6–22.3	18.7±1.8
Interorbital width	49.8–60.0	55.7±3.4	50.4–66.5	59.7±5.1	56.4–74.4	66.3±4.8

Table 2. Sampling locations, accession numbers, mitochondrial haplotypes, and number of individuals of *Lefua echigonia* in this study.

Location	Accession number	Haplotype ID	<i>n</i>	Reference
Mogami-gawa river system, Higashine, Yamagata	LC909294	Hap 1	3	This study
Akaishi-gawa river system, Nikaho, Akita	LC909295	Hap 2	1	This study
Akaishi-gawa river system, Nikaho, Akita	LC909296	Hap 3	1	This study
Fujishima, Yamagata	AB080142	Hap 3	1	Saka et al. (2003)
Kitakami-gawa river system, Takizawa, Iwate	LC909297	Hap 4	8	This study
Kitakami-gawa river system, Oshu, Iwate	LC909298	Hap 5	15	This study
Natori-gawa river system, Shibata, Miyagi	LC909299	Hap 6	3	This study
Natori-gawa river system, Shibata, Miyagi	LC909300	Hap 7	3	This study
Sunaoshi-kawa river system, Miyagi, Miyagi	LC909301	Hap 8	1	This study
Sunaoshi-kawa river system, Miyagi, Miyagi	LC909302	Hap 9	5	This study
Kitakami-gawa river system, Osaki, Miyagi	LC909303	Hap 10	8	This study
Yamamoto, Miyagi	AB080156	Hap 11	1	Saka et al. (2003)
Sendai, Miyagi	AB080155	Hap 12	1	Saka et al. (2003)





Fig. 1. Fresh specimen of *Lefua echigonia* from the Kitakami-gawa river system, Oshu City, Iwate Prefecture, northern Honshu, Japan (TKPM-P 27530, 48.8 mm SL).

ら  $K=6$  まで行ない、Number of initial conditions を 100 とし、simulated annealing を 10,000 回実行した。ハプロタイプネットワークおよび SAMOVA の結果から、宮城県中～南部、宮城県北部、岩手県、山形県東部、山形県西部～秋田県からそれぞれ採集された標本でハプロタイプが異なるグループを形成する傾向が確認されたため（結果参照）、Arlequin ver. 3.5.2.2 (Excoffier and Lischer, 2010) を用いてグループ間 (AB080142, AB080155, AB080156 を含む) での分子分散分析 (AMOVA) を行なった。さらに、MEGA X にてグループ間および奥州市と滝沢市の個体群間の  $p$ -distance を算出した。

#### *Lefua echigonia* Jordan and Richardson, 1907

##### ホトケドジョウ

(Figs. 1, 2; Table 1)

**標本** TKPM-P 27530, 10 個体, 38.9–54.4 mm SL, 岩手県奥州市, 北上川水系, 2025 年 6 月 14 日, 手網。

**記載** 体各部の計数・計測値を Table 1 に示した。体は円筒型で、躯幹部後部と尾柄部はやや側扁し、頭部はやや縦扁する。体背縁は吻端から後頭部にかけてゆるやかに上

昇し、その後、体軸とほぼ平行となり、尾鰭基部に達する。体腹縁は下顎先端から尾鰭基部まで体軸とほぼ平行である。眼は頭部側面のやや上方に位置する。吻は背面からみると丸い。口は小さく、垂端位で、上顎後端は眼の前端よりも前方である。口唇はなめらかで、上唇の正中に切れ込みはなく、下唇の正中に切れ込みがある。内口ひげ (inner rostral barbel), 外口ひげ (outer rostral barbel), 上顎口ひげ (maxillary barbel) がそれぞれ左右 1 対あり、内口ひげは後方に伸長させると上顎後端をわずかに越え、外口ひげでは眼の中心付近に達し、上顎口ひげでは眼の後端をわずかに越える。前鼻孔と後鼻孔は離れ、前鼻孔は眼と吻端の間点付近に位置し、後鼻孔は眼の直前のやや背方に位置する。前鼻孔は管状で、その先端はひげ状に伸長する。尾柄部の上縁と下縁にはキールがあり、上縁のキールは尾鰭基底のやや前方からはじまり、尾鰭に接続し、下縁のキールは臀鰭基底後端直後からはじまり、尾鰭に接続する。鱗は皮下に埋没する。側線を欠く。背鰭と尾鰭の後縁および腹鰭、臀鰭の下縁は円い。背鰭起部は吻端よりも尾鰭基底に近く、腹鰭起部の垂線上よりもやや後方に位置する。肛門は臀鰭起部直前に位置する。

頭部感覚器官は、頭部感覚管がなく、頭部背面、側面、

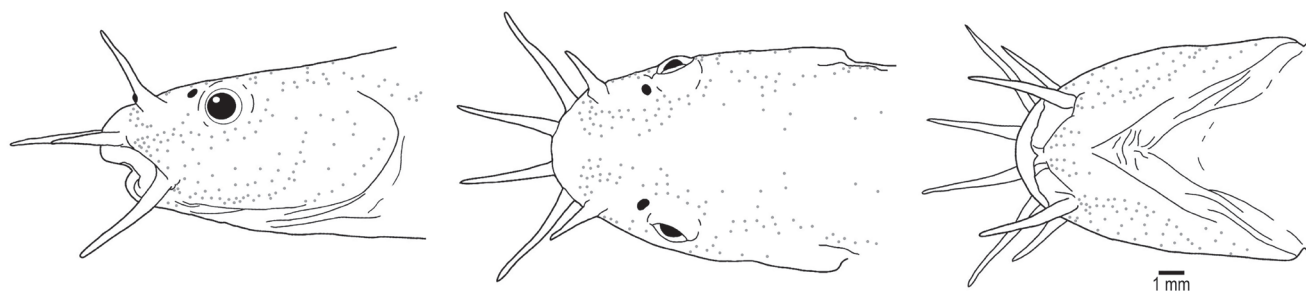


Fig. 2. Diagrams of cephalic sensory system of *Lefua echigonia* from the Kitakami-gawa river system, Oshu City, Iwate Prefecture, northern Honshu, Japan (TKPM-P 27530, 48.8 mm SL). Lateral (left), dorsal (center), and ventral (right) views. Gray dots indicate superficial neuromasts.

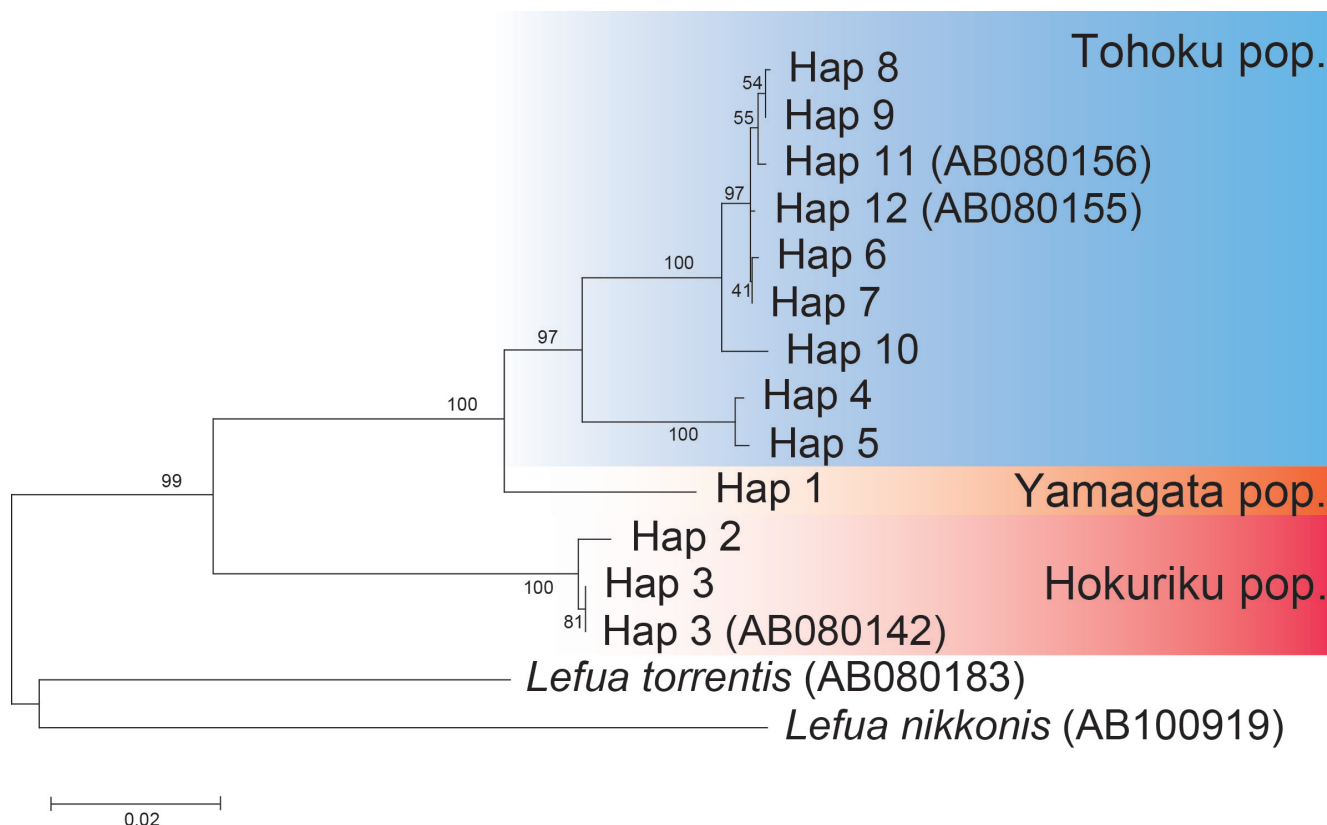


Fig. 3. A neighbor-joining tree based on genetic distances estimated using partial mitochondrial cytochrome *b* gene sequences (1,026 bp) of *Lefua echigonia* and two outgroups. Numbers at nodes indicate bootstrap values based on 1,000 replicates. Haplotype IDs correspond to those in Table 2. Scale bar indicates 0.02 sequence divergence under Kimura-2-parameter model.

腹面にやや発達する表在性の感丘から構成される (Fig. 2).

**体色** 頭部と軀幹部、尾柄部の側面および背面の地色は黄色がかった茶色で、頭部と軀幹部、尾柄部の腹面はわずかに茶色がかった乳白色である。眼の直前から吻端にかけて薄い1本の暗色の斜体がある。軀幹部側面やや背方の鰓蓋直後に暗色斑がある。軀幹部と尾柄部の背面および側面、背鰭、臀鰭、尾鰭には腫大の暗色斑が散在する。各鰭の鰭条はやや黄色がかり、不規則な暗色斑を備える。胸鰭の鰭膜は基底付近では黄色がかった半透明でその他は白色半透明。腹鰭と臀鰭の鰭膜は白色半透明。背鰭の鰭膜は基部付近では暗色でその他は白色半透明。尾鰭の鰭膜は基部付近では黄色がかり、後方に向かうにつれ白色半透明となる。

**形態比較** 奥州市にて採集された標本と、宮城県にて採集された標本群 (TKPM-P 27540–27542) の間には、頭長 ( $P<0.001$ ), 頭高 ( $P=0.004$ ), 尾柄高 ( $P=0.011$ ), 臀鰭基底長 ( $P=0.049$ ), 眼径 ( $P<0.001$ ), 両眼間隔 ( $P<0.001$ ), 臀鰭棘状軟条数 ( $P=0.035$ ) にて有意差が確認された。また、奥州市の標本と、滝沢市の標本の間では、肛門前長 ( $P=0.008$ ) と眼径 ( $P=0.024$ ) にて有意差が確認された。滝沢市の標本と、宮城県の標本群の間にも、頭長 ( $P<0.001$ ), 頭高 ( $P<0.001$ ), 体高 ( $P=0.014$ ), 尾柄長 ( $P<0.001$ ), 臀鰭前長 ( $P<0.001$ ), 吻長 ( $P=0.004$ ), 両眼間隔 ( $P=0.005$ ) にて有意差が確認された。

**遺伝的特徴** 奥州市および近隣地域から得られた48個体のホトケドジョウの mtDNA *cyt b* 領域 1,026 bp の相同な

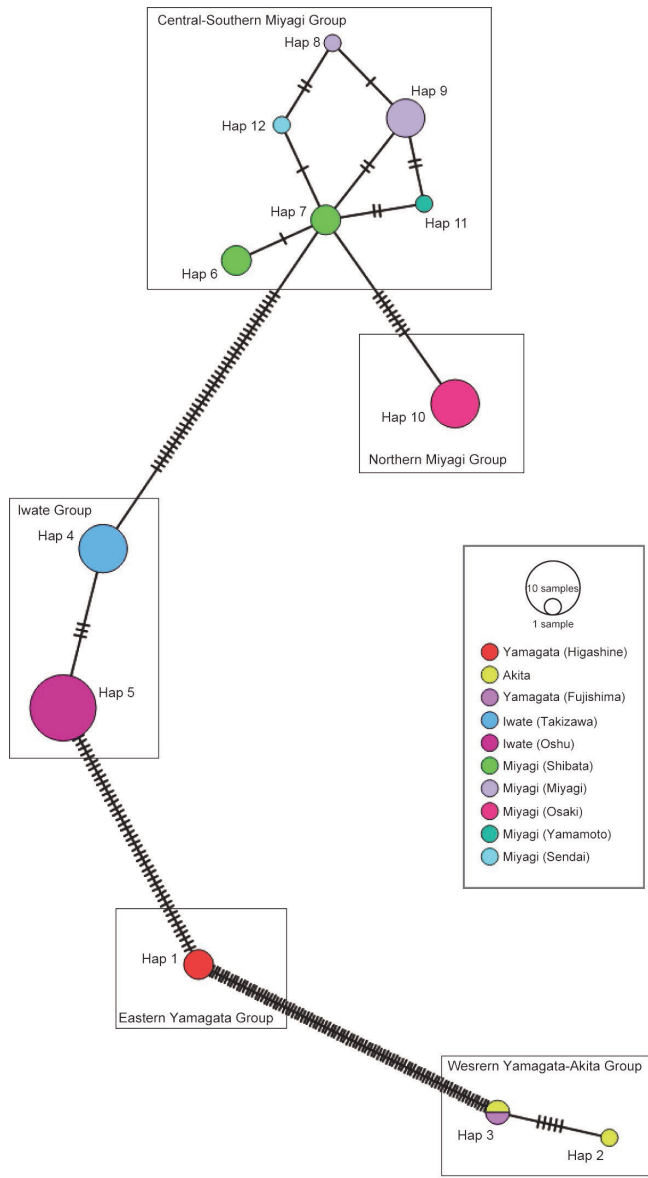


Fig. 4. A minimum spanning network for haplotypes of *Lefua echigonia* based on partial mitochondrial cytochrome *b* gene sequences (1,026 bp). Pie charts indicate relative frequencies of haplotypes, with chart size proportional to number of individuals. The number of lines between nodes represents number of nucleotide substitutions. Haplotype IDs correspond to those in Table 2.

塩基配列を決定した結果、10 種類のハプロタイプが判別された (AB080155, AB080156 を含むと 12 種類のハプロタイプ; Table 2)。奥州市の個体群は、15 個体すべてが同じハプロタイプ (Hap 5) であった。

ハプロタイプ間の系統推定の結果、奥州市の個体群にみられたハプロタイプ (Hap 5) は、滝沢市の個体群にみ

られたハプロタイプ (Hap 4) と共にサブクラスターを形成し (ブートストラップ値: 100%), このサブクラスターは宮城県から得た複数の個体群にみられたハプロタイプ (Hap 6–12) から成るサブクラスターと共に一つのクラスターを形成した (ブートストラップ値: 97%; Fig. 3)。ハプロタイプネットワークでは、宮城県中一南部、宮城県北部、岩手県、山形県東部、山形県西部–秋田県でハプロタイプが異なるグループを形成する傾向が確認された (Fig. 4)。

SAMOVA によるグルーピングでは、グループ数 6 ( $K=6$ ) で  $F_{ct}$  が最大値 (93.85%,  $P=0.0909$ ) となり、次にグループ数 5 ( $K=5$ ) で  $F_{ct}$  が大きい値 (93.59%,  $P=0.0127$ ) を示した。 $F_{ct}$  がグループ数 6 に次いで大きく、かつ統計的に有意であることから、グループ数 5 (宮城県中一南部、宮城県北部、岩手県、山形県東部、山形県西部–秋田県) が適当と判断された。これら 5 グループに分けて AMOVA を行なったところ、全遺伝分散の 93.59% がグループ間に存在し、グループ内の個体群では 5.89%, 個体群内では 0.51% であった (Table 3)。5 グループ間の  $p$ -distance の平均値  $\pm$  標準偏差は、宮城県中一南部 vs. 宮城県北部:  $0.010 \pm 0.001$ , 宮城県中一南部 vs. 山形県東部:  $0.053 \pm 0.001$ , 宮城県中一南部 vs. 山形県西部–秋田県:  $0.109 \pm 0.001$ , 宮城県中一南部 vs. 岩手県:  $0.040 \pm 0.001$ , 宮城県北部 vs. 山形県東部:  $0.053 \pm 0.000$ , 宮城県北部 vs. 山形県西部–秋田県:  $0.105 \pm 0.001$ , 宮城県北部 vs. 岩手県:  $0.043 \pm 0.000$ , 山形県東部 vs. 山形県西部–秋田県:  $0.104 \pm 0.001$ , 山形県東部 vs. 岩手県:  $0.050 \pm 0.000$ , 山形県西部–秋田県 vs. 岩手県:  $0.109 \pm 0.002$  であった。奥州市と滝沢市の個体群間の  $p$ -distance は、 $0.003 \pm 0.000$  であった。

考 察

ホトケドジョウは日本海側の水系では秋田県以南、太平洋側の水系では岩手県以南に自然分布し (細谷, 2013; 中島・内山, 2017), 岩手県では滝沢市と奥州市のみから確認されている (鈴木, 2024; 竹内, 2025)。岩手県に隣接する地域からは、本種の遺伝的な 3 地域集団 (東北集団, 山形集団, 北陸集団) が知られており (Sakai et al., 2003; Mihara et al., 2005; Aiki et al., 2009; Miyazaki et al., 2011, 2018), 本研究による NJ 樹からも、これらの地域集団が確認された (Fig. 3)。奥州市から採集された本種のハプロタイプは、滝沢市から採集された個体のハプロタイプ

Table 3. Analysis of molecular variance (AMOVA) for cyt *b* sequences of *Lefua echigonia*.

Source	<i>d.f.</i>	Sum of squares	Variance components	% of variation	Fixation Indices
Among groups	4	726.952	21.5012	93.59	0.9199
Among populations within groups	2	22.486	1.3538	5.89	0.9949
Within populations	41	4.833	0.1179	0.51	0.9359



と単系統群を構成し、この単系統群は宮城県から福島県に分布する東北集団と姉妹関係となった。また、奥州市および滝沢市の個体群（岩手県グループ）と東北集団から成る一群は、山形集団と姉妹関係となった（Fig. 3）。本種の mtDNA の D-loop 領域の部分塩基配列（907 bp）を対象に分析した竹内ほか（2015）でも同様の樹形が得られており、本研究は竹内ほか（2015）が提示した系統関係を支持すると共に、奥州市の個体群は滝沢市の個体群ともっとも近縁であることが確かめられた。

ハプロタイプネットワークおよび SAMOVA によるグループピングでは、本研究で分析したホトケドジョウの個体群は、宮城県中一南部、宮城県北部、岩手県、山形県東部、山形県西部—秋田県の 5 グループに分けられた（Fig. 4）。AMOVA では、個体群内の遺伝的分化と比較して、これら 5 グループの間で遺伝的分化が大きいことが明らかとなった（Table 3）。また、奥州市の個体群は、滝沢市の個体群と共に岩手県グループを構成し、当該グループは東北集団である宮城県中一南部グループおよび宮城県北部グループや、山形集団である山形県東部グループ、北陸集団である山形県西部—秋田県グループとは遺伝的に分化していることが示された。

奥州市から採集されたホトケドジョウのハプロタイプは滝沢市の個体群にみられたハプロタイプと単系統群を構成すること、これらの個体群から成る岩手県グループは近隣地域の個体群に近縁ではあるが、それらのグループから遺伝的に分化した独自の系統であることから、奥州市および滝沢市の個体群は、岩手県の在来個体群と考えられる。竹内ほか（2015）では、滝沢市の個体群が在来であった場合、これを新たな本種の地域集団（盛岡集団あるいは岩手集団）として東北集団から分離するか否かについての議論の必要性を指摘している。本種の中に 6 地域集団（東北集団、北陸集団、北関東集団、南関東集団、東海集団、近畿集団）を見出した Mihara et al. (2005) では、遺伝的・地理的によく分離された個体群の集まりを地域集団として取り扱っている。また、Aiki et al. (2009) では、山形県内陸部の最上川水系（最上狭より上流部）に分布する集団は、庄内平野の最上川水系（最上狭より下流部）に分布する北陸集団とは遺伝的に大きく異なり、北陸集団よりも東北集団に近縁かつ独自の遺伝的特徴を有することから、当該集団を山形集団とした。本研究における mtDNA *cyt b* 領域の部分塩基配列に基づく系統解析では、岩手県グループに含まれる奥州市および滝沢市の個体群は、東北集団に当たる宮城県中一南部グループおよび宮城県北部グループに含まれる個体群と単系統群を形成した。また、岩手県グループは東北集団に含まれる上記の 2 グループとは遺伝的に分化していることが確認されたものの、これら 2 グループとの間の *p*-distance [平均値：0.040（宮城県中一南部）–0.043（宮

城県北部）] は他の地域集団との間の値に比べて十分に大きいとは言えない。さらに、奥州市および滝沢市の個体群と、宮城県北部グループに含まれる個体群は、側所的（岩手県グループでは上流側で宮城県北部グループでは下流側）ではあるものの、同一水系（北上川水系）に分布しており、地理的によく分離されているとも言えない。これらのことから、岩手県グループは、東北集団の中の小集団として位置付けるのが妥当と判断された。奥州市および滝沢市の個体群は、それぞれ限られた範囲にのみ生息し、他の個体群から孤立している。これらの個体群がどのように現在の分布域を形成するに至ったのかを明らかにするため、今後、周辺地域での新たな個体群の探索も含め、より多くのサンプルと詳細な分析に基づく系統地理学的な研究が必要である。

奥州市から採集された標本は、東北集団に含まれる宮城県から採集された標本群（TKPM-P 27540–27542）に比べ、頭長や頭高、眼径がやや大きく、尾柄高や臀鰭基底長、両眼間隔がやや小さく（Table 1）、臀鰭棘状軟条数がやや少ない傾向にあることが確認された（Table 4）。さらに、滝沢市から採集された標本（TKPM-P 27531）とも、肛門前長と眼径の値で有意差が認められた。しかし、これらの値はいずれも大きく重複しており（Tables 1, 4）、観察標本数も限られているため、明瞭な差異とはいえない。本研究では、あくまでも個体群間での傾向的な形態的差異の存在が示唆されたのみであり、今後、個体数を増やして、これらを再検討する必要がある。

岩手県におけるホトケドジョウの 2 個体群は、mtDNA *cyt b* 領域の部分塩基配列に基づく系統解析にて単系統群（岩手県グループ）を形成し、遺伝的に他のグループとは分化した系統であった。また、形態的には他の東北集団とわずかながら傾向的な差異が存在する可能性が示唆された。これらのことから、岩手県のホトケドジョウ個体群は、進化的に重要な単位（Evolutionary Significant Unit; Ryder, 1986）に相当し、重要な保全対象として取り扱うべきと判断される。さらに、奥州市の個体群にみられたハプロタイプは、滝沢市の個体群にみられたハプロタイプとわずかに異なっており（*p*-distance : 0.003 ± 0.000）、形態的にもやや異なる可能性があるため、これらの保全はそれぞれ独立に進めることが望ましい。岩手県に分布するホトケドジョウ

Table 4. Frequency distribution of simple anal-fin ray counts in *Lefua echigonia*.

Registration number	Location	<i>n</i>	Simple anal-fin rays	
			3	4
TKPM-P 27530	Oshu, Iwate	10	1	9
TKPM-P 27531	Takizawa, Iwate	11	4	7
TKPM-P 27540–27542	Miyagi	24	14	10

ウは、太平洋流入河川において本種の北限に当たる個体群であり、生物地理学的にも重要なため、手厚い保全が望まれる。

## 比較標本

ホトケドジョウ *Lefua echigonia*: TKPM-P 27224, 3 個体, 27.7–32.8 mm SL, 山形県東根市, 最上川水系, 2021 年 10 月 22 日; TKPM-P 27531, 11 個体, 30.2–53.3 mm SL, 岩手県滝沢市, 北上川水系, 2022 年 9 月 24 日; TKPM-P 27540, 8 個体, 47.5–59.0 mm SL, 宮城県宮城郡, 砂押川水系, 2022 年 9 月 24 日; TKPM-P 27541, 9 個体, 44.7–53.2 mm SL, 宮城県大崎市, 北上川水系, 2022 年 9 月 24 日; TKPM-P 27542, 7 個体, 48.9–68.6 mm SL, 宮城県柴田郡, 名取川水系, 2022 年 9 月 24 日; TKPM-P 27543, 2 個体, 70.2–73.3 mm SL, 秋田県にかほ市, 赤石川水系, 2021 年 10 月 22 日。

## 謝 辞

本研究は JSPS 科研費 JP20K15870, JP23K14259 の助成を受けた。岐阜大学地域科学部の向井貴彦氏には原稿に対し、適切な助言をいただいた。この場をお借りして感謝申し上げます。

## 引用文献

- Aiki, H., K. Takayama, T. Tamaru, N. Mano, M. Shimada, H. Komaki and H. Hirose. 2009. Phylogeography of the Japanese eight-barbel loach *Lefua echigonia* from the Yamagata area of the Tohoku district, Japan. *Fisheries Science*, 75: 903–908.
- 青柳兵司. 1957. 日本列島産淡水魚類総説. 大修館書店, 東京. 272 + 17 + 20 pp.
- Dupanloup, I., S. Schneider and L. Excoffier. 2002. A simulated annealing approach to define the genetic structure of populations. *Molecular Ecology*, 11: 2571–2581.
- Excoffier, L. and H. E. L. Lischer. 2010. Arlequin suite ver 3.5: a new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. *Molecular Ecology Resources*, 10: 564–567.
- 細谷和海. 1983. スゴモロコの脊椎骨数における地理的変異. *淡水魚*, 9: 43–48.
- 細谷和海. 1994. ホトケドジョウ, pp. 386–391. 日本水産資源保護協会 (編) 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (I). 水産庁, 東京.
- 細谷和海. 1995. ドジョウ科, pp. 231–235, 1260–1261. 中坊徹次 (編) 日本産魚類検索 全種の同定. 東海大学出版会, 東京.
- 細谷和海. 2000. ドジョウ科, pp. 272–277, 1468–1469. 中坊徹次 (編) 日本産魚類検索 全種の同定. 第 2 版. 東海大学出版会, 東京.
- 細谷和海. 2013. ドジョウ科, pp. 328–334, 1819–1822. 中坊徹次 (編) 日本産魚類検索 全種の同定. 第 3 版. 東海大学出版会, 秦野.
- 細谷和海. 2025. ホトケドジョウ, pp. 222–223. 細谷和海 (編・監修) 山溪ハンディ図鑑 日本の淡水魚. 第 4 版. 山と溪谷社, 東京.
- Hosoya, K., T. Ito and J.-I. Miyazaki. 2018. *Lefua torrentis*, a new species of loach from western Japan (Teleostei: Nemacheilidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 28: 193–201.
- Hubbs, C. L. and K. F. Lagler. 2004. Fishes of the Great Lakes region. Revised edition. The University of Michigan Press, Bloomfield Hills. vii + 276 pp., 32 pls.

- 岩手県生活環境部自然保護課. 2001. いわてレッドデータブック～岩手県の希少な野生生物～. 岩手県生活環境部自然保護課, 盛岡. 613 pp.
- 環境省. 2020. 環境省レッドリスト 2020. [URL](#) (2 Dec. 2025)
- Kottelat, M. 1990. Indochinese nemacheilines. A revision of nemacheiline loaches (Pisces: Cypriniformes) of Thailand, Burma, Laos, Cambodia and southern Viet Nam. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München. 262 pp.
- 小山真一郎. 1957. 岩手県産淡水魚類. 盛岡中央印刷, 盛岡. 42 pp.
- Kumar, S., G. Stecher, M. Li, C. Knyaz and K. Tamura. 2018. MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35: 1547–1549.
- Leigh, J.W. and D. Bryant. 2015. POPART: full-feature software for haplotype network construction. *Methods in Ecology and Evolution*, 6: 1110–1116.
- 松原喜代松. 1963. 魚類の形態と検索 I. 石崎書店, 東京. 789 pp.
- Mihara, M., T. Sakai, K. Nakano, O. L. Martins, K. Hosoya and J.-I. Miyazaki. 2005. Phylogeography of loaches of the genus *Lefua* (Balitoridae, Cypriniformes) inferred from mitochondrial DNA sequences. *Zoological Science*, 22: 157–168.
- Miyazaki, J.-I., M. Dobashi, T. Tamura, S. Beppu, T. Sakai, M. Mihara and K. Hosoya. 2011. Parallel evolution in eight-barbel loaches of the genus *Lefua* (Balitoridae, Cypriniformes) revealed by mitochondrial and nuclear DNA phylogenies. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 60: 416–427.
- Miyazaki, J.-I., T. Tamura, S. Hida and T. Sakai. 2018. Local introgression of mitochondrial DNA in eight-barbel loaches of the genus *Lefua* (Balitoridae, Cypriniformes). *Zoological Science*, 35: 140–148.
- 中島 淳・西村俊明・井藤大樹・宮崎淳一・大井和之・平川周作. 2021. 福井県嶺北地方で発見されたナガラホトケドジョウの新たな地域集団. *Ichthy, Natural History of Fishes of Japan*, 6: 33–37.
- 中島 淳・内山りゅう. 2017. 日本のドジョウ. 山と溪谷社, 東京. 223 pp.
- Okada, Y. 1960. Studies on the freshwater fishes of Japan II, special part. *Journal of the Faculty of Fisheries Prefectural University of Mie*, 4: 267–588.
- Okada, Y. and H. Ikeda, 1938. Notes on the fresh water fishes of the Tōhoku District in the collection of the Saitō Hō-on Kai Museum. *Saito Ho-on Kai Museum Research Bulletin*, 15: 85–139, pls. 4–7.
- R Core Team. 2025. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [URL](#) (2 Dec. 2025)
- Ryder, A. O. 1986. Species conservation and systematics: the dilemma of subspecies. *Trends in Ecology & Evolution*, 1: 9–10.
- Saka, R., Y. Takehana, N. Suguro and M. Sakaizumi. 2003. Genetic population structure of *Lefua echigonia* inferred from allozymic and mitochondrial cytochrome b variations. *Ichthyological Research*, 50: 301–309.
- Sakai, T., M. Mihara, H. Shitara, H. Yonekawa, K. Hosoya and J.-I. Miyazaki. 2003. Phylogenetic relationships and intraspecific variations of loaches of the genus *Lefua* (Balitoridae, Cypriniformes). *Zoological Science*, 20: 501–514.
- 澤田幸雄. 1984. ホトケドジョウ, p. 59. 益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫 (編) 日本産魚類大図鑑. 東海大学出版会, 東京.
- 澤田幸雄. 2001. ホトケドジョウ, pp. 400–401. 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海 (編) 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京.
- 勝呂尚之・細谷和海. 2015. ホトケドジョウ, pp. 196–197. 環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室 (編) レッドデータブック 2014 –日本の絶滅のおそれのある野生生物– 4 汽水・淡水魚類. ぎょうせい, 東京.
- 鈴木正貴. 2024. 市民と大学研究者, 学生が協働で取り組むホトケドジョウ生息地の保全. *魚類学雑誌*, 71: 135–140.
- 竹内 基. 2025. 淡水魚類, pp. 356–370. 岩手県環境生活部自然保護課 (編) いわてレッドデータブック 岩手県の希少な野生生物 (2025 年版). 岩手県環境生活部自然保護課, 盛岡.
- 竹内 基・磯野真子・飛騨聖也・真木伸隆・鬼久保浩正・宮崎淳一. 2015. 岩手県で発見されたホトケドジョウ *Lefua echigonia* の系統的位置. *青森自然誌研究*, 20: 71–78.



- 田中茂穂・熊谷三郎. 1917. 陸前国伊豆沼魚類. 動物学雑誌, 29: 249–251.
- Thompson, J. D., D. G. Higgins and T. J. Gibson. 1994. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, 22: 4673–4680.
- Xiao, W., Y. Zhang and H. Liu. 2001. Molecular systematics of Xenocyprinae (Teleostei: Cyprinidae): taxonomy, biogeography, and coevolution of a special group restricted in East Asia. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 18: 163–173.