Aquatic Animals

水生動物 第 2023 巻
令和 5 年 6 月

福岡県柳川市の掘割におけるニホンウナギの生息状況

Occurrence and present status of Japanese eel in a canal “Horiwari” at Yanagawa City, Fukuoka Prefecture, Japan

田嶋宏隆 [1,2*]・久米　学 [3]・小川真由 [1,2]・渡邊　俊 [4]・内山里美 [5,6]・内山耕蔵 [5,6]・大坪鉄治 [5,6]・古賀春美 [5,6]・亀井裕介 [6]・三田村啓理 [1,2,3]

Hirotaka Tajima[1,2*], Manabu Kume[3], Mayu Ogawa[1,2], Shun Watanabe[4], Satomi Uchiyama[5,6], Kozo Uchiyama[5,6], Tetsuji Ootsubo[5,6], Harumi Koga[5,6], Yusuke Kamei[6], Hiromichi Mitamura[1,2,3]

[1] 京都大学大学院農学研究科，京都市左京区北白川追分町
[2] 京都大学大学院教育支援機構横断教育プログラム推進部プラットフォーム学卓越大学院プログラム，京都市左京区吉田本町
[3] 京都大学フィールド科学教育研究センター，京都市左京区北白川追分町
[4] 近畿大学農学部，奈良市中町 3327-204
[5]NPO 法人 SPERA 森里海・時代を拓く，福岡県柳川市椿原町 45
[6] やながわ有明海水族館，福岡県柳川市稲荷町 29

[1]Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kitashirakawa-oiwake, Sakyo, Kyoto 606-8502, Japan. [2]Distinguished Doctoral Program of Platforms (WISE), Center for Interdisciplinary Graduate Education, Division of Graduate Studies, Kyoto University, Yoshida-honmachi, Sakyo, Kyoto 606-8501, Japan. [3]Field Science Education and Research Center, Kyoto University, Kitashirakawa-oiwake, Sakyo, Kyoto 606-8502, Japan. [4]Faculty of Agriculture, Kindai University, 3327-204 Nakamachi, Nara 631-8505, Japan. [5]SPERA, 45 Tsubakiharamachi, Yanagawa, Hukuoka 832-0031, Japan. [6]Yanagawa Ariake Sea Aquarium, Inarimachi, Yanagawa, Hukuoka 832-0066, Japan
[*]Corresponding author, e-mail: tajima.hirotaka.48n@st.kyoto-u.ac.jp

Abstract

The Japanese eel (*Anguilla japonica*) population has experienced significant declines across East Asia. The canal network called Horiwari in Yanagawa City, Fukuoka Prefecture, Japan is no exception. The deployment of sluice gates between Horiwari and adjacent rivers may have prevented eels from entering the canal, which has likely reduced the eel population in the area. A local high school and nonprofit organization have been releasing tagged juvenile eels into the canal to aid in the recovery of the species. However, there is currently limited knowledge regarding the effectiveness of these efforts in repopulating the canal with both wild and released eels. We used an electro-fishing unit to collect eels during five surveys conducted in October 2021, February, March, and November 2022, and February 2023. A total of 47 eels were collected, ranging from 122 to 623 mm in total length. Two silver phase eels were collected in November 2022, while the remaining 45 yellow phase eels were at all surveys. Our observations indicated that eels of varying lengths utilized mud and sand habitats, with larger eels (> 400 mm in total length) primarily found in boulder or stonewall habitats rather than pebble or cobble areas. These findings suggest that Horiwari offers a suitable habitat for Japanese eels to inhabit and to grow and provide important insights into the effectiveness of current recovery efforts for this endangered species in the region.

Key words: *Anguilla japonica*; bottom environment; habitat; growth stage

緒言

ニホンウナギ *Anguilla japonica* は、北太平洋西部の西マリアナ海嶺南部海域で産卵を行い、東アジアの河川や湖沼の淡水域および汽水域もしくは沿岸域で成長する降河回遊魚である（Tsukamoto et al. 2011）。産卵場にて孵化

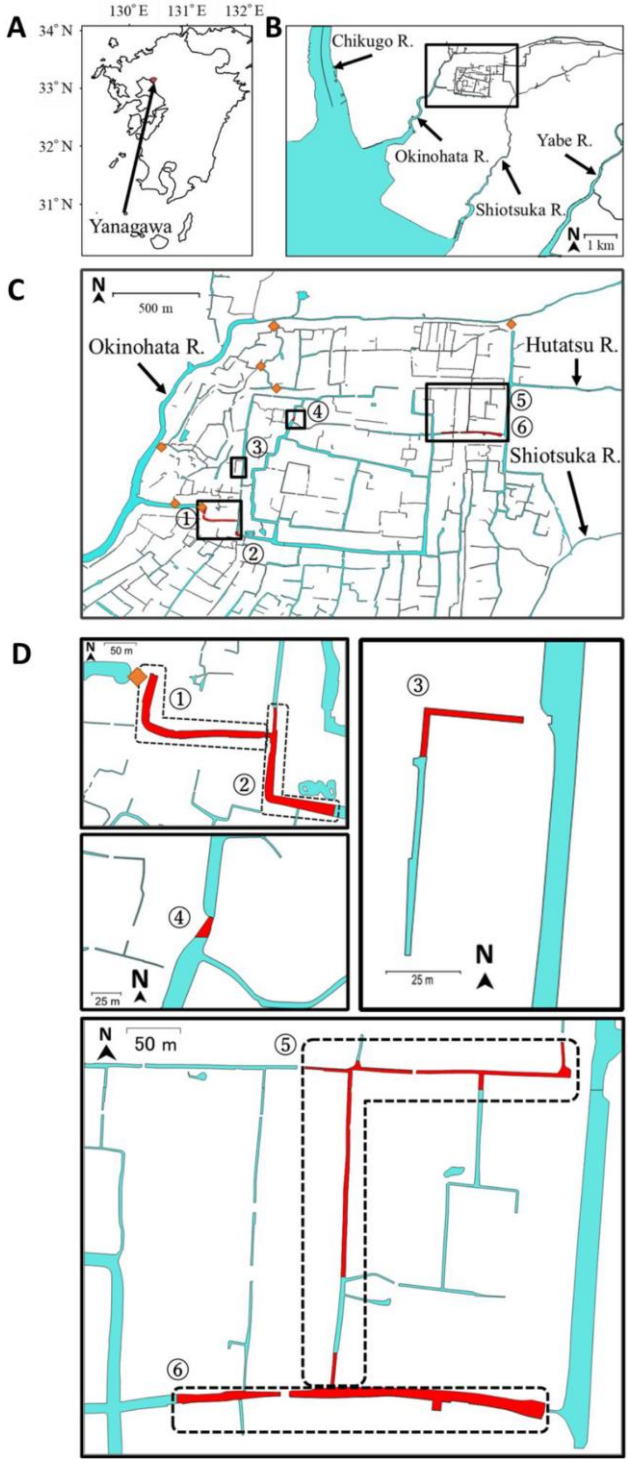

Fig. 1. Maps of the study area. A: Kyushu, Japan. B: Horiwari (enclosed by square) and its surrounding areas. C: Enlarged map of Horiwari showing six sampling locations (① to ⑥). The light blue and red areas indicate water area and sampling locations, respectively. The diamonds indicate the sluice gates. D: Enlarged maps of six sampling locations. The diamond indicates the sluice gate in sampling location ①.

した葉状の幼生のレプトセファルスは、海流に乗って東アジアの沿岸域へ移動する（Kimura et al. 1994）。レプトセファルスは黒潮内で変態を開始し、透明で細長いシラスウナギとなって接岸した後（Shinoda et al. 2011）、黒色色素が沈着してクロコと呼ばれる段階を経て、黄ウナギと呼ばれる成育期となり、沿岸から河川で過ごす（Kaifu et al. 2010）。黄ウナギは数年から十数年を経て成長し（Kotake et al. 2007）、銀ウナギへと変態した後、産卵のために海へと移動する（Sudo et al. 2017）。

本種はかつて、日本全国の内水面で豊富に漁獲され、食資源動物として日本社会に深く根付いている。しかし、1970 年以降は漁獲量が激減し、河川において確認されることも少なくなった（Kaifu et al. 2018）。そのため、2013 年には環境省レッドリストにおいて絶滅危惧 IB 類（環境省 2013）に、また、2014 年には国際自然保護連合（IUCN）のレッドリストにおいて Endangered（Jacoby and Gollock 2014）にそれぞれ指定された。ニホンウナギが減少している要因については、海洋環境の変化や成魚および稚魚であるシラスウナギの過度な漁獲、成育場である内水面や沿岸域の環境変化などが指摘されている（Kimura et al. 2001; Chen et al. 2014; Itakura et al. 2015; 海部 2016; Yokouchi et al. 2022）。

筑後平野に位置する福岡県柳川市は、市街地に掘割が張り巡らされる水郷の街である（Fig. 1）。この掘割は総延長 800 km を越える人工的な水環境であり、農業用水として利用されるほか、木造の小舟に観光客を乗せて掘割内を周遊する「川下り」が行われている（福岡県立伝習館高校生物部 2018; 堀 2019）。かつてはこの掘割の中でもニホンウナギが多く生息し、鰻のせいろ蒸しに代表されるように地元の人々の間で食文化として根付いていた（福岡県立伝習館高校生物部 2018）。しかし、昭和 30 年頃から上下水道が整備されたことで柳川に住む人々と掘割の関係が希薄になり、

Fig. 2. The photos of sampling locations in Horiwari, showing the sluice gate in sampling location ① under normal condition (A) and channel drying that was conducted every February (B), and a canal in sampling location ⑤ (C).

ゴミが投棄されることで水質汚染が進んだ。また、同時期に掘割のコンクリート護岸化が進むとともに、掘割内における本種の個体数が次第に減少した（伝習館高校生物部 2021）。昭和 50 年代には掘割再生運動が行われ掘割内の水質は改善し（長尾 2008）、現在でも在来の沈水性植物が生息する自然環境に近い底質やニホンウナギの隠れ家となる石積み護岸が残っているため、掘割内はニホンウナギの生息に適した環境であると考えられている（伝習館高校生物部 2018, 2021）。しかし、掘割内で見られるニホンウナギの数は増加せず、現在でもほとんど生息していないと考えられている（福岡県立伝習館高校生物部 2018）。その主な原因は、1980 年代に掘割とその接続河川である沖端川を隔てる水門（Fig. 1C, Fig. 2A, B）を改修したことが関わっていると考えられている（福岡県立伝習館高校生物部 2018）。改修以前の水門は、木製の板が潮汐に合わせて自動で開閉することで排水を行うしくみになっていたため、ニホンウナギはこの板の隙間から掘割内に入ることが可能であったと考えられる（福岡県立伝習館高校生物部 2018）。しかし、干潮時には高さが 160 cm あるコンクリートと鉄製の水門に改修されたため（Fig. 2A, B）、シラスウナギが掘割内に侵入することができなくなったと推測されている（北部九州河川利用協会 2017; 福岡県立伝習館高校生物部 2018）。

現在、地元の高校や NPO 法人によって、本種を掘割に復活させる取り組みが行われており、その一環として柳川市周辺の矢部川や塩塚川でシラスウナギを採集し（田中 2018）、飼育して 7–9 cm 程度に成長した個体を掘割内に放流している（福岡県立伝習館高校生物部 2018, 2021）。しかし、放流後に再捕獲されたニホンウナギはほとんどが全長 10 cm 前後の個体であり、大きいものでも 17.5 cm である（福岡県立伝習館高校生物部 2018, 2021）。したがって、放流個体が掘割内に定着し、銀ウナギまで成長しているのかは定かではない。一方、掘割への天然ウナギの侵入は水門によ

って阻害されていると考えられているが、全長 10 cm 程度の個体が堰高 165 cm の垂直堰を超えることが報告されている（Kume et al. 2022）。そのため、柳川市の掘割にも天然個体が改修された水門の壁をつたって侵入する可能性はある。また、地元の高校が掘割に放流したニホンウナギが掘割の南部に存在する農業用の用水路で採集されており（福岡県立伝習館高校生物部 2021）、本種が掘割から用水路へ移動できる経路が存在することが分かっている。さらに、用水路の南西部は塩塚川とつながっていることから（Fig. 1）、塩塚川から天然のニホンウナギが掘割に遡上している可能性もある。このように掘割にはニホンウナギが生息できる環境があるとともに、天然個体が侵入している可能性がある。人工的な環境である掘割の中で生息し、環境の悪化により一度はほとんど確認されなくなった本種が、地域住民の活動によって環境が改善したことで再び掘割内で生息しているならば、自然環境である河川で護岸工事を行ったとしても、ニホンウナギにとって適切な環境を整えることで、本種と人間が共存していくことが十分可能であることを示す重要な事例になる。そのためにも、掘割内における現在の本種の生息状況を確認する必要がある。そこで本研究では、掘割内においてニホンウナギを採集することで、掘割に本種が生息しているかを明らかにすることを目的とした。また、掘割に生息している場合には、全長と体重や利用している生息環境を記録した。

材料と方法

福岡県柳川市の掘割内において（Fig. 1）、2021 年 10 月 10 日、2022 年 2 月 21 日、3 月 26 日、11 月 25 日、2023 年 2 月 19 日の 5 日間、電気ショッカー（LR-20B, SmithRoot, Vancouver, WA, USA）を用いてニホンウナギの採集調査を実施した。採集調査を行った 6 地点（①〜⑥）の掘割環境（Fig. 1C, D, Fig. 2）は以下の通りである。①は石積みの河岸で一部が丸太柵工で護岸されている。主な底質は泥、両岸沿いには礫が存在する。また、北西側には沖端川へとつながる水門が設置されている。②は石積みの河岸で主な底質は泥であり、曲がり角の位置にはコンクリート土管が埋められている。土管や河岸沿いには礫が存在する。③はコンクリート護岸で主な底質は泥である。④は石積み河岸で主な底質は泥である。⑤は石積み河岸で底質は泥の部分と砂の部分が存在する。また、河岸沿いに水藻が生育している部分も存在する。⑥は石積み河岸で一部が丸太柵工で護岸されている。主な底質は泥、両岸沿いには礫が存在する。①は 2021 年 10 月 10 日、2022 年 2 月 21 日、11 月 25 日、2023 年 2 月 19 日の 4 回、②は 2022 年 2 月 21 日、2023 年 2 月 19 日の 2 回、③は 2021 年 10 月 10 日の 1 回、④は 2022 年 2 月 21 日の 1 回、⑤は 2021 年 10 月 10 日、2022 年 2 月 21 日、3 月 26 日の 3 回、⑥は 2021 年 10 月 10 日、2023 年 2 月 19 日の 2 回、採集調査を行った。

なお、2022年と2023年の2月の調査時には掘割内が排水されており、最深部で水深80 cm程度まで水位が下がっていた。10月の調査では採集個体の全長を、2022年2月以降に行った4回の調査ではこれに加えて体重も計測した。また、全個体についてsilverling index（Okamura et al. 2007）をもとに成長段階を黄ウナギと銀ウナギの2段階に分類して記録した。また、調査地周辺には鰻料理を扱う店舗が複数存在するため、これらの店舗から逃げ出した個体でないことを確認する必要があったため、鈴木ら（2017）をもとに天然の黄ウナギに比べて体色が黒色であるものを養殖個体と判断した。なお、この方法では放流後1年以上が経過し、摂餌状況が良い養殖個体は天然個体と判別できない可能性があるが、今回は考慮しなかった。採集地点の位置情報はGPSで取得し、底質は目視で判断した。

なお、底質の礫については直径4 mm未満のものを砂、4 mm以上64 mm未満のものを中礫、64 mm以上256 mm未満のものを大礫、256 mm以上のものを巨礫とした。現在、福岡県立伝習館高校が本種を掘割に復活させる取り組みの一環として、採集したシラスウナギを8 cm程度に成長させた後、掘割内に放流している（福岡県立伝習館高校生物部 2018, 2021）。放流する際には体内にマイクロワイヤータグが挿入されており、2014年10月から年3回程度、石倉かごをもちいて再捕獲を試みている（福岡県立伝習館高校生物部 2018, 2021）。2021年4月までに74個体が再捕獲され、これらの個体についてはイラストマー蛍光タグで標識している（福岡県立伝習館高校生物部 2018, 2021）。放流個体が成長し全長が10 cmよりも大きくなると、金属探知機を用いてマイクロワイヤータグを検出することが難しくなる。そのため本研究では採集された個体について、マイクロワイヤータグの検出は行わず、目視でイラストマー蛍光タグの有無を確認できた場合のみ、放流個体である判断することとした。採集した個体は計測とイラストマー蛍光タグの有無を確認した後で採集地点に放流した。

結果

5 回の調査で合計 47 個体（10 月 : 5 個体、2 月 : 13 個体、3 月 : 5 個体、11 月 : 3 個体、2 月 : 21 個体）のニホンウナギを採集した（Table 1）。採集調査を行った 6 地点のうち、①では 13 個体、②では 3 個体、④では 2 個体、⑤では 10 個体、⑥では 19 個体を採集した。一方、③ではニホンウナギを採集することができなかった。養殖のニホンウナギと思われる個体（全長 497 mm）は 2022 年 2 月 21 日の調査時に⑤で採集した 1 個体のみであった。採集した全ての個体にはイラストマー蛍光タグが挿入されていなかった。全長は 122–623 mm（平均 ± 標準偏差 : 337 ± 144 mm）、体重は 1–280 g（81 ± 82 g）であった（Fig. 3）。成長段階については、黄ウナギが 45 個体（全長 122–623 mm）、銀ウナギが 2 個体（全長 526, 558 mm）であった（Table 1）。銀ウナギは 2 個体とも 11 月の調査で①において採集された。本研究でニホンウナギが採集された地点の底質環境と採集個体数については、泥中が 12 個体（うち 1 個体はコンクリート土管の下の泥中、1 個体は杭の下の泥中、1 個体は礫下の泥中にいた）、礫下が 24 個体、土嚢の隙間が 2 個体、石垣やその木の下が 2 個体、砂中が 2 個体であった（Table 1）。底質環境とニホンウナギの全長範囲は砂泥で 139–558 mm、中・大礫で 122–493 mm、巨礫で 162–623 mm、その他の底質で 422–492 mm であった。それぞれの底質環境で採集されたニホンウナギのうち、比較的大型の全長が 400 mm 以上である個体は砂泥中が 14 個体中 6 個体、中・大礫が 13 個体中 3 個体、巨礫が 11 個体中 7 個体、その他の底質が 4 個体中 4 個体であった（Fig. 4）。

考察

本研究では、柳川市の掘割内において、47 個体のニホンウナギを採集することができた。しかし、いずれの個体にもイラストマー蛍光タグは挿入されていなかった。したがって、採集されたニホンウナギが放流個体であるのか天然個体であるのかは判別できなかった。2021 年 10 月から 2023 年 2 月にかけて 5 回の調査すべてで本種が採集され、その全長は 122–623 mm と多様であった。加えて、2022 年 11 月の調査では銀ウナギが 2 個体採集された。これらのことから、ニホンウナギは掘割内に数年間定住し、成熟開始に至るまで成長していることが明らかとなった。今回は調査を行った範囲と回数が限られているが、本研究の結果から掘割はニホンウナギの生息・成育環境の条件を少なからず備えているものと推測される。

Table 1. Summary of Japanese eels caught in Horiwari at Yanagawa City, Fukuoka Prefecture, Japan.

ID	sampling date	body weight (g)	total length (mm)	growth stage	sampling area	dominant substrate
1	10 Oct 2021	—	321	Y	1	—
2	10 Oct 2021	—	333	Y	1	—
3	10 Oct 2021	—	220	Y	5	—
4	10 Oct 2021	—	166	Y	5	—
5	10 Oct 2021	—	157	Y	5	—
6	21 Feb 2022	108	415	Y	1	mud
7	21 Feb 2022	165	460	Y	1	boulder
8	21 Feb 2022	249	565	Y	1	boulder
9	21 Feb 2022	280	623	Y	1	boulder
10	21 Feb 2022	158	493	Y	1	cobble
11	21 Feb 2022	80	436	Y	2	pebble
12	21 Feb 2022	153	482	Y	2	mud under concreate pipe
13	21 Feb 2022	84	427	Y	1	boulder
14	21 Feb 2022	156	492	Y	1	gap of stonewall and tree
15	21 Feb 2022	78	422	Y	4	gap of sandbags
16	21 Feb 2022	152	486	Y	4	gap of sandbags
17	21 Feb 2022	261	497	Y*	5	mud under algae
18	21 Feb 2022	7	169	Y	5	mud
19	26 Mar 2022	14	245	Y	5	mud
20	26 Mar 2022	116	476	Y	5	gap of stonewall
21	26 Mar 2022	8	181	Y	5	mud under algae
22	26 Mar 2022	3	139	Y	5	sand
23	26 Mar 2022	12	216	Y	5	mud
24	25 Nov 2022	260	558	S	1	mud (under wooden stake)
25	25 Nov 2022	191	526	S	1	mud (under boulder)
26	25 Nov 2022	40	331	Y	1	pebble
27	19 Feb 2023	87	442	Y	1	boulder
28	19 Feb 2023	71	390	Y	2	mud
29	19 Feb 2023	153	474	Y	6	cobble
30	19 Feb 2023	30	299	Y	6	mud
31	19 Feb 2023	30	309	Y	6	mud
32	19 Feb 2023	6	173	Y	6	pebble
33	19 Feb 2023	3	143	Y	6	pebble
34	19 Feb 2023	11	235	Y	6	cobble
35	19 Feb 2023	18	250	Y	6	cobble
36	19 Feb 2023	5	162	Y	6	boulder
37	19 Feb 2023	60	377	Y	6	boulder
38	19 Feb 2023	100	471	Y	6	boulder
39	19 Feb 2023	86	422	Y	6	sand
40	19 Feb 2023	4	167	Y	6	pebble
41	19 Feb 2023	7	189	Y	6	boulder
42	19 Feb 2023	6	199	Y	6	boulder
43	19 Feb 2023	3	147	Y	6	pebble
44	19 Feb 2023	1	122	Y	6	pebble
45	19 Feb 2023	70	430	Y	6	boulder
46	19 Feb 2023	77	398	Y	6	pebble
47	19 Feb 2023	10	192	Y	6	cobble

Growth stage was determined by silverling index (Okamura et al. 2007).
Sampling areas are corresponding to those shown in Fig. 1. Y: yellow eel stage, S: silver eel stage.
*Cultured eel that escaped from eel restaurant or eel farm.

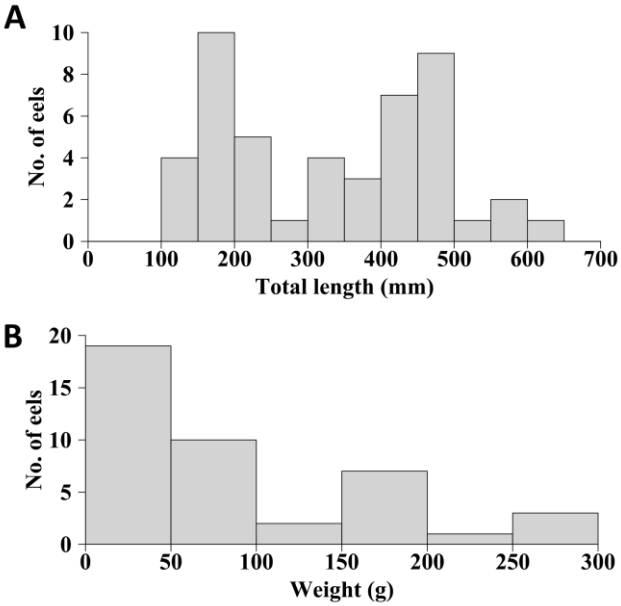

Fig. 3. Size compositions (A: total length, B: body weight) of Japanese eels collected in Horiwari.

本研究では、ニホンウナギは掘割内部の礫の下や砂泥の中、石垣の間隙などの本種が身体を隠すことができる場所で採集された。これらは先行研究で報告されているニホンウナギの隠れ家と一致している（Aoyama et al. 2005; Kume et al. 2019, 2020; Matsushige et al. 2020）。また、全長が大きくなるにつれて本種が利用する生息場所は変化すると考えられている（Kume et al. 2020; Matsushige et al. 2020）。本研究では、砂泥の中から発見された個体の全長には偏りが無いように見える。しかし、中礫や大礫で採集された個体は全長が 400 mm より小さいものが多く、巨礫や石垣などで採集された個体は全長が 400 mm 以上のものが多い傾向が見られた。これらのことから、掘割でも全長に依存して生息環境を変化させている可能性がある。ただし、今回は調査を行った期間が 10 月から 3 月に限られており、本種の生息場所利用の季節性は考慮していない。ニホンウナギは水温が 13 °C を下回ると活動しにくくなることが知られている（Itakura et al. 2018）。また、季節により生息場所が変化するという報告もあることから（Noda et al. 2021）、今後は夏季にも調査を行い本種の生息環境を明らかにすることも必要だと考える。

本研究で採集したニホンウナギは放流個体であるか天然個体であるかは判断できなかった。掘割の北西には沖端川、南東に塩塚川が流れており、掘割との間を水門で仕切られている。1970 年代までは木製の水門が設置され

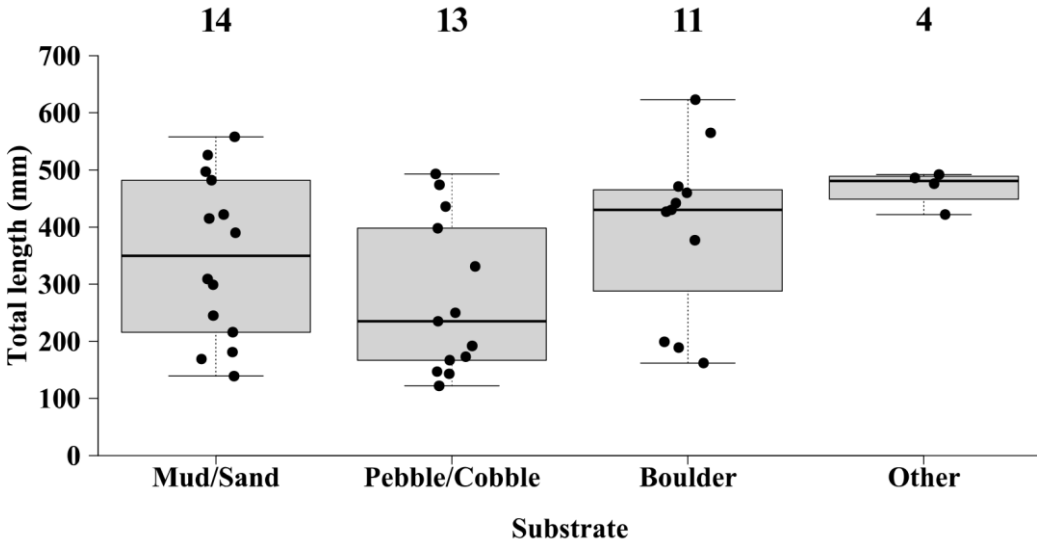

Fig. 4. Boxplots of total length of eels sorted by different substrates in Horiwari. Black dots are jitter plots.

ており、かつてはこの水門を通ってニホンウナギが掘割に侵入していたと言われていた。ところが、コンクリートと鉄製の水門に改修されたことで掘割と周辺の河川が分断され、本種が掘割に侵入できなくなったと考えられている（福岡県立伝習館高校生物部 2018, 2021）。しかし、実際に水門を観察すると、掘割周辺の地域における生活用水や農業用水を沖端川に排水するための水門には開門されていているものや閉門時でも流水が確認できるものがあり、天然のニホンウナギが侵入し水門内部の垂直な壁を上ることで掘割内に達することも考えられる。ニホンウナギが垂直な壁を上るうえで壁の高さは大きな要因の一つであるものの（Kume et al. 2019, 2020; Yokouchi et al. 2022）、Kume et al.（2022）は 15 cm 未満の個体が 165 cm の垂直堰を越えて上流に移動すると報告している。したがって、水門内の垂直な壁の高さが低ければ、ニホンウナギが壁を上って掘割内に侵入できる可能性が高い。加えて、伝習館高校が掘割に放流した個体が掘割の南部に存在する農業用の用水路で採集されており（福岡県立伝習館高校生物部 2021）、ニホンウナギは掘割から用水路へ移動可能であると言える。用水路の南西部には塩塚川が存在するため、河川から侵入した天然のニホンウナギが用水路を経由して掘割に達することも考えられる。同じ地域の用水路では、天然個体であるとは判断できなかったものの、イラストマー蛍光タグで標識されていない個体も採集されている（田嶋ら 未発表データ）。また、11 月の調査では黄ウナギ以外に銀ウナギも採集されたため、掘割内で成長し、銀ウナギとなった個体が増水などを利用して水門や用水路を通って海に降下する可能性が高いと考えられる。

本研究により採集されたニホンウナギは幅広い全長を有しており、銀ウナギも生息していたことから、柳川市の掘割は現在でも本種にとって生息・成長できる環境があることが明らかになった。また、ニホンウナギは掘割中でも特に礫の下や石垣の間隙を隠れ家として巧みに利用していた。しかしながら、人工的に作られた環境である掘割には、このような本種の隠れ家となるような礫や間隙は限られている。したがって、掘割内に砂礫を投入したり、コンクリート護岸ではなく石積みや木杭を使用した護岸にしたりすることで、ニホンウナギの隠れ家を増やし、本種の生息により適した環境を整備することができると考えられる。その結果、掘割内における本種の資源量が増大すると期待できる。本研究の結果より、従前ニホンウナギの生息が確認されていた河川が護岸工事等で環境が変化して個体数が減少したとしても、適切な成育環境を整えることで個体数の回復に寄与できると考えられる。掘割内においてニホンウナギの個体数を増加させ、適切な成長を促すことは、人間と本種が共生していくことが十分可能であることを示す重要な実例であると言える。加えて、天然のニホンウナギが用水路や水門を通って周辺の河川から掘割内に侵入している可能性が考えられるため、水門の構造をニホンウナギが通り抜けやすいものに改善することも本種の個体数を増加させることにつながると期待される。そのためにも今後、掘割全域における生息環境調査を行うことで、掘割内でのニホンウナギの分布や好適生息環境を明らかにすることが必要であろう。また、天然個体が掘割に侵入しているかを確認すべきである。もし、天然個体が侵入しているならば、河川から掘割に侵入する経路も明らかにすることが重要となる。これらを通じて、掘割におけるニホンウナギをはじめとした水生生物の生息環境を改善することが期待される。

謝辞

本研究の一部は、2021 年度河川基金助成事業（助成番号 2021-6111-013）、公益信託富士

フィルム・グリーンファンド 2022 年度研究助成（助成番号 205）により行われました。また、福岡県立伝習館高等学校の木庭慎治教諭には放流個体に装着されたマイクロワイヤータグやイラストマー蛍光標識に関する情報をいただきました。心より感謝申し上げます。

引用文献

Aoyama, J., Shinoda, A., Sasai, S., Miller, M. J., Tsukamoto, K. (2005). First observations of the burrows of *Anguilla japonica*. J. Fish Biol. 67: 1534–1543.

Chen, J. Z., Huang, S. L., Han, Y. S. (2014). Impact of long-term habitat loss on the Japanese eel *Anguilla japonica*. Estuar. Coast. Shelf Sci. 151: 361–369.

北部九州河川利用協会 (2017). 《概要版》平成 28 年度　河川環境変化に伴う生物影響調査検討業務（堀割のウナギ遡上障害改善対策の検討）. https://nriver.jp/wp-content/themes/nriver/download/project/business02.pdf. (accessed on 13 April 2023).

堀　友彌 (2019). 柳川掘割「ウナギ物語」にみる，地域活動コミュニティについての考察. デザイン学論考 15: 34–40.

福岡県立伝習館高校生物部 (2018). 森里海の繋がりから見えてきたニホンウナギと私たちの未来～特別採捕・飼育・放流から～. http://www.japanriver.or.jp/taisyo/oubo_jyusyou/jyusyou_katudou/no20/no20_pdf/denshukan.pdf?msclkid=373fc096d0e811ec85d1f603effe679. (accessed on 12 May 2022).

福岡県立伝習館高校生物部 (2021). 説滅危惧種ニホンウナギのサンクチュアリづくりを通した2つの地域創生～ニホンウナギの飼育から見えてきた森里海連環の重要性について～. http://www.japanriver.or.jp/taisyo/oubo_jyusyou/jyusyou_katudou/no23/no23_pdf/denshukan.pdf. (accessed on 23 August 2022).

Itakura, H., Kitagawa, T., Miller, M. J., Kimura, S. (2015). Declines in catches of Japanese eels in rivers and lakes across Japan: Have river and lake modifications reduced fishery catches? Lands. Ecol. Engineer. 11: 147–160.

Itakura, H., Miyake, Y., Kitagawa, T., Kimura, S. (2018). Site fidelity, diel and seasonal activities of yellow-phase Japanese eels (*Anguilla japonica*) in a freshwater habitat as inferred from acoustic telemetry. Ecol. Fresh. Fish 27: 737–751.

Jacoby, D., Gollock, M. (2014). *Anguilla japonica*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3.

海部健三 (2016). うなぎの保全生態学. 共立出版, 東京.

Kaifu, K., Tamura, M., Aoyama, J., Tsukamoto, K. (2010). Dispersal of yellow phase Japanese eels *Anguilla japonica* after recruitment in the Kojima Bay-Asahi River system, Japan. Environ. Biol. Fishes 88: 273–282.

Kaifu, K., Yokouchi, K., Higuchi, T., Itakura, H., Shirai, K. (2018). Depletion of naturally recruited wild Japanese eels in Okayama, Japan, revealed by otolith stable isotope ratios and abundance indices. Fish. Sci. 84: 757–763.

環境省 (2013). 環境省第4次レッドリスト(汽水・淡水魚類）. https://www.env.go.jp/press/files/jp/21437.pdf. (accessed on 12 May 2022).

Kimura, S., Tsukamoto, K., Sugimoto, T. (1994). A model for the larval migration of the Japanese eel: roles of the trade winds and salinity front. Mar. Biol. 119: 185–190.

Kimura, S., Inoue, T., Sugimoto, T. (2001). Fluctuation in the distribution of low-salinity water in the North Equatorial Current and its effect on the larval transport of the Japanese eel. Fish. Oceanograp. 10: 51–60.

Kotake, A., Arai, T., Okamura, A., Yamada, Y., Utoh, T., Oka, H. P., Miller, M. J., Tsukamoto, K. (2007). Ecological aspects of the Japanese eel, *Anguilla japonica*, collected from coastal areas of Japan. Zool. Sci. 24: 1213–1221.

Kume, M., Terashima, Y., Wada, T., Yamashita, Y. (2019). Longitudinal distribution and microhabitat use of young Japanese eel *Anguilla japonica* in a small river flowing through paddy areas. J. Appl. Ichthyol. 35: 876–883.

Kume, M., Terashima, Y., Kawai, F., Kutzer, A., Wada, T., Yamashita, Y. (2020). Size-dependent changes in habitat use of Japanese eel *Anguilla japonica* during the river life stage. Environ. Biol. Fishes 103: 269–281.

Kume, M., Yoshikawa, Y., Tanaka, T., Watanabe, S., Mitamura, H., Yamashita, Y. (2022). Water temperature and precipitation stimulate small-sized Japanese eels to climb a low-height vertical weir. PloS ONE 17: e0279617.

Matsushige, K., Yasutake, Y., Mochioka, N. (2020). Spatial distribution and habitat preferences of the Japanese eel, *Anguilla japonica*, at the reach and channel-unit scales in four rivers of Kagoshima Prefecture, Japan. Ichthyol. Res. 67: 68–80.

長尾秀吉 (2008). 環境保全と生活の知. 別府大学紀要 49: 61–70.
Noda, T., Wada, T., Mitamura, H., Kume, M., Komaki, T., Fujita, T., Sato, T., Narita, K., Yamada, M., Matsumoto, A., Hori, T., Takagi, J., Kutzer, A., Arai, N., Yamashita, Y. (2021). Migration, residency and habitat utilisation by wild and cultured Japanese eels (*Anguilla japonica*) in a shallow brackish lagoon and inflowing rivers using acoustic telemetry. J. Fish Biol. 98: 507–525.
Okamura, A., Yamada, Y., Yokouchi, K., Hirose, N., Mikawa, N., Utoh, T., Tanaka, S., Tsukamoto, K. (2007). A silvering index for the Japanese eel *Anguilla japonica*. Environ. Biol. Fishes 80: 77–89.
Shinoda, A., Aoyama, J., Miller, M. J., Otake, T., Mochioka, N., Watanabe, S., Minegishi, Y., Kuroki, M., Yoshinaga, T., Yokouchi, K., Fukuda, N., Sudo, R., Hagihara, S., Zenimoto,K., Suzuki,Y., Oya, M., Inagaki, T., Kimura, S., Fukui, A., Lee, T. W., Tsukamoto, K. (2011). Evaluation of the larval distribution and migration of the Japanese eel in the western North Pacific. Rev. Fish Biol. Fish. 21: 591–611.
鈴木邦弘・松山　創・木南竜平・川合範明・佐藤孝幸・鈴木基生・平井一行・増元英人 (2017). 伊東市小河川における養殖ウナギの放流後の動向. 月刊海洋 49: 560–567.
田中 克 (2018). 有明海と三陸の水辺から. うみひるも 231. http://9765145552aa0409.lolipop.jp/wp-content/uploads/pdf/umihirumo231.pdf. (accessed on 01 May 2023).
Tsukamoto, K., Chow, S., Otake, T., Kurogi, H., Mochioka, N., Miller, M. J., Aoyama, J., Kimura, S., Watanabe, S., Yoshinaga, T., Shinoda, A., Kuroki, M., Oya, M., Watanabe, T., Hata, K., Ijiri, S., Kazeto, Y., Nomura, K., Tanaka, H. (2011). Oceanic spawning ecology of freshwater eels in the western North Pacific. Nat. Comm. 2: 179.
Yokouchi, K., Itakura, H., Wakiya, R., Yoshinaga, T., Mochioka, N., Kimura, S., Kaifu, K. (2022). Cumulative effects of low-height barriers on distributions of catadromous Japanese eels in Japan. Anim. Cons. 25: 137–149.
Sudo, R., Okamura, A., Fukuda, N., Miller, M. J., Tsukamoto, K. (2017). Environmental factors affecting the onset of spawning migrations of Japanese eels (*Anguilla japonica*) in Mikawa Bay Japan. Environ. Biol. Fishes 100: 237–249.

和文要旨

ニホンウナギ *Anguilla japonica* はかつて日本全国で豊富に漁獲された。しかし、現在は個体数が激減している。福岡県柳川市の掘割も本種の個体数が減少した場所の一つである。これは、水門の改修に伴い、シラスウナギの川から掘割内への侵入個体が激減したことが要因であると考えられている。現在、地元の高校や NPO 法人により掘割へのニホンウナギの放流活動が行われている。しかしながら、野生個体または放流個体が掘割内に定着しているかは明らかになっていない。そこで本研究では、現在、福岡県柳川市の掘割にニホンウナギが生息しているかを明らかにするため、電気ショッカーを用いて本種の採集を試みた。その結果、5 回の調査（2021 年 10 月、2022 年 2 月・3 月・11 月、2023 年 2 月）において、合計 47 個体のニホンウナギを採集した。採集した個体が放流個体か天然個体かは判断することができなかった。採集された個体の全長は 122–623 mm の範囲であった。47 個体のうち 2 個体の銀ウナギが 2022 年 11 月の調査時に採集され、残りの 45 個体は黄ウナギですべての調査時に採集された。砂泥中からは 139 mm から 558 mm まで様々な全長の個体が採集された。中・大礫から採集された個体に比べ、巨礫や石垣から採集された個体の全長は大きい傾向があった。調査月の違いやウナギの全長に関わりなく本種を採集できたことから、掘割はニホンウナギが生息・成長するための環境を少なからず備えていると推測した。

Received: 18 March 2023 | Accepted: 23 May 2023 | Published: 1 June 2023