原著論文　*Original Paper*

魚類学雑誌 66(1):15–22
DOI: 10.11369/jji.18–030
2019 年 4 月 25 日発行

大阪府大和川水系石川におけるヒメハヤ属魚類の生息現況

羽多宏彰[1]・藤田朝彦[2]・渡邊　俊[1]・細谷和海[3]

[1] 〒 631–8505　奈良県奈良市中町 3327–204　近畿大学大学院農学研究科
[2] 〒 170–0013　東京都豊島区東池袋 2–23–2　株式会社建設環境研究所
[3] 〒 631–8505　奈良県奈良市中町 3327–204　近畿大学農学部

（2018 年 8 月 7 日受付；2018 年 11 月 12 日改訂；2018 年 11 月 13 日受理；2019 年 1 月 11 日 J–STAGE 早期公開）

キーワード：アブラハヤ , タカハヤ , 形態 , mtDNA, 保全

魚 類 学 雑 誌
Japanese Journal of Ichthyology
© The Ichthyological Society of Japan 2019

Hiroaki Hata, Tomohiko Fujita, Shun Watanabe* and Kazumi Hosoya. 2019. Current status of two closely related *Phoxinus* species, in the Ishi River (Yamato River basin), Osaka Prefecture, Japan. Japan. J. Ichthyol., 66(1): 15–22. DOI: 10.11369/jji.18-030.

Abstract　Difficulties in distinguishing between morphologically similar species, such as *Phoxinus lagowskii steindachneri* and *Phoxinus oxycephalus jouyi*, whose distributions overlap in the Kinki region, are significant for assessments of biodiversity and conservation, in addition to taxonomic status. Morphological analyses were undertaken on *Phoxinus* specimens (n = 75) collected in the Ishi and Chihaya rivers (Yamato River basin, Osaka Prefecture), and compared with type specimens (syntypes of *Phoxinus steindachneri*, Sauvage, 1883 and paratypes of *Leusiscus jouyi*, Jordan and Snyder, 1991) and non-type museum specimens (*Phoxinus oxycephalus jouyi*). Mitochondrial DNA (mtDNA) analyses of 16 individuals were also undertaken. Two distinct types of *Phoxinus* were recognized, differing morphologically in the presence or absence of a black horizontal band on the side of the body and scale numbers above the lateral line, and separated by a principal component analysis of 9 characters. In addition, 12 haplotypes (identified in the present and previous studies) were variously associated within two genetically different groups, corresponding to two ecological types that inhabit the upper and middle parts of the Yamato River, respectively. Because reproductive isolation is already clearly established between the two types, their recognition as separate species (*Phoxinus lagowskii steindachneri* and *P. oxycephalus jouyi*) in the Ishi and Chihaya rivers is upheld.

**Corresponding author: Graduate school of Agriculture, Kindai University, 3327–204 Nakamachi, Nara 631–8505, Japan (e–mail:swpc@nara.kindai.ac.jp)*

アブラハヤ *Phoxinus lagowskii steindachneri* Sauvage, 1883 とタカハヤ *Phoxinus oxycephalus jouyi*（Jordan and Snyder, 1901）はコイ科ウグイ亜科ヒメハヤ属の淡水魚である．両種は外部形態が酷似するため，分類学的位置をめぐり今までに同種（岡田ほか，1935），または別属別種（Howes, 1985）とする見解があった．現在，藤田・細谷（2003）および Sakai et al.（2006）による形態学的および生化学的研究に基づき，同所的に生息する両種間には既に生殖的隔離があり，それぞれは同属別種として認識されている．しかし，藤田・細谷（2003）はアブラハヤとタカハヤそれぞれの種名を *P. lagowskii steindachneri* と *P. oxycephalus jouyi* にしており，Sakai et al.（2006）は両種に *Rhynchocypris lagowskii* と *R. oxycephalus* の学名を当てている．両種は別種であるものの，属名の妥当性，すなわち，系統学的な位置については未だ議論の余地がある．しかし，本研究では細谷（2013）に従い，それぞれの学名に *P. lagowskii steindachneri* と *P. oxycephalus jouyi* を適用する．

両種の分布域は，アブラハヤが岡山県旭川以東の本州の中流域，タカハヤが神奈川県西部および新潟県境川水系以西の本州，四国，九州，対馬，五島列島のそれぞれ上流域である（藤田，2015）．よって，アブラハヤの分布西限からタカハヤの分

布東限の間，すなわち，岡山県旭川以東から神奈川県西部および新潟県境川水系以西の本州にて，両種の分布は重複している（藤田・細谷，2003）．その重複分布内の近畿地方において，タカハヤは全域で確認されている．その一方で，アブラハヤは各府県のレッドリストにおいて絶滅危惧種や情報不足として記載されている（大阪府，2014；京都府，2015；滋賀県，2015；兵庫県，2017；奈良県，2017）．このカテゴリーの違いの理由の1つとして，外見が酷似する両種に対し，適切な種同定が行われていないことが考えられる．その端的な例として，大阪府大和川水系石川においては，水野（1968）と大阪教育大学（1974）ではアブラハヤのみが報告され，また，花﨑・波戸岡（2010）および吉村ほか（2014）ではタカハヤのみが報告されている．花﨑・波戸岡（2010）は，水野（1968）と大阪教育大学（1974）によるアブラハヤの記録の再検討を試みた．しかし，この2つの報告で使用されたアブラハヤの記録標本の所在が不明なため，精査することができていない．花﨑・波戸岡（2010）は，石川における調査においてタカハヤのみしか確認されていないことから，アブラハヤの生息は完全に否定できないが，在来種として石川に生息していた可能性は低いと推測している．以上の結果は，石川において外見が互いに酷似するヒメハヤ属2種の生息について統一した見解が得られていないこと，また両種の生息現況が未だ明確になっていないことを示唆している．

種の混同は生物多様性の過小評価へ繋がる．さらには保全を行う場合に，生物の基本単位である種およびその生態の理解なしでの活動はあり得ない．そこで本研究では，現在でも混同が続いている大阪府大和川水系石川に生息するヒメハヤ属魚類の外部形態の精査とミトコンドリアDNA（mtDNA）の分析を行なった．さらに，外部形態の精査においてはそれぞれのタイプ標本との比較を行うことにより，また，mtDNA分析においては既報のハプロタイプとの比較により，正確な種の同定および大和川水系石川における生息現況の解明を目的とした．

材料と方法

調査と標本　ヒメハヤ属魚類の採集は2016年5月3日から11月26日にかけて12回行った．調査地点には，上流域として石川水系千早川から1地点（Sta. 1：北緯34°46'44″，東経135°62'38″）および石川本流から1地点（Sta. 2：34°41'97″，135°54'05″），中流域として石川本流から2地点（Sta. 3：34°48'04″，135°58'87″；Sta. 4：34°49'21″，135°59'65″），計4地点にて採集を行った（Figs. 1, 2）．採集には投網とタモ網を適宜用いた．調査期間中に採集された個体は計127個体であり，すべて近畿大学農学部の登録標本とした（KUN–P45286–45291, 45295–45310, 45313–45354, 45359–45397, 45411–45436）．さらに同定の比較基準としてアブラハヤとされる *Phoxinus steindachneri* のシンタイプ7個体（パリ自然史博物館，MNHN6498, 6499），タカハヤとされる *Leusiscus jouyi* のパラタイプ7個体（カリフォルニア科学協会，CAS–SU6376），花崎・波戸岡（2010）で報告された石川産のタカハヤ *Phoxinus oxycephalus jouyi* 5個体（大阪市立自然史博物館，OMNM–P31100, 31119, 31546, 31547, 31576），計19個体の博物館標本を加えた．

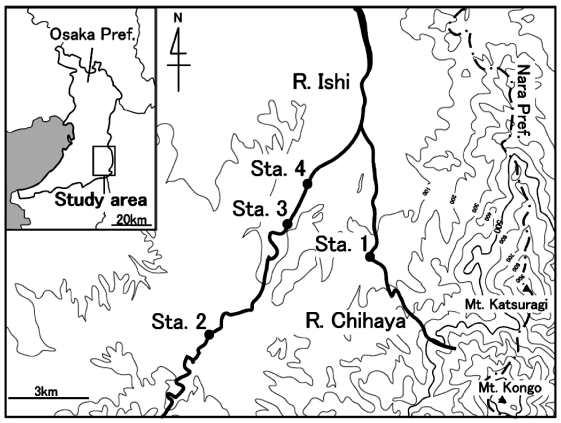

Fig. 1. Map showing the study area and four sampling stations in the Ishi and Chihaya rivers of the Yamato River basin, Osaka Prefecture.

外部形態分析　採集した個体は10%ホルマリンで1週間固定した後，70%エタノールへ置換し，保存した．また，得られた標本の外部形態分析には，側線上方横列鱗数を肉眼で数えることができる標準体長45.0 mm以上の75個体を使用した．まず始めに，板井（1977）と細谷（2013）に基づき，体側の黒色縦帯を観察した．その後，Hubbs and Lagler（2004）に従い，75個体と上記の博物館標本19個体について11項目（標準体長・頭長・体高・頭幅・上顎長・眼径・眼後長・両眼間隔・尾柄高・尾柄長・側線上方横列鱗数）の計測もしくは計数を行った．

以上，94個体の形態学的形質のデータから雌雄差または第2次性徴の影響を排除するため（藤

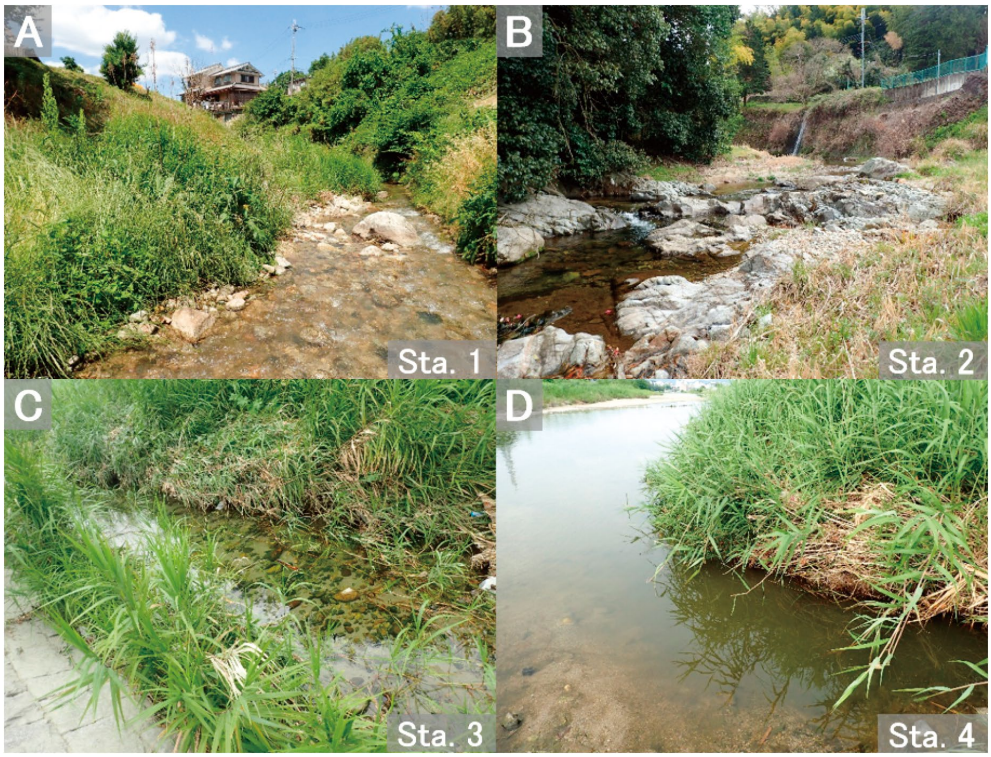

Fig. 2. Site photographs at each station.

田・細谷，2003），標準体長と頭長以外の 8 つの計測形質（体高・頭幅・上顎長・眼径・眼後長・両眼間隔・尾柄高・尾柄長）について標準体長から頭長を差し引いた値との相対比へ換算した．次にこれら 8 つの計測形質と側線上方横列鱗数を合わせた 9 つの形態学的形質について標準化を行い，R（version 3.3.3）（R Core Team, 2017）を使用し，主成分分析を行った．

mtDNA 分析　10% ホルマリンで固定する前に標本の右胸鰭を DNA 解析用試料として切り取り，99.5% エタノール中に保存した．その後，外部形態分析を行った結果で得られた 2 型から無作為に各 8 個体，計 16 個体を選出し，樋口・渡辺（2005）に従い，それらサンプルの mtDNA 調節領域前半域を解析対象とした．次に PCR 増幅と塩基配列の決定は，L15923（5'-TTAAAGCATCGGTCTTGTAA-3'）（Iguchi et al., 1997）と H16500（5'-GCCCTGAAATAGGAACCAGA-3'）（Inoue et al., 2000）を用いた．PCR 増幅には，TaKaRa PCR Thermal Cycler（タカラバイオ株式会社）を用い，95°C15 秒，55°C15 秒，72°C30 秒の温度サイクルを 30 回繰り返した．PCR 産物は，NucleoSpin Extract II（MACHEREY–NAGEL 社）を用いて精製した後，タカラバイオ株式会社バイオメディカルセンター（滋賀県）に塩基配列決定を依頼した．なお，タカラバイオ株式会社では，BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit によってサイクルシークエンシング反応が行われ，Applied Biosystems 3730*xl* DNA Analyzer によって塩基配列が決定されている．得られた塩基配列は日本 DNA データバンク（DDBJ）に登録した（DDBJ 登録番号：Type O，LC386596；Type S1，LC386597；Type S2，LC386598；Type S3，LC386599）．

各標本から得られた塩基配列の多重アライメントには，MEGA6（Tamura et al., 2013）の Clustal W（Thompson et al., 1994）を用いた．次に，石川で採集したヒメハヤ属魚類と他の地域におけるアブラハヤとタカハヤの遺伝的な関係を確認するため，本研究で得られたハプロタイプに樋口・渡辺（2005）で報告されたハプロタイプ（アブラハヤ横浜集団：ハプロタイプ A–G，タカハヤ横浜集団のハプロタイプ：X–Y，タカハヤ大淀川集団のハプロタイプ：O1）の塩基配列（442 bp）を組み合わせ，MJ ネットワーク図（Bandelt et al., 1999）を作成した．MJ ネットワーク図の作成には Network 5.0（Fluxus Engineering）を用いた．

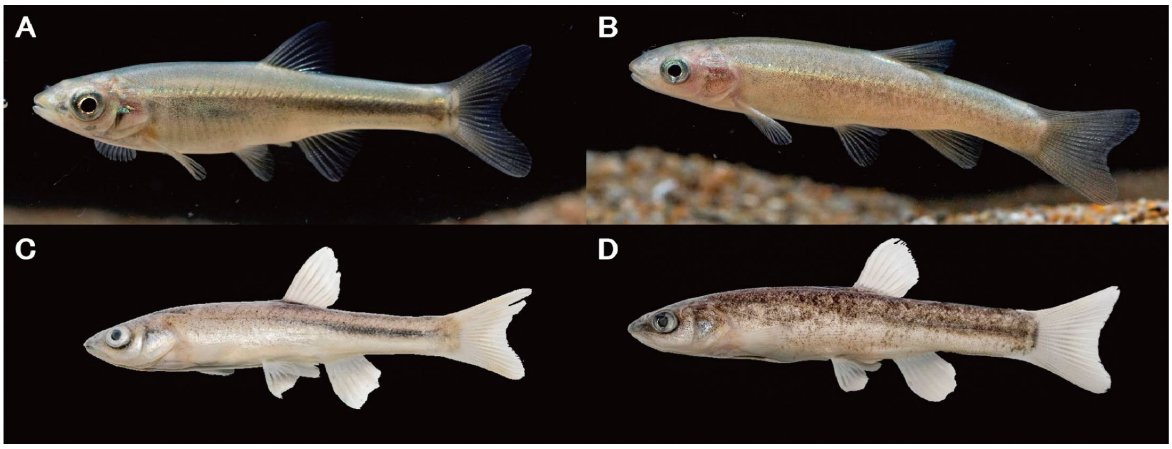

Fig. 3. In–life (A and B) and preserved (C and D) specimens of *Phoxinus* from the Ishi and Chihaya rivers, Osaka Pref. A and C: Type S (*P. lagowskii steindachneri*, KUN–P45379), B and D: Type O (*P. oxycephalus jouyi*, KUN–P45333).

結　　果

外部形態分析　本研究の採集により得られたヒメハヤ属魚類 75 個体における体側の黒色縦帯の観察より，縦帯が明瞭なものが 39 個体，不明瞭なものが 36 個体と 2 型を明確に識別できた．本研究では板井（1977）に基づき，ヒメハヤ属 2 種の学名にちなんで，明瞭な黒色縦帯のものを S 型（Figs. 3A, C），不明瞭なものを O 型（Figs. 3B, D）とした．

計数形質である側線上方横列鱗数について S 型は 20–24，O 型 は 12–19，*Phoxinus steindachneri* のシンタイプは 22–26，*Leusiscus jouyi* のパラタイプは 17–19，花崎・波戸岡（2010）で報告されたタカハヤは 13–17 であった．S 型と O 型の間では側線上方横列鱗数について明瞭な違いがあった．また，S 型の側線上方横列鱗数は *Phoxinus steindachneri* のシンタイプの数値と類似し，O 型の側線上方横列鱗数は *Leusiscus jouyi* のパラタイプと花崎・波戸岡（2010）で報告されたタカハヤに類似する数値となった（Table 1）．しかし，他の 8 つの計測形質の相対比については両型だけでなく，*Phoxinus steindachneri* のシンタイプ，*Leusiscus jouyi* のパラタイプ，花崎・波戸岡（2010）で報告されたタカハヤに関してもすべて重複した（Table 1）．

次に S 型，O 型，*Phoxinus steindachneri* のシンタイプ，*Leusiscus jouyi* のパラタイプ，花崎・波戸岡（2010）で報告されたタカハヤの 8 つの計測形質の相対比と側線上方横列鱗数を合わせた 9 つの形態学的形質を説明変量とし，主成分分析を行った結果，第 1 主成分の寄与率は 45.27%，第 2 主成分は 17.77%，累積寄与率は 63.04% であった（Table 2, Fig. 4）．第 1 主成分の因子負荷量が正の値 0.8 以上を示した形質は頭幅，眼後長，両眼間隔，尾柄高で，負の値 –0.8 以上を示したものは側線上方横列鱗数のみであった．第 2 主成分の因子負荷量については眼径と尾柄高以外がすべて負の値となった（Table 2）．S 型と O 型の間では第 1 主成分得点または第 2 主成分得点が重複していた．しかし，第 1 主成分得点と第 2 主成分得点を散布図で示すと，両型の分布は重なることなく，明確に分かれた（Fig. 4）．また，S 型と *Phoxinus steindachneri* のシンタイプの主成分得点は分布が重複し，さらには O 型，*Leusiscus jouyi* のパラタイプ，花崎・波戸岡（2010）で報告されたタカハヤの主成分得点も分布が重複した．

以上の外部形態分析より，S 型と O 型は明瞭に区別できる 2 つのグループであることが明らかとなった．さらには S 型と *Phoxinus steindachneri* のシンタイプが，また O 型，*Leusiscus jouyi* のパラタイプおよび花崎・波戸岡（2010）で報告されたタカハヤが，それぞれ同一のグループを形成した．

mtDNA 分析　S 型と O 型それぞれ 8 個体ずつ計 16 個体の mtDNA 調節領域前半域 442 bp の塩基配列を決定した結果，S 型から Type S1，Type S2，Type S3 が，O 型から Type O の計 4 つのハプロタイプが検出された．S 型からの Type S1 から S3 と O 型から Type O の間には，25–27 塩基（5.7–6.1%）で塩基置換または挿入・欠失が存在した．

これら本研究で得られた 4 つのハプロタイプに樋口・渡辺（2005）で報告されたハプロタイプを加え，MJ ネットワーク図を作成した結果，Type

Table 1. Measurements and counts of Type S, Type O (this study), *Phoxinus steindachneri* (syntypes, MNHN 6498–6499), *Leusiscus jouyi* (paratypes, CAS–SU 6376) and *P. oxycephalus jouyi* (non-types, OMNH–P 31100, 31119, 31546, 31547, 31576: Hanazaki and Hatooka, 2010)

	This study				Syntypes		Paratypes		Non-types	
	Type S (n = 39)		Type O (n = 36)		*Phoxinus steindachneri* (MNHN n = 7)		*Leusiscus jouyi* (CAS–SU n = 7)		*Phoxinus oxycephalus jouyi* (OMNH–P n = 5)	
	Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD
Standard length (SL)	45.15–75.71	51.53 ± 7.33	49.65–73.87	58.31 ± 5.56	65.19–98.00	79.81 ± 10.64	43.60–101.34	69.76 ± 25.04	32.90–64.15	48.26 ± 12.23
Head length (HL)	12.17–20.6	14.24 ± 1.83	13.58–20.94	16.19 ± 1.63	15.80–23.87	19.80 ± 3.00	11.98–27.73	18.64 ± 6.42	9.00–17.70	13.59 ± 3.20
Scales above lateral line	20–24	21.87 ± 1.22	12–19	17.50 ± 1.34	22–26	24.43 ± 1.40	17–19	17.71 ± 0.76	13–17	14.80 ± 1.79
Characters / (SL–HL)*										
Body depth	0.25–0.32	0.29 ± 0.02	0.24–0.32	0.28 ± 0.02	0.21–0.29	0.25 ± 0.03	0.29–0.35	0.32 ± 0.03	0.27–0.33	0.29 ± 0.03
Head width	0.15–0.21	0.18 ± 0.01	0.18–0.24	0.21 ± 0.01	0.14–0.18	0.16 ± 0.01	0.16–0.19	0.18 ± 0.01	0.17–0.24	0.20 ± 0.03
Upper jaw length	0.09–0.16	0.10 ± 0.01	0.09–0.16	0.11 ± 0.02	0.10–0.11	0.11 ± 0.004	0.10–0.12	0.11 ± 0.01	0.10–0.13	0.11 ± 0.01
Eye diameter	0.08–0.11	0.12 ± 0.02	0.06–0.09	0.07 ± 0.01	0.07–0.09	0.07 ± 0.01	0.07–0.10	0.08 ± 0.01	0.08–0.12	0.09 ± 0.02
Postorbital length	0.15–0.22	0.17 ± 0.02	0.18–0.22	0.20 ± 0.01	0.14–0.17	0.16 ± 0.01	0.16–0.20	0.18 ± 0.01	0.18–0.24	0.20 ± 0.03
Interorbital width	0.07–0.13	0.10 ± 0.01	0.10–0.15	0.13 ± 0.01	0.10–0.12	0.10 ± 0.01	0.12–0.14	0.13 ± 0.01	0.12–0.16	0.14 ± 0.01
Caudal peduncle depth	0.13–0.16	0.14 ± 0.01	0.15–0.19	0.17 ± 0.01	0.13–0.15	0.14 ± 0.01	0.15–0.21	0.18 ± 0.02	0.15–0.19	0.17 ± 0.02
Caudal peduncle length	0.31–0.41	0.35 ± 0.02	0.28–0.37	0.33 ± 0.02	0.29–0.36	0.32 ± 0.03	0.29–0.33	0.30 ± 0.01	0.24–0.40	0.34 ± 0.06

* Head length subtracted from standard length to standardize.

Table 2. Principal component analysis of variables from the counts and measurements data of Type S, Type O (this study), *Phoxinus steindachneri* (syntypes), *Leusiscus jouyi* (paratypes) and *P. oxycephalus jouyi* (non-types: Hanazaki and Hatooka, 2010). Descriptive statistics with strong loadings are in bold (> 0.8, < -0.8)

Variable	PC1	PC2
Eigenvalue	4.07	1.60
% variance explained	45.27	17.77
Character / (SL–HL)		
Body depth	0.233	–0.198
Head width	**0.814**	–0.331
Eye diameter	–0.642	–0.509
Upper jaw length	–0.018	–0.712
Post orbital length	**0.811**	–0.349
Interorbital length	**0.913**	0.067
Caudal peduncle depth	**0.866**	0.032
Caudal peduncle length	–0.122	–0.741
Scales above lateral line	**–0.830**	–0.095

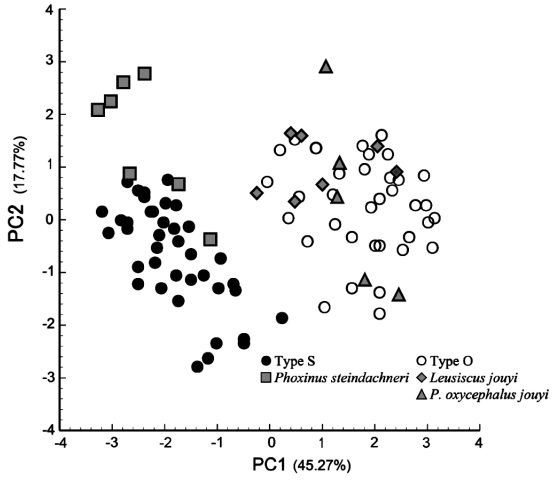

Fig. 4. Plots of the first two principal component scores based on 9 morphological measurements and counts of Type S, Type O (this study), *Phoxinus steindachneri* (syntypes), *Leusiscus jouyi* (paratypes) and *P. oxycephalus jouyi* (non-types: Hanazaki and Hatooka, 2010).

S1 から S3 はアブラハヤ横浜集団（A–G）と同じグループに，また Type O はタカハヤの横浜集団（X, Y）および大淀川集団（O1）と同じグループに位置づけられ，これら両グループ間には大きな隔たりが確認できた（Fig. 5）．Type S2 はハプロタイプ A と，また Type S3 はハプロタイプ E と一致した．Type S1，ハプロタイプ B・C・D，Type S3 とハプロタイプ E は，Type S2 およびハプロタイプ A と 1 塩基違いであった．Type O はハプロタイプ

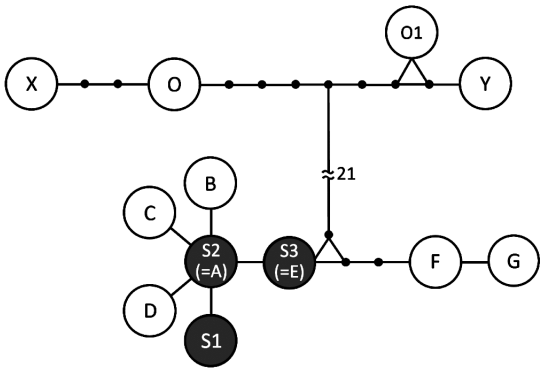

Fig. 5. Minimum spanning network of mtDNA haplotypes detected in species of *Phoxinus* from the Ishi and Chihaya rivers and three other river systems based on a previous study. S1–S3: Type S haplotypes, O: Type O haplotypes, A–G: haplotypes of *P. lagowskii steindachneri* from Yokohama, X–Y: haplotypes of *P. oxycephalus jouyi* from Yokohama, O1: haplotype of *P. oxycephalus jouyi* from the Oyodo River system. Black dots represent missing haplotypes. Numerals indicate number of substitutions omitted from figure.

X とは 3 塩基違い，ハプロタイプ O1 とは 7 塩基で塩基置換または挿入・欠失しており，独立したハプロタイプであった．以上の結果より，mtDNA 分析でも外部形態分析と同じく S 型と O 型の間に明確な差が認められた．

調査結果　外部形態分析と mtDNA 分析に使用したヒメハヤ属魚類 75 個体の生息場所に着目すると，S 型は石川本流の中流域にあたる Sta. 3（n = 11）と Sta. 4（n = 28）で，また O 型は石川水系千早川の上流域の Sta. 1（n = 34）と Sta. 3（n = 2）で採集された（Figs. 2A，C，D）．さらには 2016 年 9 月 3 日のみ，Sta. 3 において S 型と O 型が同時に 1 つのタモ網で採集できた．これらの調査結果から大和川水系石川では一部の地点で両型が同所的に生息していることが明らかとなった．両型ともに流れのある区域や瀬での採集はなく，川の流れが緩やかになり，淵やとろから平瀬にかけての植生がある川岸部のみで採集できた．調査地点ごとの結果を通観すると，S 型は中流域に，O 型は上流域を中心に生息し，中流域の一部（Sta. 3）で S 型と O 型が共存していることが確認できた．しかし，石川本流の上流域の Sta. 2 においてはヒメハヤ属魚類を採集することができなかった（Fig. 2B）．

考　　察

種の同定　本研究では，体側の黒色縦帯によって S 型と O 型に区別することができた．さらに 2 型は *Phoxinus steindachneri* のシンタイプと *Leusiscus jouyi* のパラタイプを加えた主成分分析，および既報のアブラハヤとタカハヤのハプロタイプを加えた mtDNA 分析によっても明確に識別することができ，生態学的には中村（1969），板井（1977）および藤田（2015）の結果で示された種間の生息域の違いも認められた．形態，遺伝，生態において差異があることから，2 つの型の間には生殖的隔離が存在し，それぞれが別種であることは明白である．したがって，本研究では S 型をアブラハヤと，また O 型をタカハヤと結論づけた．本研究の結果は，藤田・細谷（2003）をはじめとする最近の図鑑（藤田，2015；藤田，2018）が支持している見解と同様で，アブラハヤとタカハヤを明確に識別することができた．

本研究の結果から両種を識別する際に，体側の黒色縦帯は簡便かつ明確な形質であると考えた．しかし，この形質は液浸標本時のみしか鮮明に表れず，生体時には状態により見えないことが多いとの報告もある（藤田，2015）．よって，これを解決するために体側の黒色縦帯を使用せず，他の外部形態形質を用いて線形判別分析によって両種を識別しようとの試みが著者らによってなされている（羽多ほか，2018）．また，アブラハヤとタカハヤの間には地域によって，形態学的に両種の中間型を示す個体の報告がなされており（平井・引戸，1976），どちらか一方のみ生息する河川では，アブラハヤが上流まで生息する場合や，タカハヤが中流域にまで進出する場合が報告されている（東ほか，1976；板井，1997）．これらの現象は，両種に形質置換が起こっていることが示唆されており，この現象が両種の識別を困難にする主要因となっている（藤田・細谷，2003）．そこで採集したヒメハヤ属は生体時の外見だけで判断せず，本研究で行ったタイプ標本の計測データを加えた主成分分析および樋口・渡辺（2005）のハプロタイプを加えた mtDNA 分析を行うことが両種を同定する際に適切であると考えた．しかし，今回実施した同定は地域による変異や形質置換をすべて考慮しているものではない．したがって，他の河川においてこれらの同定法を使用する場合は，両種の変異を考慮しつつ，また地域による変異にも注意しながら研究を行う必要があると考える．

大和川水系石川に生息するヒメハヤ属魚類

本研究では大和川水系石川においてアブラハヤとタカハヤが生息し，中流域にて両種の一部が同所的に生息することが明らかとなった（Sta. 3，Fig. 2C）．このことから，本河川においてはおおまかにアブラハヤが中流域に，またタカハヤが上流域にと河川内における両種の生息域の違いが認められた．この結果より，水野（1968）から現在まで続いた両種の混同を解決することができた．また本河川内での両種の生息域は，中村（1969），板井（1977）および藤田（2015）と同様の結果であった．本研究では千早川の上流域の Sta. 1 ではタカハヤを採集することができた．しかし，石川本流の上流域の Sta. 2 は，Sta. 1 と同様の標高であるにもかかわらず（Fig. 1），アブラハヤとタカハヤを採集することができなかった．両種はともに河川中流域から上流域までの流れの緩やかな淀みや水溜りを好むことが知られており，川岸の植生など障害物への依存性が高いことも示唆されている（中村，1969；藤田，2015）．Sta. 2 は他の調査地点と比べ，瀬と淵が連続する区間であり流れの緩やかな場所が少なく，また，川岸には植生が少なく，岩がむき出している場所が多い環境であった（Fig. 2）．そのため，Sta. 2 では流れの緩やかな場所や植生などの障害物の少なさによってアブラハヤとタカハヤの生息が確認できなかった可能性がある．

現在，アブラハヤは大阪府において情報不足（DD）に指定されている（大阪府，2014）．外見が酷似することから生息状況の把握に混乱が生じているアブラハヤとタカハヤについて，外部形態と mtDNA を用いた種同定を行い，大阪府にアブラハヤの生息を確認したことは，今後の保全対象種の選定や保全対策の推進の一助となるであろう．さらに，本研究においてアブラハヤのみならず，タカハヤも流れが緩やかでかつ川岸に植生がある場所にて採集できたことから，両種の保全にはこれらの環境の維持が必要であると考えた．本研究においてアブラハヤを大小 39 個体（標準体長：45.15–75.71 mm）も材料として使用することができた．よって，本種は本河川において自然に繁殖および再生産をしていると推測した．しかし，本種の分布由来については明らかでなく，今後，自然分布か人為分布かを考察するため，他地域の集団と比較する必要がある．そのうえで大阪府レッドリストにおける本種のカテゴリーを明確にすることが望まれる．

謝　　辞

標本の外部形態分析および写真撮影に協力していただいた近畿大学大学院農学研究科の森宗智彦博士と，mtDNA 分析にご協力いただいた同大学の入口友香氏に謝意を表する．また，同大学修了生の池ヶ谷健吾氏および中野修一氏からは多くの有益なご助言をいただいた．この場を借りて厚く御礼申し上げる．

引 用 文 献

東　幹夫・村田　博・平山俊郎・大串正弘．1976．対馬における淡水魚の分布．長崎県生物学会（編），pp. 265–287．対馬の生物．長崎県生物学会，長崎．

Bandelt, H. J., P. Forster and A. Rohl. 1999. Median-Joining networks for inferring intraspecific phylogenies. Mol. Biol. Evol., 16: 37–48.

藤田朝彦．2015．ヒメハヤ属．細谷和海（編），pp. 114–119．山渓ハンディ図鑑 15，日本の淡水魚．山と渓谷社，東京．

藤田朝彦．2018．ウグイ亜科．中坊徹次（編），pp. 108–109．日本魚類館．小学館，東京．

藤田朝彦・細谷和海．2003．共存河川におけるアブラハヤとタカハヤの生化学的および形態学的比較．魚類学雑誌，50: 55–62．

花﨑勝司・波戸岡清峰．2010．大和川水系石川の魚類の現状 –2004 年～2006 年 –．自然史研究，3: 159–166．

羽多宏彰・福本一貴・藤田朝彦・細谷和海・渡邊俊．2018．大阪府大和川水系石川に生息するアブラハヤとタカハヤの簡易同定法．南紀生物，60: 188–192．

樋口文夫・渡辺勝敏．2005．横浜市を流れる河川におけるアブラハヤの遺伝的多様性と交雑．魚類学雑誌，52: 41–46．

平井賢一・引戸　武．1976．北陸地方のアブラハヤ属魚類の形態と生態．生理生態，17: 365–372．

細谷和海．2013．ウグイ亜科．中坊徹次（編），pp. 320–321．日本産魚類検索　全種の同定．第三版．東海大学出版会，秦野．

Howes, G. J. 1985. A revised synonymy of the minnow genus *Phoxinus* Rafinesque, 1820 with comments on its relationships and distribution. Bull. British Mus. Nat. His., 48: 57–74.

Hubbs, C. L. and K. F. Lagler. 2004. Fishes of the Great Lakes Region. Revised edition. University of Michigan Press, Bloomfield Hills, USA, xxxii + 276 pp.

兵庫県．2017．兵庫県版レッドリスト 2017：http://www.kankyo.pref.hyogo.lg.jp/files/6815/0598/3776/12_.pdf（参照 2018-6-26）．

Iguchi, K., Y. Tanimura and M. Nishida. 1997. Sequence

divergence in the mtDNA control region of amphidromous and landlocked forms of ayu. Fish. Sci., 63: 901–905.

Inoue, J. G., M. Miya, K. Tsukamoto and M. Nishida. 2000. Complete mitochondrial DNA sequence of the Japanese sardine, *Sardinops melanostictus*. Fish. Sci., 66: 924–932.

板井隆彦．1977．奈良県高見川のアブラハヤ属（*Phoxinus*）魚類の 2 型 – その形態的生態的特徴について –．静岡女子大学紀要，10: 201–220.

板井隆彦．1997．アブラハヤ *Phoxinus lagowskii steindachneri*（Sauvage, 1883）．社団法人日本水産資源保護協会（編），pp. 218–223．平成 8 年度希少水生生物保存対策試験事業日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料（Ⅳ）．日本水産資源保護協会，東京.

京都府．2015．アブラハヤ．京都府自然環境保全課（編），京都府レッドデータブック 2015　第 1 巻　野生動物編．pp. 136．京都府自然環境保全課，京都.

水野信彦．1968．大阪府の川と魚の生態．大阪府水産林務課，大阪．258 pp.

中村守純．1969．日本のコイ科魚類．資源科学研究所，東京．455 pp.

奈良県．2017．アブラハヤ．奈良県レッドデータブック改訂委員会（編），大切にしたい奈良県の野生動植物 – 奈良県版レッドデータブック 2016 改訂版 –．pp. 191．奈良県くらし創造部景観・環境局景観・自然環境課，奈良.

岡田弥一郎・内田恵太郎・松原喜代松．1935．日本魚類圖説．三省堂，東京．425 pp.

大阪府．2014．大阪府レッドリスト 2014：http://www.pref.osaka.lg.jp/attach/21490/00148206/5.kisuitannsuigyo.pdf（参照 2018-6-26）.

大阪教育大学．1974．大阪府下の川と魚．大阪府水産林務課，大阪．170 pp.

R Core Team. 2017. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. http://www.R-project.org/.

Sakai, H., Y. Ito, S. V. Shedko, S. N. Safronov, S. V. Frolov, I. A. Chereshnev, S. R. Jeon, and A. Goto. 2006. Phylogenetic and taxonomic relationships of Northern Far Eastern phoxinin minnows, *Phoxinus* and *Rhynchocypris* (Pisces, Cyprinidae), as inferred from allozyme and mitochondrial 16S rRNA sequence analyses. Zool. Sci., 23: 323–331.

滋賀県．2015．アブラハヤ．滋賀県生きもの総合調査委員会（編），滋賀県で大切にすべき野生生物 – 滋賀県レッドデータブック　2015 年版 –．pp. 562．滋賀県自然環境保全課，大津.

Tamura, K., G. Stecher, D. Peterson, A. Filipski and S. Kumar. 2013. MEGA6: molecular evolutionary genetic analysis version 6.0. Mol. Biol. Evol., 30: 2725–2729.

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 Res., 22: 4673–4680.

吉村元貴・大門　聖・中野修一・石田真隆・升方拓郎・柳本春樹・吉村知秦・中村華人・川村　圭・吉村圭介．2014．大阪府南河内地域における魚類相 – 石川流域を中心として –．地域自然史と保全，36: 125–134.