

論文

利根川水系粕川におけるヒガシシマドジョウ卵出現状況と卵内発生

相澤 裕幸

The egg appearance and the embryonic development of the *Cobitis* sp.
BIWAE type C, in the Kasu River of the Tone River system

Hiroyuki AIZAWA

Abstract

The appearance and embryonic development of the eggs of the *Cobitis* sp. BIWAE type C in the Kasu River of the Tone River system was observed almost daily from May 14 to June 25, 2010. Eggs were found for a total of 20 days from May 17 to June 15, 2010. Eggs on each day were scattered one to a dozen at a time in areas with almost no current beside the mainstream, such as floating mud by the gravel and the base of terrestrial plants. The developmental stages of the eggs were mainly from the cleavage period to the morula period. Only a few eggs with embryonic bodies and juveniles were found in the field, and the eggs produced were thought to have disappeared from the site by the following day or two days later. The eggs brought back to the laboratory had the blastoderm completely covered the yolk cell by 16 hours after collection, the optic vesicle and auditory vesicle by 34 hours, and hatched by 73 hours. The total length of this *Cobitis* sp. BIWAE type C was about 5.0 mm. The mouth was already open, and the anus was also formed. The egg diameter and yolk diameter of the *Cobitis* sp. BIWAE type C were more extensive than those of the *Misgurnus anguillicaudatus*, and the time required for hatching was longer.

Key words: *Cobitis* sp. BIWAE type C, egg appearance, beside the mainstream,
Kasu River, embryonic development

はじめに

シマドジョウ *Cobitis biwae* は近年の分類学的研究により、ヒガシシマドジョウ *Cobitis* sp. BIWAE type C、ニシシマドジョウ *Cobitis* sp. BIWAE type B などの4種に分類された（中島ほか 2012）。ヒガシシマドジョウは中部以東の本州、佐渡島に分布するとされ（中島・内山 2017）、群馬県では河川中流域を中心に広く分布する（関根 1985）。シマドジョウあるいはヒガシシマドジョウの産卵生態に関しては、岡田・清石（1937）が産卵環境や仔稚魚の成育、吉田（2012）、吉田ほか（2013）が産卵期の水路への遡上や産卵・成育環境、三内（2018）が河川での産卵環境について報告している。また、沢田（1985, 1989）は人工採苗や養殖に関する

試験結果を報告している。

今回、筆者は群馬県中部地域の利根川水系粕川で本種の卵の出現状況を調査するとともに、卵内発生を観察したので報告する。なお、本種は群馬県では準絶滅危惧種とされており（群馬県 2012）、希少種保護の観点から調査地点の位置は記さない。

調査地点・調査方法

調査地点の粕川は右岸はコンクリート護岸、左岸は傾斜の緩い土手状の堤防になっている。川幅約30m、左岸側の河原はイネ科植物中心の草地で、著しい増水時には河原全体が冠水することもあった。例年5月中・下旬までは水量が少なく、それ以降は上流にある灌漑用水からの供給量が増えたり降雨によったりして水量がやや増加する。流れは本流のみで、本流が枝分かれした分流や河原内の湧水流はなかった。また外部から流入する河川や水路は左岸にはなく、右岸には調査地点の約30m上流に降雨時のみ通水する小水路が合流していた。2010年5月19日の時点で本流の流れ幅は約11m、下流に向かって左方向に蛇行していた。流心は右岸側に偏り、左岸側は蛇行の内側に沿ってほとんど流れのない浅場が広がっていた。そして、草地と流路との間に最大幅約2m、長さ約10mの植物がほとんどなく、礫主体で三日月状の陸地があった。この陸地は5月24日以降水位が上昇したため常時水没し、草地の際が新たな水際となった。

2010年5月14日から6月25日まで、ほぼ毎日午前6時前後から1時間程度三日月状陸地に接する浅場とその上下流端。水没後は草地に接する浅場それぞれ約20mの範囲においてヒガシシマドジョウの卵の有無や仔稚魚の出現状況を目視調査した。目視が困難な濁水時は観賞魚用掬い網（間口12cm×10cm）で礫脇などを浮泥ごととって調査した。卵数は詳細には調査しなかった。調査開始後最初に見つかった5月17日の卵は5粒を実験室に持ち帰り、卵径計測の後エアレーションを施した縦30cm横21cm深さ5cmの容器に収容した。特別な水温調整はしなかった。この状態で飼育を続け、適宜解剖顕微鏡あるいは実体顕微鏡で卵内発生を継続観察するとともにデジタルカメラでその様子を撮影した。5月18日以降は調査範囲を踏査して卵の有無を調査した。卵が見つかった場合は肉眼あるいはルーペを用いて、尾部が伸長した卵か、それ以前の卵かを確認した。また、延べ12日の卵は、日によって1～36粒を実験室に持ち帰り、発生段階を確認するとともに5月18日、6月3日の卵については卵径を計測した。その後上記容器と同じ大きさの別容器で飼育し、継続観察の補完資料とした。卵径や仔稚魚の計測にはノギスを用いた。卵黄径については直接計測できなかったため、卵径の実測値と写真画像上の卵径サイズとの比率から算出し、参考資料とした。

結 果

1 卵・仔稚魚の出現状況

卵は三日月状陸地に接する浅場（図1）で5月17日から5月22日まで毎日連続して見つかり、天候不順や濁水が続いた5月23日から6月2日までは5月25日を除いて見つからなかった（表1）。そして、例年通り水位が上昇した6月以降は6月3日から6月15日まで草地に接する浅場で毎日連続して見つかった。6月16日以降は卵や仔稚魚が見つからず、6月25日に調査を終了した。1回に見つかる卵数は数十粒であったが、5月19日、6月4日、6月8日はそれを上回る数が容易に見つかった。特に6月8日は50cm×40cmほどの範囲3カ所で計約200粒が見つかった。

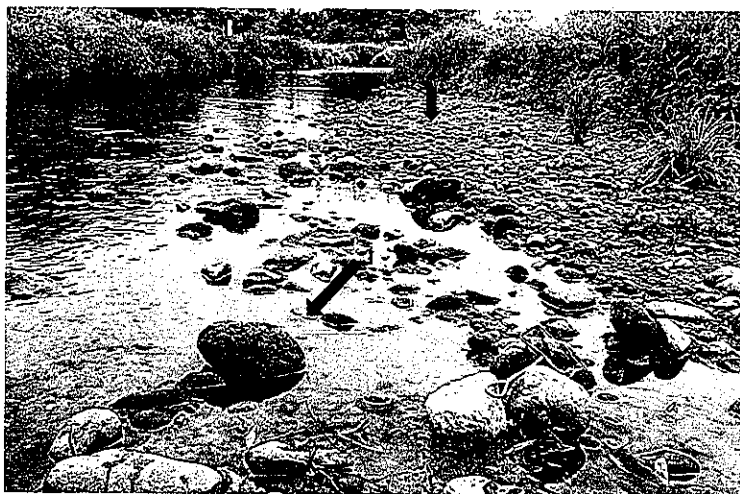


図1 卵採集地および周辺環境 利根川水系粕川 2010.5.19
 ←1, 卵採集場所の一例；←2, 三日月状陸地；←3, 草地



図2 浮泥上に散在するヒガシシマドジョウ卵 2010.6.8

三日月状陸地に接する浅場の卵は水際から流心に向けて幅1mほどの範囲内各所で見つかった。水深は5～10cm、底質は砂礫で表面は浮泥に覆われ、所々に10～25cm程のやや大きい礫が散らばっていた。草地に接する浅場の卵は水際から流心に向けて幅0.5mほどの範囲内各所で見つかった。水深は5～10cm、底質は砂泥で表面は浮泥に覆われ、所々に10～20cm程のやや大きい礫が散らばっていた。水際はスズメノテッポウ *Alopecurus aequalis*, ミゾソバ *Polygonum thunbergii* といった陸生植物が密生し、葉の一部は水面上を覆っていた。また、根本は水没したまま直立しているイネ科植物も数株みられた。

表1 利根川水系粕川のヒガシマドジョウ卵出現状況及び発生段階

2010年 月 日	天気	水温℃ (時刻)	水位	現地観察	持ち帰り 卵数	検鏡による発生段階	出現状況
5月 17	晴	14.2 (6:15)	○	○	5	16～32細胞期	磯脇の浮泥上 持ち帰り卵の卵径2.0～2.2mm, 208 (x) ±0.08 (SD), N=5
18	晴	16.0 (6:30)	○	○	36	桑実期～後胚期	磯脇の浮泥上 水際から約20cm, 卵径1.9～2.3mm, 2.15±0.10, N=35
19	曇	17.0 (6:05)	○	○	-		磯脇の浮泥上 水際から1m, 水深7cmくらいまでの広範囲
20	雨	17.8 (7:05)	+	○	-		磯脇の滞流部で3粒 濁水で視認できず 無作為に拘う 昨日卵があった場所では見つからず
21	晴	17.0 (6:20)	●	●	-		磯脇の滞流部 胚体形成期の卵14粒 濁水で視認できず 無作為に拘う
22	薄曇	20.2 (10:05)	+	●	-		磯脇の浮泥上 胚体形成期の卵2粒 全長約5mmの仔魚1 浮泥上に横臥
23	雨	17.2 (10:55)					水位、濁水落ち着く 卵・仔稚魚確認できず
24	雨	15.2 (6:05)	++				水位上昇 濁水 卵・仔稚魚確認できず 全長約55mm♂1磯脇で目撃
25	晴	16.0 (6:25)	++	○	-		水際の陸生植物根元や浮泥上 計25粒
6月 2	晴	13.5 (5:50)	++				卵・仔魚確認できず 全長約19mmの稚魚1
3	晴	14.0 (5:45)	++	○	29	4細胞期～桑実期	水際の陸生植物根元や浮泥上 卵径2.0～2.3mm, 2.11±0.09, N=28
4	晴	14.2 (5:55)	++	○	6	4細胞期～桑実期	水際の陸生植物根元や浮泥上 容易に見つかる 胚体形成期の卵は確認できず
5	晴	16.5 (9:25)	++	○	5	桑実期	水際の陸生植物根元や浮泥上 約30粒 胚体形成期の卵は確認できず
6	晴	17.2 (9:50)	++	○	5	16細胞期～桑実期	水際の陸生植物根元や浮泥上 昨日と同じ場所に卵が少数残る
7	曇	15.0 (5:35)	++	○	5	16細胞期～32細胞期	水際各所に散在 昨日と同じ場所に卵が少数残る
8	曇	17.2 (5:50)	+	○	5	32細胞期～桑実期	減水 昨日卵のあった場所は干出 水際50×40cmほどの範囲3カ所 計約200粒
9	曇	16.5 (5:40)	+	○●	19	16細胞期10, 胚体形成9	卵は滞流部に2, 3粒ずつ散在 昨日の場所は10粒程度のまとまりが2カ所
10	晴	16.2 (5:40)	+	○●	21	8細胞期～桑実期14, 胚体形成7	浮泥付着卵が滞流部に散在
11	薄曇	18.0 (6:25)	++	●	-		濁水 陸生植物根元を無作為に拘う 胚体形成卵3粒 浮泥付着
12	晴	18.8 (7:45)	+	●	-		胚体形成卵1粒 浮泥付着
13	薄曇	22.0 (10:50)	+	○	9	後胚期	水際の陸生植物根元や浮泥上 約30粒
14	雨	18.2 (4:45)	++	○●	3	8細胞期2, 胚体形成1	濁水 昨日卵があった場所では見つからず より下流の滞流部で3粒
15	晴	17.2 (6:10)	++	○	1	桑実期	卵は視認できず 陸生植物根元を無作為に拘って1粒

水位：+, 三日月状陸地が半分程度冠水；++, 完全に冠水 現地観察：○は尾部伸長前の卵；●は尾部が伸長した卵

いずれの日の卵もほとんど流れのない場所で礫の脇や陸生植物根元の浮泥上に数十粒ずつ散在していた（図2）。卵同士が固着したり別の基質に固着したりすることではなく、わずかな水流で容易に流され再び浮泥上に沈下した。発見時（午前6時30分前後）の水温はおよそ15～17℃のことが多かった。

現地における観察（表1）では、まだ尾部が伸長せず胚体形成が不明瞭な卵が見つかったのは計16日だったのに対し、尾部が伸長している卵は計7日と前者の方が多かった。確実に前日の卵が残っていたと思われたのは計3日のみで、翌朝までには卵が消失し、別の場所で新たな卵が見つかることが大半であった。実験室に持ち帰った計149粒の発生段階は131粒が卵割期～囊胚期、18粒が胚体が形成されていた。

調査期間中、仔稚魚が見つかったのは計2日で、5月22日に全長5mmほどの仔魚が1個体、6月2日に全長19mmほどの稚魚が1個体だった。前者は礫脇の浮泥上に横臥した状態で、胚体が形成された卵のすぐ近くで見つかった。腹部にはまだ卵黄が残っていた。後者は礫脇を観賞魚用掬い網で無作為に掬うことで得られた。体型や体色、斑紋は成魚とほぼ同様で、腹鰭と胸鰭は鰭条数が定数未満であったが他の鰭は定数に達していた。

5月24日に全長約55mmのオス1個体を一度目撃したが、それ以外は調査時にヒガシシマドジョウや他種の産卵行動及び成魚を目撃することはなかった。

2 卵内発生の様子

5月17日に見つかった卵は球形で卵径 $2.0 \sim 2.2\text{mm}$ ($2.08 (\bar{x}) \pm 0.08 (\text{SD})$, $N=5$), 卵黄径（参考値） $1.02 \sim 1.13\text{mm}$ であった。卵膜は透明だが表面に浮泥が付着し淡褐色を帯びていた。卵黄はわずかに黄色みを帯びた乳白色。表面に明瞭な油球はなかった。5月18日以降に見つかった卵の形状もほぼ同様で、著しい差異はなかった。また、5月18日、6月3日に持ち帰った卵の径と5月17日のそれとでは平均値にそれぞれ有意差はなかった ($P>0.05$)。

5月17日の卵は、採集後（以下同様）約1時間の時点で16細胞期（図3A）～32細胞期だったものが、時間経過とともに桑実期、胞胚期（図3B）、囊胚期（図3C）と発生が進み、約16時間の時点（図3D）で胚盤葉が卵黄全体を包み込み原口閉鎖となった。この時点ですでに胚盤葉の一部が盛り上がり胚体形成が始まっていた。約27時間の時点（図3E）で頭部の厚みが増しており、両側面に楕円形の眼胞が認められた。また、頭部から尾部までのほぼ中央に体節が8節認められた。その後胚体はさらに厚みを増し、体節数も次第に増えていった。約34時間の時点（図3F）で眼胞の輪郭がよりはっきりし、体節は20節程度認められた。眼胞から第一体節までの間のほぼ中央に楕円形の耳胞が認められた。吻端はまだ卵黄表面に接していた。頭部全体の厚みは一層増したが特に眼胞後方の盛り上がりが顕著であった。また、体節を貫いて管状の脊索が見られた。胚体後半が伸長し始め、卵黄にはくびれが入り太いコマ状になっていた。約40時間の時点（図3G）で胚体後半がさらに伸長し卵黄もそれに伴って変形した。眼胞は透明なまま肥厚し中央にレンズが形成された。時折、体全体をひねるような動きをするようになった。約49時間の時点（図3H）で吻端が卵黄表面から離れ、胚体後半が大きく伸長して全体が魚らしい姿になった。眼胞はまだ透明、その直下の卵黄に接するあたりで心臓がゆっくり拍動していた。血流は明瞭ではない。約62時間の時点で眼胞外縁部が淡黒色になっていた。また、胚体背面には黒色素胞が散在していた。耳胞の中に点状の耳石が2つ見られた。卵黄表面を斜めに横切り心臓に向かう血流が明瞭になり、脊索下面に沿って両方向の血流も認められ

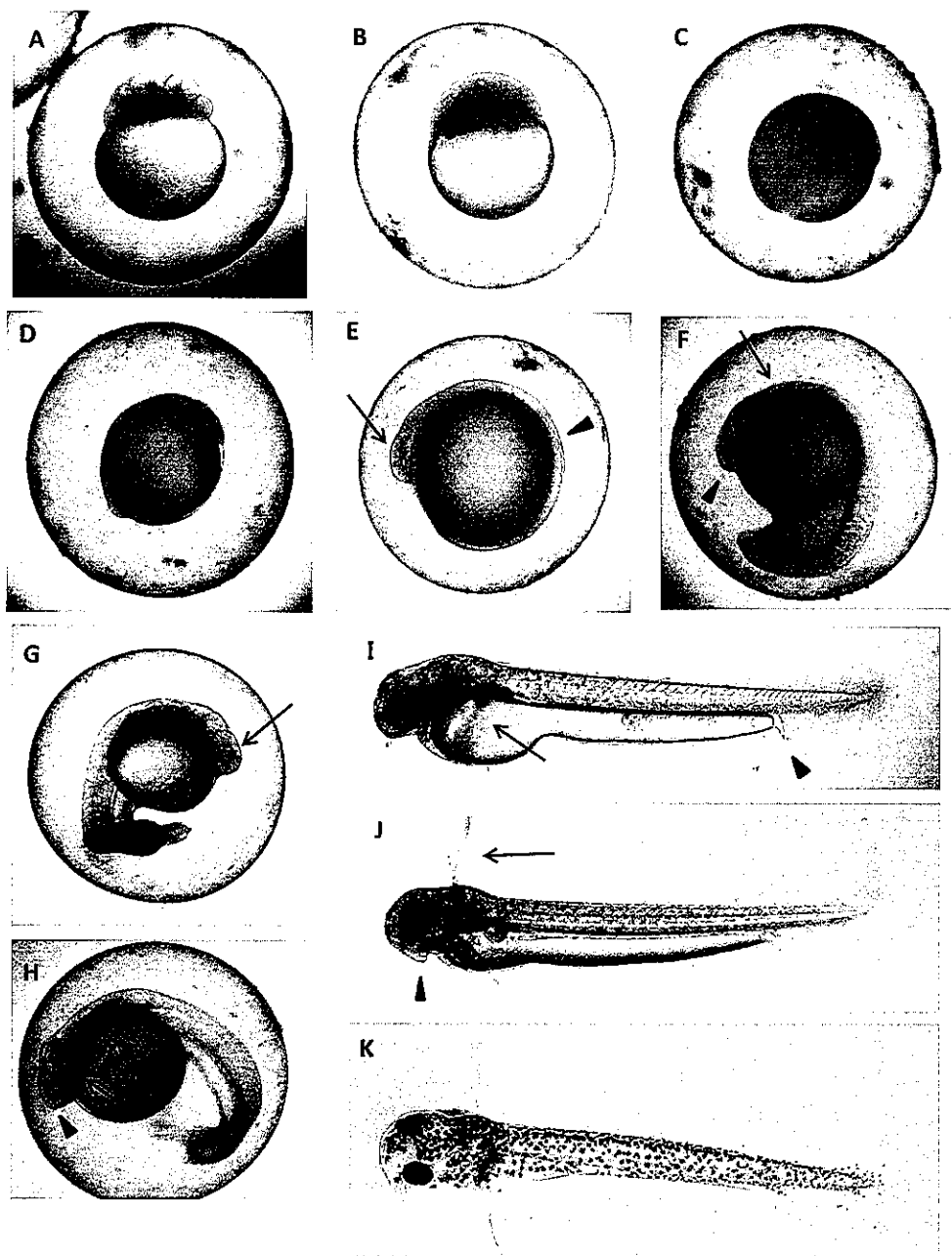


図3 ヒガシマドジョウの卵内発生及び仔魚

A, 採集後(以下同様)1時間:16細胞期 卵径2.2mm;B, 4時間:胞胚期;C, 14時間:囊胚期;D, 16時間:胚体形成初期;E, 27時間:眼胞(↑), 8体節(▲);F, 34時間:耳胞(↑), 吻端(▲);G, 40時間:レンズ(↑), 尾部伸長;H, 49時間:心臓(↑), 吻端(▲);I, 73時間:孵化直後, 全長5.0mm, 血流(↑), 肛門(▲);J, 孵化確認後(以下同様)24時間:全長5.5mm, 外鰓(↑)3対, 口角の突出(▲);K, 48時間:全長6.0mm, 伏臥, 外鰓4対。

た。耳胞後方の卵黄に接するあたりに透明で小さな円形の突起があり、胸鰭の原基と思われた。脊索は太く節をなし、末端は尾鰭膜先端近くに達するが上屈はしていなかった。約73時間の時点で眼胞は黒く眼球らしくなった。頭部背面から体幹背面に黒色素胞が増え、肉眼でも体全体が黒っぽくなったのがわかる。卵膜内でしきりに体を動かす。1個体は孵化していた（図3I）。全長5.0mm、すでに口は開口しており、肛門もできていた。卵黄を横切って心臓に向かう血流が明瞭である。後頭部背面から体幹背面、脊索末端を周り肛門まで一連となった透明な膜鰭がある。膜鰭は肛門より前の腹面にもわずかにあるがすぐに卵黄下面に密着した状態になる。外鰓は2対確認できるが小突起状で伸びてはいなかった。脊索末端はわずかに上屈していた。水底に横臥して動かないが、わずかな刺激で体後半を激しく振って数cm泳ぎ、すぐに水底に横臥、静止した。その後、2時間ほどのうちに残り4粒もすべて孵化した。孵化仔魚の発達状態は先に孵化した個体と同様であった。孵化確認後（以下同様）14時間の時点で外鰓は2対、眼球径の約1.5～2倍で、その先端まで血流が巡っていた。脊索末端が上屈するあたりの膜鰭はわずかに白濁していた。約24時間の時点（図3J）で全長5.5mm、水底に横臥していた。外鰓は3対、眼球径の約2～3倍。黒色素胞が増えて体全体の黒さが増し、眼球も漆黑になった。卵黄の吸収が進み、前半部分と後半部分のくびれが目立たなくなった。口の両端が突出し、その表面に棘状の突起が見られた。約38時間で市販の熱帯魚用配合餌料を水に溶き投与したが摂餌行動は見られなかった。約48時間の時点（図3K）で全長6.0mm、水底に伏臥していた。外鰓は4対、眼球径の約3～3.5倍。黒色素胞が数個ずつまとまり体色がより鮮明になった。卵黄の吸収がさらに進み、腹部から肛門までが細長い円錐状になった。胸鰭はやや細長い楕円状で長径はほぼ頭長ほどである。鰭条は確認できなかった。脊索末端部分の膜鰭の白濁が一層顕著になり、肛門のわずか後方も白濁が見られた。

孵化確認後3日以降は、次第に体が大きくなるとともに外鰓の縮小、摂餌行動の開始、尾鰭条の出現、背鰭原基及び臀鰭原基が白濁したのち鰭条の出現といった変化が見られた。15日後に1個体は斃死したが、4個体は成育を続け孵化確認後73日の時点で全長21.5～28.0mmとなった。斑紋もヒガシマドジョウ特有の点列型の斑紋を呈していた。背鰭、臀鰭、尾鰭鰭条数は定数に達していた。

5月18日以降に見つかり実験室で継続観察していた計149粒の卵内発生及び孵化後の成育は、途中で斃死したものを除き上記の経過とほぼ同様であった。成育とともに特有の斑紋が現れ、これらはすべてヒガシマドジョウと確認された。

考 察

調査地点で延べ20日にわたって見つかった卵は、いずれも同じような出現状況、形状であった。他魚種の産卵行動や仔稚魚が確認できなかったこと、実験室で継続観察した卵がすべてヒガシマドジョウであったことを考え合わせると、今回観察した卵はいずれもヒガシマドジョウのものだったと推察される。

1 産卵場所

今回の調査地近辺には、外部から流入する水路や河原内の分流はなかった。ヒガシマドジョウの卵は粕川本流のほとんど流れのない水際で見つかっており、これまで産卵場所として挙げられている小溝や湖沼浅所（岡田・清石 1937）、河川につながる水路（吉田 2012）、

本川に接続する、河川敷内の浅い水域（三内 2018）とは異なる場所であった。また、筆者は1977年に神奈川県内の2カ所（相模川水系中津川）、2000年に群馬県内の1カ所（利根川水系平川）でヒガシマドジョウの卵および仔稚魚を確認しているが、それらはいずれも河原内の分流であった（相澤 未発表）。しかし、吉田（2012）、吉田ほか（2013）はヒガシマドジョウの卵が見つかった場所を水路幅、岸からの距離、水深、流速がいずれも小さく、底質が細かく、植物残渣等の堆積物が存在する場所としており、今回の調査地は本流ではあるが、水路幅を除けばこうした特徴によく一致していた。吉田（2012）は適した環境が整っていれば主流部でも繁殖の可能性があるとして述べており、今回の事例はその見解を裏付けるものといえよう。

2 卵・仔稚魚の出現状況

卵の出現時期は岡田・清石（1937）とはほぼ一致した。今回の調査では5月中旬から6月中旬にかけて、濁水が続いた5月下旬を除きほぼ毎日卵が見つかった。いずれの日も胚体形成前の卵が大半で、胚体が形成された卵は少なかった。実験室での卵発生の経過から、前者は当日の早朝、後者は採集日前日あるいは前々日の産卵と推察された。さらに仔稚魚についてはほとんど見つからず、孵化後間もないと思われる仔魚、今年生まれと思われる稚魚が各1個体見つかったのみであった。一方、中津川、平川の観察（相澤 未発表）ではいずれも卵採集地において様々なサイズの仔稚魚が同時に確認でき、今回の調査とは異なった。調査地は本流脇であり度々水位が増減し、それに伴って流速や水深といった状況が短時間のうちに変化した。また、わずかな水流で卵が移動することは度々観察された。こうしたことから、調査地で産卵された卵は水流の変化による流出、あるいは近辺に生息する水生生物等による捕食などによってその場に残っていなかったと推察される。しかし、今回の調査からはその原因を具体的に明らかにすることはできなかった。ヒガシマドジョウは本調査地でどのように個体群を維持しているのか、さらに調査が必要である。

3 卵内発生

今回見つかった卵は、卵径や卵黄径、卵黄の色、粘着性といった卵の特徴、卵内発生の様子、孵化仔魚の形態は岡田・清石（1937）によく一致した。一方、同じドジョウ科であるドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* の発生（渡部ほか 1948, Fujimoto et al. 2006）とはいくつか相違点が見られた。飼育時の水温が異なること、今回は受精時刻が特定できていないことから単純な比較はできないが、卵径や卵黄径はヒガシマドジョウの方が大きく、眼胞、心臓といった器官が形成されるまでの時間や孵化までの時間も長い傾向が見られた。中島・内山（2017）は日本産ドジョウ科魚類の種による卵黄径の違いと産卵環境について、低水温環境で産卵する種ほど大卵である、と述べており、今回の相違はこの見解に合致する。

筆者の調査では産卵行動は確認できなかった。繁殖に成功したのかどうかも不明であり、さらなる調査が必要である。群馬県では準絶滅危惧種であるヒガシマドジョウについて、繁殖に関わる基礎的知見を積み重ねることは本種の保全を図っていくうえで、必要不可欠なことを考える。

引用文献

- Fujimoto, T., Kataoka, T., Sakao, S., Saito, T., Yamaha, E., Arai, K. (2006) Developmental stages and germ cell lineage of the loach (*Misgurnus anguillicaudatus*). Zool. Sci., 23 : 977-989.

- 群馬県（2012）群馬県の絶滅のおそれのある野生生物。動物編。301pp。群馬県。
- 三内悠吾（2018）河川におけるヒガシシマドジョウの産卵環境。伊豆沼・内沼研究報告, 12 : 73-78.
- 中島 淳・洲澤 譲・清水孝昭・斉藤憲治（2012）日本産シマドジョウ属魚類の標準和名の提唱。魚類学雑誌, 59（1）: 86-95.
- 中島 淳・内山りゅう（2017）日本のドジョウ 形態・生態・文化と図鑑。223pp。山と溪谷社。
- 岡田彌一郎・清石禮造（1937）日本産淡水魚の仔魚及び稚魚の形態並びに生態的研究（Ⅷ）*Cobitis biwa* Jordan and Snyder. 水産研究誌, 32 : 549-554.
- 沢田守伸（1985）シマドジョウ人工採苗試験。栃木県水産試験場業務報告書, 29 : 10-12.
- 沢田守伸（1989）シマドジョウ繁殖試験。栃木県水産試験場業務報告書, 33 : 7-8.
- 関根和伯（1985）群馬県の魚類。群馬県動物誌, 157-226。群馬県高等学校教育研究会生物部会編。
- 渡部正雄・小堀伸治・松本 章（1948）ドジョウの発生。採集と飼育, 10 : 72-75.
- 吉田 豊（2012）ヒガシシマドジョウの産卵期における水路への遡上と産卵場所の特徴。栃木県水産試験場研究報告, 56 : 4-11.
- 吉田 豊・石嶋久男・水谷正一・後藤 章（2013）栃木県那珂川水系箒川に流入する農業水路における魚類の産卵環境。応用生態工学, 16(1) : 1-11.

（相澤 裕幸： XXXXXXXXXX）

2021年10月10日受理