

鳥取県千代川水系におけるカジカ中卵型の食性

Feeding habits of *Cottus pollux* middle-egg type in the Sendai River system, Tottori Prefecture中井 弘^{1,2}・高橋龍ノ介^{1,3}・太田太郎^{1*}
Hiromu Nakai^{1,2}, Ryunosuke Takahashi^{1,3}, Taro Ohta^{1*}¹公立鳥取環境大学環境学部環境学科, 鳥取市若葉台北1-1-1²香川県農政水産部水産課, 香川県高松市番町4-1-10³鳥取県境港水産事務所, 鳥取県境港市昭和町9-7¹Faculty of Environmental Studies, Tottori University of Environmental Studies, 1-1-1 Wakabadai-kita, Tottori, Tottori, 689-1111, Japan ²Fisheries Division, Agricultural Administration and Fisheries Department, Kagawa Prefectural Government, 4-1-10, Ban-cho, Takamatsu, Kagawa, 760-8570, Japan ³Tottori Prefecture Sakaiminato Fishery Office, 9-7 Syowa-machi, Sakaiminato, Tottori 684-0034, Japan.

*Corresponding author; e-mail: oota-t@kankyo-u.ac.jp, Tel: +81-857-38-6779.

Abstract

Collection surveys were conducted to investigate the feeding habits of amphidromous sculpin *Cottus pollux* middle-egg type in the Sendai River system in Tottori Prefecture. At the sampling station, located approximately 13 km upstream from the river mouth, newly recruited individuals with standard lengths of around 30 mm occurred in June. The stomach contents index (SCI) of *C. pollux* middle-egg type showed a decreasing trend from summer to autumn. Particularly, the low percentage of individuals with stomach contents in autumn suggests a potential shortage of food resources. Analysis of the index of relative importance of food items (IRI) indicated that the *C. pollux* middle-egg type primarily relied on aquatic insects of Trichoptera and Ephemeroptera. The increase in the percentage of IRI for Diptera in autumn, when food resources were scarce for the *C. pollux* middle-egg type, suggests that Diptera could compensate for food shortages. Although *C. pollux* middle-egg type is listed as an endangered species, the lower reaches of the Sendai River system are considered valuable habitat for this species due to the presence of suitable environmental conditions.

Key words: *Cottus pollux* middle-egg type; amphidromous sculpin; aquatic insects; food items**緒言**

我が国の淡水域に分布するカジカ種群 *Cottus pollux* species complex については、カジカ大卵型 *C. pollux* large-egg type、カジカ中卵型 *C. pollux* middle-egg type、カジカ小卵型 *C. pollux* small-egg type が存在し、日本海側では大卵型と中卵型が分布するとされる (後藤 2001)。大卵型は一生を淡水域ですごす陸封型の生活史を有するのに対し、中卵型および小卵型は孵化後、海域へ流下し、幼魚期に河川域に移入する淡水性両側回遊型の生活史を有するとされる (水野・丹羽 1961; 後藤 2001; Goto and Arai 2002; 津行ら 2015)。鳥取県においては大卵型と中卵型の生息が報告されており (国土交通省 2022; 安藤 2023)、鳥取県東部を

流れる一級河川千代川水系では、河口点より約 13 km 上流に位置する水系内最大規模の堰堤である大口堰より下流には中卵型、同堰より上流には大卵型が分布することが明らかとなっている (太田ら 2023)。

カジカ種群の食性に関する知見については、カジカ大卵型では多くの知見があり (名越・村上 1980; Ntsumeda et al. 2012; 小川ら 2015)、主に水生昆虫を摂餌していることが明らかとなっている。一方、カジカ大卵型よりも下流域に生息するカジカ中卵型の食性に関する知見は乏しい。鳥取県千代川水系におけるカジカ中卵型の分布域は、カジカ大卵型の分布域に比べ狭く、人工構造物である 堰堤の存在により分布域が制限されている

Table 1. Collection records of *Cottus pollux* middle-egg type specimens.

Survey date	Water temp. (°C)	No. of fish	Standard length of fish		
			Mean ± SD (mm)	Min. (mm)	Max. (mm)
2022/2/27	4.9	3	68.2±5.1	62.8	72.9
2022/4/25	13.7	8	91.3±20.6	67.8	128.5
2022/5/27	18.9	22	78.2±15.4	58.3	111.5
2022/6/26	22.3	20	73.9±22.3	36.1	120.2
2022/7/28	22.4	20	53.8±18.4	38.0	89.8
2022/8/29	21.3	23	56.8±18.8	39.4	104.9
2022/10/2	17.5	11	70.1±18.0	41.1	89.6
2022/11/3	14.7	13	68.3±25.4	45.6	121.8
2022/12/6	9.3	15	67.9±17.5	46.4	99.2

可能性も示唆されている (太田ら 2023)。加えて、カジカ中卵型は環境省 (2020) により絶滅危惧種 I B 類にも指定されており、その保全を考える上でも餌資源を特定することは重要である。そこで、本稿では、2022 年 2 月から 12 月にかけて鳥取県千代川水系で採集したカジカ中卵型の食性を調査した結果を報告する。

材料および方法

2022 年 2 月 27 日から 2022 年 12 月 6 日にかけて、月に 1 回を目安に調査を行った (Table 1)。調査定点は、鳥取県東部を流れる一級河川の千代川の河口より約 13 km 上流に位置する大口堰の約 300m 下流の右岸側 (流程長約 70m の範囲) である (Fig. 1)。当該水域は、先行研究の結果 (太田ら 2023) により、カジカ中卵型の分布域であることが明らかになっている。調査時にはポータブル水温計 (HORIBA 製 D-210C-S) により水温を 0.1 °C 単位で測定した。採集については、電撃捕魚機 (株式会社末松電子製作所製) を用い、過度な捕獲圧を避けるため、採集個体数が 20 個体程度となるよう、一回の調査時間を 30 分に限定した。採集に際しては、佐川ら (2006) を参考に、上流部に電撃捕魚機を持った人を配置し、下流部にタモ網を持った人を 3~4 人ほど配置して、感電して流れてきた魚を採集した。採集したカジカ中卵型の魚体については腐敗防止のため、原則、氷冷し実験室に持ち帰った。

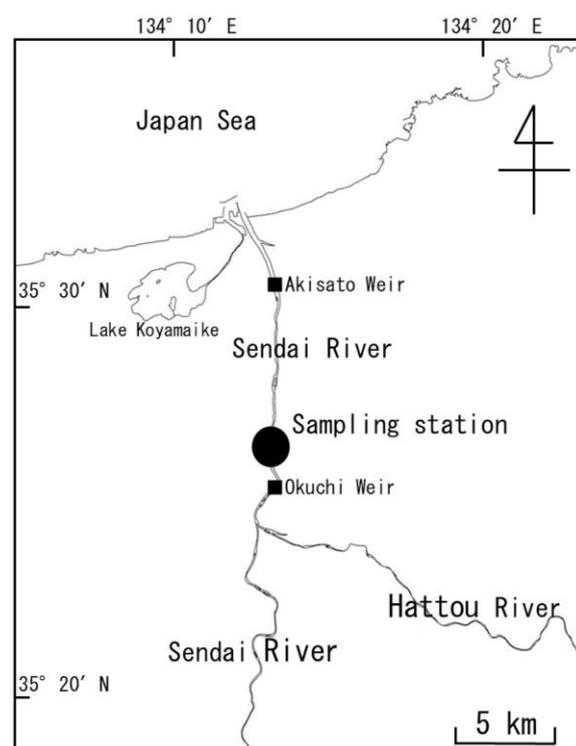


Fig. 1. Map showing the sampling station of *Cottus pollux* middle-egg type in the Sendai River system.

実験室では速やかに標準体長 (Standard length、以下、SL と記す) および魚体重を測定後、一旦、冷凍保存した。後日に試料を解凍し、胃内容物を分析した。胃内容物のほとんどは水生昆虫であったため、川合・谷田 (2018) を参考に目レベルまで査定した。胃の噴門部から幽門部に存在した摂餌物の全重量を測定後、さらに分類群別に湿重量、個体数を計測した。なお、個体数は確認された水

生昆虫の頭の数で代表させた。標準体長についてはデジタルノギス (Mitutoyo 製 CD-S20C) により 0.01 mm 単位で、魚体重および胃内容物の重量については電子天秤 (島津製作所製 TW223N) により 0.001 g 単位で測定した。

胃内容物の分析結果による摂餌状況の指標については、先ず摂餌個体率を (1) 式により調査日毎に求め、さらに個体毎に胃内容物重量指数を (2) 式により求めた。

$$R = F / F_t \times 100 (\%) \cdots (1)$$

R: 摂餌個体率、F: 摂餌個体数、F_t: 総分析個体数

$$SCI = (SW / BW) \times 100 (\%) \cdots (2)$$

SCI: 胃内容物重量指数、SW: 胃内容物の総重量 (g)、BW: 魚体重 (g)

食性の分析にあたり、調査日毎に、餌料出現率 (以下、%F_i) を (3) 式、餌料生物の個体数割合 (以下、%N_i) を (4) 式、餌料生物の重量割合 (%W_i) を (5) 式により求めた。ただし、消化の影響等で個体数や分類群が不明となった胃内容物および魚類を除き、主要な餌生物であった 6 項目の水生昆虫について以下の解析を行った。

$$\%F_i = f_i / F \times 100 (\%) \cdots (3)$$

%F_i: 餌生物 i を摂餌していた個体数の割合、F: 胃内容物の解析に供した個体数 (摂餌個体数)、f_i: 餌生物 i を摂餌していた個体数

$$\%N_i = n_i / N \times 100 (\%) \cdots (4)$$

%N_i: 全胃内容物中に占める餌生物 i の個体数割合、N: 胃内容物から出現した餌生物の総個体数、n_i: 胃内容物から出現した餌生物 i の個体数

$$\%W_i = w_i / W \times 100 (\%) \cdots (5)$$

%W_i: 全胃内容物中に占める餌生物 i の重量割合、W: 胃内容物から出現した餌生物の総重量 (g)、w_i: 胃内容物から出現した餌生物 i の重量 (g)

さらに、食性を定量化するために、Pinkas (1971) の餌料重要度指数 (IRI: Index of relative importance) を (6) 式より求め、その割合 (以下、%IRI_i) を (7) 式により求めた。

$$IRI_i = (\%N_i + \%W_i) \times \%F_i \cdots (6)$$

$$\%IRI_i = IRI_i / \sum IRI_i \times 100 (\%) \cdots (7)$$

IRI_i: 餌生物 i の胃内容物重要度指数、%IRI_i = 餌生物 i の胃内容物重要度指数の割合

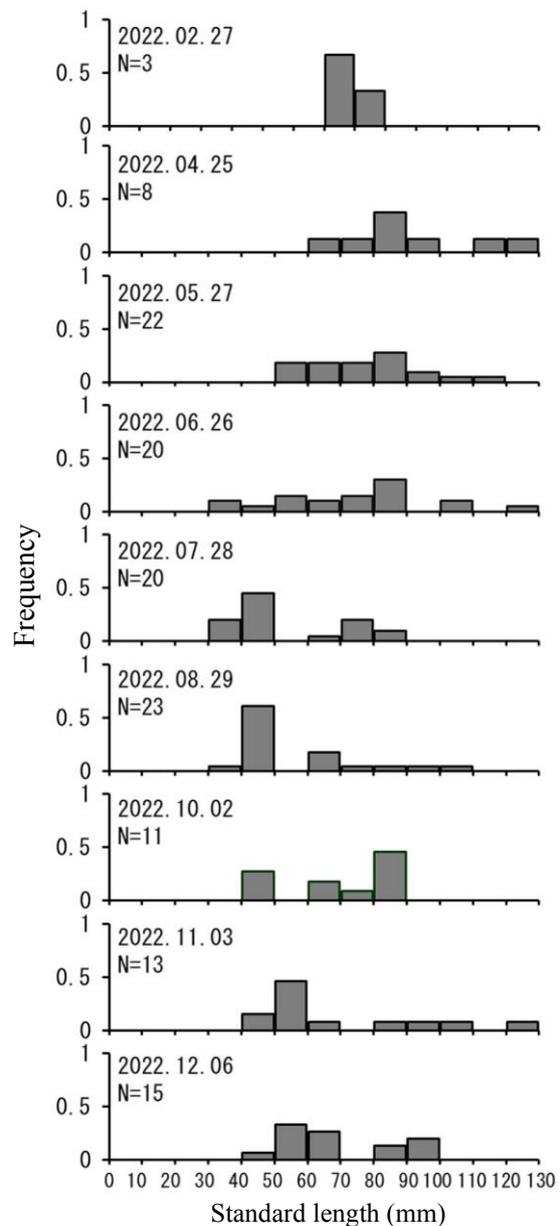


Fig. 2. Standard length frequency distributions of *C. pollux* middle-egg type on each sampling day.

結果

調査水域の水温は 2 月の 4.9 °C から 7 月の 22.4 °C の間で変動した (Table 1)。9 回の調査で、合計 135 個体のカジカ中卵型が採集された。採集個体数は、2 月は 3 個体と少なく、5 月から 8 月にかけては 20 個体以上となり、10 月から 12 月は 11 から 15 個体とやや減少した。採集されたカ

ジカ中卵型の体長範囲は 36.1 mm から 128.5 mm であった。2 月から 5 月にかけて採集されたカジカ中卵型の体長の最小値は 58.3 mm であったが、6 月には 30 mm 台にモードを持つ小型群が採集され始め、これら小型群のモードは 7 月から 10 月は 40 mm 台、11 月から 12 月は 50 mm 台と徐々に増加した (Fig. 2)。

摂餌個体率 R は、2 月から 7 月および 11 月から 12 月は 90 % 以上の高い値で推移したが、8 月から 10 月に低下し、特に 10 月には 54.5 % と期間中最も低い値となった (Fig. 3)。胃内容物重量指数 (SCI) の調査日別の平均値は 1 % 前後で推移したが、6 月から 10 月にかけては 0.1 % から 0.4 % と低い値で推移した (Fig. 4)。

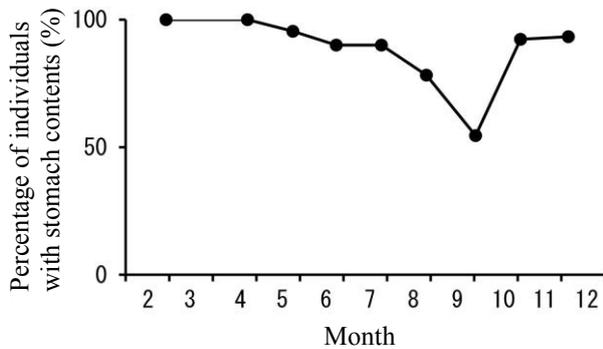


Fig. 3. Seasonal change in the percentage of *C. pollux* middle-egg type individuals with stomach contents.

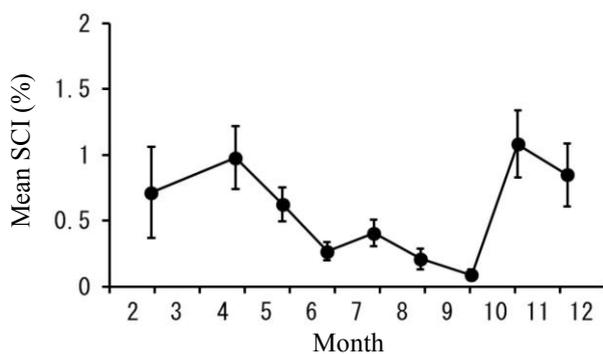


Fig. 4. Seasonal change in the mean SCI (stomach contents index) of *C. pollux* middle-egg type. The vertical bars indicate standard errors.

1 個体のカジカ中卵型 (85.7 mm SL) の胃内容物より魚類が確認されたが、それ以外は水生昆虫で占められ、トビケラ目 (Trichoptera)、カゲロウ目 (Ephemeroptera)、カワゲラ目 (Plecoptera)、コ

ウチュウ目 (Coleoptera)、トンボ目 (Odonata)、ハエ目 (Diptera) の 6 目に分類された (Fig. 5)。なお、コウチュウ目にはドロムシ科 (Dryopidae) とヒラタドロムシ科 (Psephenidae) の 2 科が含まれ、ハエ目についてはほぼユスリカ科 (Chironomidae) で占められていた。

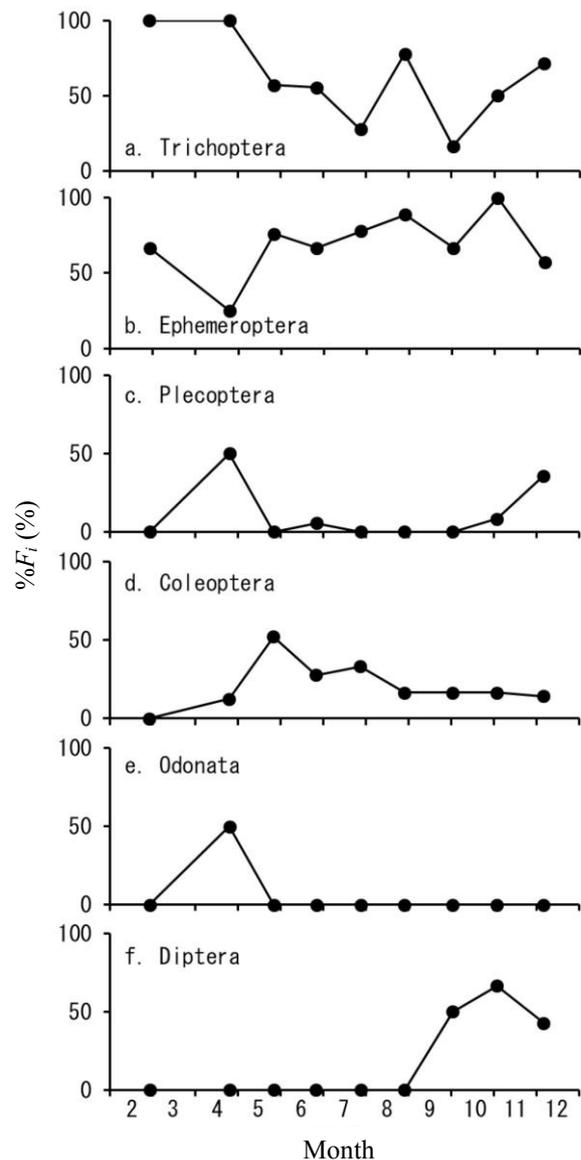


Fig. 5. Seasonal changes in the % F_i (the percentage of individuals with each food item in the stomach) of *C. pollux* middle-egg type.

% F_i については、トビケラ目およびカゲロウ目が 16.7%~100%、25.0%~100%と、調査期間全体を通して高い割合を示した (Fig. 5)。5 月から 11 月にかけてトビケラ目の % F_i が 16.7%~77.8%

に減少し、カゲロウ目の $\%F_i$ は66.7%~100%に増加する傾向が認められた。また、ハエ目の $\%F_i$ は2月から8月は0%であるが、10月から12月は42.9%~66.7%に増加した。トビケラ目およびカゲロウ目の $\%N_i$ はそれぞれ11.4%~77.2%、7.3%~71.6%、 $\%W_i$ はそれぞれ0.0%~78.2%、5.1%~93.6%となり、 $\%F_i$ と同様、調査期間全体を通して高かった。10月以降、ハエ目の $\%N_i$ および $\%W_i$ がそれぞれ11.3%~45.6%、0.0%~2.1%となった (Fig. 6 a, b)。これらの結果より算出した $\%IRI_i$ の値については、トビケラ目が1.2%~83.2%、カゲロウ目が1.9%~78.5%となり、2目が特にカジカ中卵型にとって重要な餌資源であることが示された。トビケラ目は特に4月および12月に重要な餌資源となっており、カゲロウ目は4月を除いて周年に渡り重要な餌資源となっていることが示された。また、5月から7月にはコウチュウ目、10月から12月にはハエ目が餌資源として利用されていることも示された (Fig. 6 c)。

考察

カジカ中卵型の産卵期は冬季から春季と考えられており (清水ら 1994; 後藤 2001)、淡水性両側回遊型生活史を有する本種は河川で産卵孵化後すぐに海域に流下し、幼魚期に河川を遡上すると言われている (後藤 2001)。本研究における調査水域である千代川水系の大口堰の下流より得られたカジカ中卵型についても、耳石のストロンチウム:カルシウム比の分析結果より、稚魚期に海域に滞在し、幼魚期に河川へ遡上していたことが明らかとなっている (太田ら 2023)。本研究で6月以降に採集されるようになった小型個体 (Fig. 2) は、その年に孵化し、海域から河川へと遡上してきた当歳魚と考えられる。すなわち、千代川水系の大口堰下流における当歳魚の新規加入個体は、6月以降に体長30 mm台で出現するものと考えられる。

カジカ大卵型の食性については、三重県平倉川ではカゲロウ目とトビケラ目が主要餌料であることが明らかとなっている (名越・村上 1980)。

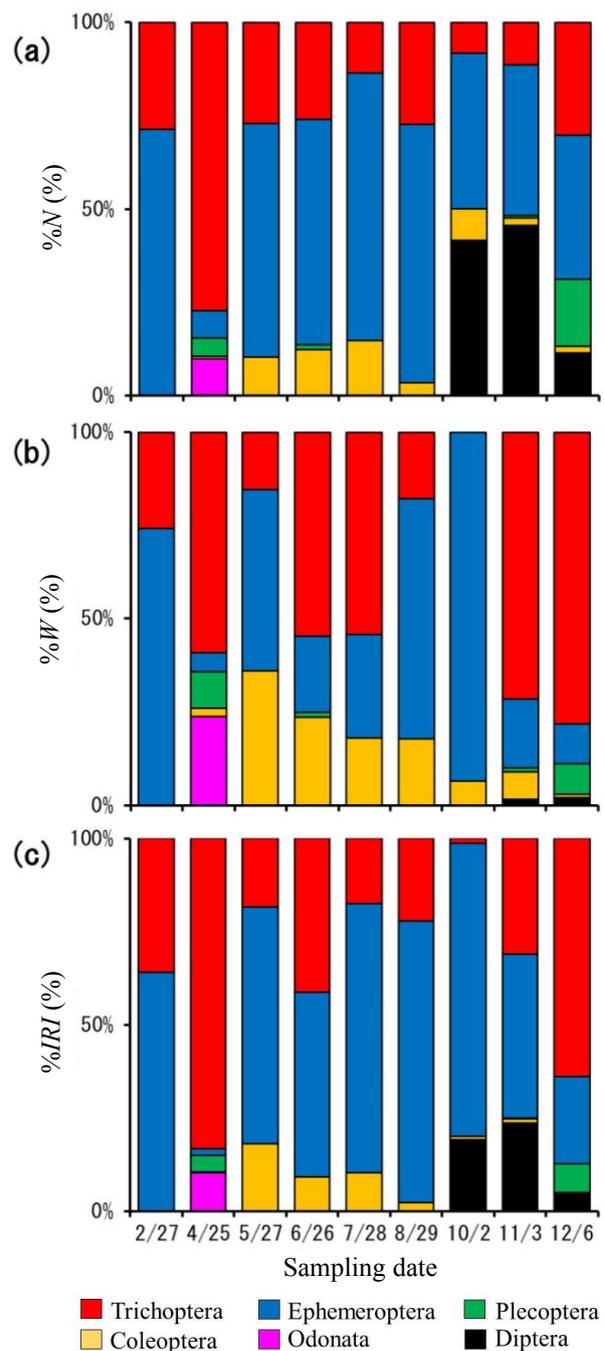


Fig. 6. Compositions of the $\%N_i$ (a), $\%W_i$ (b), and $\%IRI_i$ (c) of *C. pollux* middle-egg type on each sampling day. $\%N_i$, $\%W_i$, and $\%IRI_i$ represent the percentages of the number, weight, and index of relative importance of each food item, respectively.

また、東京都の多摩川水系では5月から9月はカゲロウ目とトビケラ目が大部分を占め、11月以降はハエ目のユスリカ科とブユ科が大部分を占めることが明らかとなっている (小川ら 2015)。また、Natsumeda et al. (2012) は、長野県千曲川

水系におけるカジカ大卵型はカゲロウ目とハエ目を主要な餌資源として利用しており、環境中の餌料生物との比較からそのニッチ幅は比較的狭いと述べている。本研究におけるカジカ中卵型の食性についても、多摩川水系や千曲川水系のカジカ大卵型に比べハエ目への依存度が低いものの、カジカ大卵型の食性の傾向と概ね一致していた。一方、北海道南部の大当別川に生息するカジカ属魚類のカンキョウカジカ *Cottus hangiongensis* とハナカジカ *Cottus nozawae* も、トビケラ目、カゲロウ目およびハエ目に属する水生昆虫を主に摂餌している(山本ら 1988)。また、山本ら(1988)では、カンキョウカジカとハナカジカの2種の食性の比較から、これらの種は生息環境中に存在する餌生物を、その利用容易性に基づいて摂餌していると述べている。我が国以外では、北アメリカに生息する淡水性のカジカ属3種 *Cottus beldingii*、*Cottus bairdii* および *Cottus rhotheus* の食性について、魚類の割合が極めて低く、無脊椎動物が主要餌料であることが報告されているほか(Taylor et al. 2016)、ヨーロッパに生息する淡水性カジカ属2種 *Cottus poecilopus* および *Cottus gobio* の食性について、トビケラ目、カワゲラ目、カゲロウ目およびハエ目を主要餌料として利用していることが報告されている(Stevove et al. 2019)。以上のように、淡水域に生息するカジカ属魚類の食性は、水生昆虫、特にトビケラ目、カゲロウ目およびハエ目への依存度が高い点で共通している。

一方、千代川水系の中下流域に広く分布するナマズ目魚類のギギ *Tachysurus nudiceps* は、カジカ中卵型と同じ底生性魚類であり、分布域も重複するため、本研究の調査でも多数採集された。千代川水系におけるギギの食性についてもカゲロウ目とトビケラ目が大部分を占めることが明らかとなっている(太田ら 2022)。ただし、ギギの食性はカジカ中卵型に比べ、カゲロウ目とトビケラ目の2目に特化しており、カジカ中卵型で一定割合見られたカワゲラ目、コウチュウ目およびハエ目などの割合は極めて低い。これらのことから、カジカ中卵型では同所的に分布するギギよりも食性の幅が広い可能性が示唆される。特に秋季か

ら冬季にハエ目のユスリカ科を餌資源として利用している点はギギとの大きな違いである。

西村ら(1962)による千代川水系における底生昆虫相の調査結果では、水系全体ではトビケラ目とカゲロウ目の占める割合が高いとされている。本調査水域には、ドンコ *Odontobutis obscura*、ゴクラクハゼ *Rhinogobius giurinus*、シマヨシノボリ *Rhinogobius nagoyae*、ヌマチチブ *Tridentiger brevispinis*、スミウキゴリ *Gymnogobius petschiliensis* などの底生性魚類もカジカ中卵型と同所的に分布しており(太田・松原 2021)、これらの魚種も2目の水生昆虫を利用している可能性がある。一方、河川における水生昆虫の現存量は夏季に減少すると考えられる(柳井・寺沢 1992; 昆野・渡辺 2004)。カジカ中卵型の胃内容物重量指数は6月から10月にかけて低く(Fig. 4)、特に10月は摂餌個体率も低下していることから(Fig. 3)、この時期は餌不足状態にあった可能性も示唆される。このような時期においてハエ目の幼生は主要餌料の不足を補う役割を果たしている可能性も考えられる。

カジカ中卵型は環境省のレッドデータの絶滅危惧IB類に指定されており(環境省 2020)、愛媛県の肱川など局所的な絶滅の事例も報告されている(清水・田頭 2014)。また、鳥取県におけるレッドデータについて、カジカ大卵型については絶滅危惧II類に指定されているが(安藤 2023)、カジカ中卵型に関する生態的な知見は十分には得られていない。著者らの調査では、電撃捕魚機による30分の採集で夏場は20個体前後が確実に採捕されているが、7月以降は当歳魚とみられる個体(7月~10月の体長30~40mm台、11月~12月の40~60mm台)の比率が半分以上と相対的に高くなっている。千代川水系下流域におけるカジカ中卵型は稀少という状態にはないものの、当歳魚の加入動向が個体数の多寡に影響を及ぼしている可能性が示唆される。また、両側回遊型生活史を有するカジカ中卵型の上流域への遡上は堰堤により制限されることが報告されている(吉郷 2010)。本水系におけるカジカ中卵型の生息範囲も河口点から13km上流に位置する大

口堰 (Fig. 1) より下流に限定されており (太田ら 2023)、カジカ大卵型の生息範囲と比べても狭い。一方、千代川水系を含む鳥取県下の河川では、河床が固く締まった状態になるアーマーコート化が、アユの再生産に悪影響を及ぼしている可能性が指摘されているが (鳥取県水辺の環境保全協議会 2023)、アユの産卵場付近を生息範囲とするカジカ中卵型にとってもこのような環境は好ましくない状況であると推測される。また、カジカ類は川底の礫のすき間に産卵するため、これを確保するための人工産卵床作りの手法なども提示されているが (山本・沢本 2000; 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所 2010)、河床の礫の砂による埋没はカジカ類の再生産を阻害する要因となる可能性が考えられる。さらに、カジカ大卵型では、生息場所として大型個体は浮き石の下のすき間が重要であるとされているが (山本・沢本 1998; 大友ら 1999)、このことはカジカ中卵型でも同様と考えられる。このため、河床のアーマーコート化は繁殖だけでなく、本種の生息自体を脅かす要因にもなると考えられる。

我が国では気候変動などによる自然災害のリスクが近年高まっており (内閣府 2023)、千代川水系でも 2018 年 7 月 (小玉・竹本 2019) や 2023 年 8 月 (国土交通省中国地方整備局 2023) に豪雨による災害が発生した。災害に強い河川作りが求められる中、千代川水系でも河川整備計画が大幅に見直されているが (国土交通省中国地方整備局 2022)、一方で水生生物の生息環境に配慮した河川環境の創出も重要な社会的課題となっている。千代川水系下流域はカジカ中卵型の貴重な生息場所となっているため、本種のさらなる生態的な知見を集積するとともに、これに配慮した整備が望まれる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、千代川漁業協同組合の組合長の寺崎健一氏をはじめとする組合員および職員の皆様には調査への協力など、多大なるご支援を賜った。また、2 名の査読者および

編集委員の方々には、貴重なご助言を賜った。ここに記して御礼申し上げる。

引用文献

- 安藤重敏 (2023). カジカ大卵型. レッドデータブックとっとり第 3 版 (2022 年改訂) 鳥取県の絶滅のおそれのある野生動物. (編) 永松大・鶴崎展巨・有川智己・株式会社エスジーズ. 鳥取県生活環境部緑豊かな自然課, 鳥取, p. 83.
- 後藤 晃 (2001). カジカ. 日本の淡水魚. (編) 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海. 山と溪谷社, 東京, p. 666–667.
- Goto, A., Arai, T. (2002). Migratory histories of three types of *Cottus pollux* (small-egg, middle-egg, and large-egg types) as revealed by otolith microchemistry. *Ichthyol. Res.* 50: 67–72.
- 環境省 (2020). 環境省レッドリスト 2020. <https://www.env.go.jp/content/900515981.pdf> (accessed on 7 May 2024).
- 川合禎次・谷田一三 (編著) (2018). 日本産水生昆虫 科・属・種への検索 第二版. 東海大学出版部, 神奈川.
- 小玉芳敬・竹本健人 (2019). 鳥取県東部千代川における大規模出水の繰り返しによる砂礫移動と護岸崩壊. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会予稿. <https://confit.atlas.jp/guide/event-img/jpgu2019/HGM04-P10/public/pdf?type=in&lang=ja>. (accessed on 7 May 2024).
- 国土交通省 (2022). II. 調査項目別調査結果の概要 1. 魚類調査. 河川環境データベース (河川水辺の国勢調査) 令和 2 年度調査結果の概要. <http://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/mizukokuweb/download/pdf/gaiyo/R02/R2-210gyorui.pdf>. (accessed on 7 May 2024).
- 国土交通省中国地方整備局 (2022). 千代川水系河川整備計画【大臣管理区間】(変更). <https://www.cgr.mlit.go.jp/tottori/river/seibi/pdf/zenbun.pdf>. (accessed on 7 May 2024).
- 国土交通省中国地方整備局 (2023). 令和 5 年 8 月 15 日の台風第 7 号による河川の状況等を取りまとめました. ~中国地方整備局管内の出水概況【第 1 報】~. <https://www.cgr.mlit.go.jp/kisya/pdf/230818-1top.pdf>. (accessed on 7 May 2024).
- 昆野安彦・渡辺俊介 (2004). 広瀬川下流域の水生昆虫. *陸水学雑誌* 65: 109–114.
- 水野信彦・丹羽 弥 (1961). カジカ *Cottus pollux* Gunther の生態的 2 型. *動物学雑誌* 8: 25–33.
- 名越 誠・村上俊明 (1980). 平倉川のカジカ

- (*Cottus hilgendorfi*) の生息量と食性. 三重大学水産学部研究報告 7: 29–44.
- 内閣府 (2023). 第 2 章我が国を取り巻く環境の変化と課題 第 1 節自然災害の激甚化・頻発化等. 令和 5 年度防災白書. 日経印刷, 東京, p. 17–21.
- Natsumeda, T., Tsuruta, T., Takeshima, H., Iguchi, K. (2012). Diet and food selectivity of Japanese fluvial sculpin *Cottus pollux* (large-egg type) in the upper regions of the Chikuma River. *Ichthyol. Res.* 65: 462–470.
- 西村 登・谷口 正・今井一郎・田中 稔 (1962). 鳥取県千代川水系における底生昆虫の分布概要. *日本生態学会誌* 12: 146–152.
- 小川 拓・片野 修・横田賢史・Strussmann, C. A. (2015). 東京都秋川におけるアカザとカジカの食性. *日本水産学会誌* 81: 438–446.
- 太田太郎・松原 潤 (2021). 千代川水系における水生生物の生息環境の地理情報化にむけた取組 -調査手法の確立と地理情報化の基本設計について-. *地域イノベーション研究* 8: 27–33.
- 太田太郎・加藤大寛・小林健太郎 (2022). 鳥取県東部千代川水系に分布するギギ *Tachysurus nudiceps* の生態. *地域イノベーション研究* 9: 56–61.
- 太田太郎・大津裕平・中井 弘・小野 凌 (2023). 鳥取県千代川水系におけるカジカ種群の分布域と回遊. *日本水産学会誌* 89: 365–367.
- 大友芳成・鈴木 栄・鈴木邦雄 (1999). カジカの生息環境について. *埼玉県水産試験場研究報告* 57: 6–16.
- Pinkas, L. (1971) Food habits study. In L. Pinkas, M. S. Oliphant, I. L. K. Iverson (Eds) *Fish Bulletin* 152 Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. State of California, the Research Agency of Fish and Game, Sacramento, p. 5–10.
- 佐川志郎・萱場裕一・皆川朋子・河口洋一 (2006). 実験河川におけるエレクトリックショックカーによる 6 魚種の捕獲効率. *応用生態工学* 8: 193–199.
- 清水孝昭・洲澤 譲・水野信彦・高楠敏博 (1994). 愛媛県加茂川におけるカジカ *Cottus pollux* 回遊型の初期生活史. *徳島県立博物館研究報告* 4: 49–66.
- 清水孝昭・田頭亮臣 (2014). カジカ中卵型. 愛媛県レッドデータブック 2014. https://www.pref.ehime.jp/reddatabook2014/detail/04_04_001100_1.html. (accessed on 7 May 2024).
- Stevove, B., Babelova, M., Harustiakova, D., Kovac, V. (2019). When a river is affected by a reservoir: Trophic interactions and flexibility in feeding strategies of alpine bullhead (*Cottus poecilopus*) and European bullhead (*Cottus gobio*). *Sci. Total Environ.* 651: 1903–1912.
- 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所 (2010). カジカの人工産卵床の作り方. <https://www.jfa.maff.go.jp/j/enoki/pdf/kajika4.pdf>. (accessed on 7 May 2024).
- Taylor, T. N., Myrvold, K. M., Kennedy, B. P. (2016) Food habits of sculpin spp. in small Idaho streams: No evidence of predation on newly emerged steelhead alevins. *Northw. Sci.* 90: 484–490.
- 鳥取県水辺の環境保全協議会 (2023). 鳥取県アユ不漁対策プラン (改定版). https://www.pref.tottori.lg.jp/secure/1285953/R4ayufuryouta_isakuplan.pdf. (accessed on 7 May 2024).
- 津行篤士・岡崎隆真・海野徹也・竹下邦明 (2015). 広島県太田川下流域におけるカジカ中卵型 *Cottus* sp.(middle-egg type) の回遊履歴の推定. *生物圏科学* 54: 7–12.
- 山本栄一・後藤 晃・仲谷一宏・尼岡邦夫 (1988). 北海道南部の大当別川における水生昆虫相とカジカ属魚類 2 種の食性. *北海道大学水産学部研究彙報* 39: 237–256.
- 山本 聡・沢本良宏 (1998). 千曲川での河川型カジカ, *Cottus pollux* の微小生息場所の物理的環境. *水産増殖* 46: 231–236.
- 山本 聡・沢本良宏 (2000). カジカ *Cottus pollux* 人工産卵床の造成. *長野水試研究報告* 4: 7–9.
- 柳井清治・寺沢和彦 (1992). 道南小河川における底生・流下・落下昆虫量の季節変化 : 林相の異なる 4 つの河畔林における比較. *日本林学会北海道支部論文集* 40: 199–201.
- 吉郷英範 (2010). 広島県におけるカジカ種群 (硬骨魚類綱カサゴ目カジカ科) の形態と分布. *比和科学博物館研究報告* 51: 255–275.

Received: 17 May 2024 | Accepted: 26 July 2024 | Published: 2 August 2024