

飼育環境におけるカジカ大卵型・中卵型・小卵型の卵および仔稚魚の 生残状況

藤井亮吏, 下村雄志, 田原大輔¹, 棗田孝晴², 岸 大弼

Survival of eggs, larvae and juveniles of three types of freshwater sculpin *Cottus pollux* (large egg, middle egg and small egg type) under rearing conditions

RYOUJI FUJII, YUSHI SHIMOMURA, DAISUKE TAHARA, TAKAHARU NATSUMEDA AND DAISUKE KISHI

カジカ (*Cottus pollux*) は、カジカ科カジカ属の淡水魚で、形態・生活史・分布・卵サイズ・遺伝的特徴の相違から、大卵型・中卵型・小卵型に大別される (後藤, 2001; Goto and Arai, 2003)。岐阜県内 (以下、県内) には、大卵型および小卵型が分布している (向井, 2017)。大卵型は、県内の山間部の河川に広く分布しており、飛騨地方南部の木曾川水系の支流群の事例では、イワナ (*Salvelinus leucomaenis*)・アマゴ (*Oncorhynchus masou ishikawae*) に次ぐ優占種となっている (岸・徳原, 2012)。しかし、県内各地の 60 歳以上の漁業者からの聞き取りによれば、生息密度は 50 年前よりも大幅に低下しているという。小卵型は、木曾川・長良川・揖斐川水系の中・下流部に分布している。長良川中流部の事例では、かつては普通種だったものの、1967-1971 年の時点ですでに激減していたという (後藤・後藤, 1971)。以上のように、大卵型も小卵型も、現在の県内の河川における資源量は低い水準にあると考えられる。

カジカは、最大でも全長 15cm 程度と比較的小型の魚類であるが、その味の良さは古くから認識されており、郷土料理の食材として全国各地で利用されてきた (木村ほか, 1988; 守田ほか, 1988; 小島ほか, 1999)。県内では、漁業者による自家消費が主体だが、明治初期の吉城郡高原郷教河村 (現在の飛騨市神岡町数河) のように「風味至テ能ク (中略) 慶事賀礼ニ用テ祝フ」食材として珍重されていた事例もある (富田, 1966)。こうした食材としての希少性や味の良さから、近年、地域特産品のひとつとしてカジカがあらためて注目されるようになった。しかし、前述のように、県内の河川におけるカジカの資源量は、低い水準にあると考えられる。そのため、地域特産品としての展開は、天然個体ではなく、養殖個体により講じることが望ましい。こうした背景から、当研究所下呂支所 (以下、下呂支所) では、カジカの養殖技術の普及に取り組んでいる。

カジカの養殖技術については、石川県や新潟県などでの先行研究があり、採卵・ふ化から稚魚期以降の飼育まで一定の知見がすでに得られている (石川県内水面水産試験場, 1975, 1976; 小島ほか, 1999; 板屋・波田, 2002a, 2002b; 河本, 2005)。下呂支所では、それらの先行研究に準拠しつつ、県内の養殖業者の施設の規模に合わせて、特に仔魚用の飼育装置の小型化に取り組んできた (藤井, 2008a)。石川県における既往の方法では、仔魚の飼育に円型パンライト水槽 (直径 100cm、高さ 75cm、高さ 65cm、底面積 0.79m²) やコンクリート水槽 (長さ 500cm、幅 150cm、高さ 55cm、底面積 7.50m²) が使用されている (板屋・波田, 2002a)。本研究では、それらよりも小型の水槽 (長さ 63cm、幅 44cm、高さ 39cm、底面積 0.28m²) を使用して仔魚の飼育試験を実施し、その実用性を

1 福井県立大学海洋生物資源学部

2 茨城大学教育学部

確認するため、採卵から発眼・ふ化を経て稚魚期（淡水移行期）までの間の生残状況を調査した。また、淡水移行後の稚魚の生残状況についても調査し、減耗要因を把握するとともにその対処方法を検討した。

キーワード：カジカ，食用，養殖技術，卵数，発眼率，生残率

材料と方法

使用した系統

本研究では、カジカ大卵型2系統、中卵型2系統、小卵型2系統を使用した。これらは、2016年1-5月に下呂支所の飼育施設で採卵したものをふ化させた後、稚魚を2017年8月まで飼育した。採卵・ふ化および仔魚期・稚魚期の飼育は、いずれも系統ごとに水槽を用意して実施した。

各系統の卵は、淡水（井戸水）をかけ流しにした水槽内に等辺山形鋼（長さ250mm、幅65mm、厚さ5mm）または屋根瓦（J形、長さ305mm、幅305mm）を巢材として設置し、親魚に自発産卵させたものである（石川県内水面水産試験場，1976；板屋・高門，1999）。採卵に使用した各系統の雌雄の親魚数は、第1-3表の通りである。成熟状況によっては親魚のすべてが繁殖可能とは限らないため、個体数に余裕がある系統についてはやや多めに使用した。水槽は1系統につき1-2基を用意しており、同一日に複数の産卵が確認された場合もあった。なお、カジカは、同一年に複数回の繁殖が可能であるため、雌雄ともに同一個体を複数回使用する場合があった。

大卵型2系統のうち1系統は、美濃市の長良川水系片知川の系統である（以下、大卵型長良系と表記）。調査に使用した個体は、2014-2016年に片知川で採捕した天然個体を親魚とするものである。親魚からの採卵は、2016年2-4月に実施した。もう1系統は、福井県大飯郡おおい町の南川上流部で採捕したものである（以下、大卵型南系と表記）。調査に使用した個体は、2014年に南川で採捕した天然個体を親魚とするものである。親魚からの採卵は、2016年3-5月に実施した。

中卵型2系統のうち1系統は、2009年に富山県富山市の神通川下流部で採捕した天然個体を初代親魚とするもので、下呂支所の飼育施設で継代しているものである（以下、中卵型神通系と表記）。調査に使用した個体は、その継代個体を親魚とするものである。親魚からの採卵は、2016年2-3月に実施した。もう1系統は、福井県小浜市の南川下流域で採捕したものである（以下、中卵型南系と表記）。調査に使用した個体は、2014年に南川で採捕した天然個体を親魚とするものである。親魚からの採卵は、

2016年1-2月に実施した。

小卵型2系統のうち1系統は、2001年に関市の長良川中流部で採捕した天然個体を初代親魚とするもので、下呂支所の飼育施設で継代しているものである（以下、小卵型長良系と表記）。下呂支所での継代飼育では、2003年および2008年に長良川で採捕した天然個体を追加しているほか、石川県水産総合センターから導入した継代個体（1990年に当時の石川県内水面水産試験場が長良川で採捕した天然個体を初代親魚とするもの）も追加している（板屋・高門，1992）。調査に使用した個体は、これらの混成群の継代個体を親魚とするものである。親魚からの採卵は、2016年1-2月に実施した。もう1系統は、茨城県水戸市的那珂川水系藤井川で採捕したものである（以下、小卵型那珂系と表記）。調査に使用した個体は、2014年に藤井川で採捕した天然個体を親魚とするものである。親魚からの採卵は、2016年1-2月に実施した。

採卵時から稚魚期にかけての調査

各系統の産卵状況は、採卵期間中に週1-2回確認した。産卵が確認された場合は、水槽内の巢材内に産出された卵塊を採取した。その後、卵塊から3-30粒の卵を無作為に抽出して重量（湿重量）を測定し、1粒あたりの卵重を算定した。さらに卵塊の総重量（湿重量）を1粒あたりの卵重で除して、卵数を算定した。雌雄ともに複数の親魚を同一水槽に収容して自発産卵させたため、採取した卵塊は複数の雌に由来するものが混在していたが、その区分は行わなかった。卵塊は、採卵用の水槽とは別の水槽で井戸水のかけ流しで管理した後、発眼期に検卵を行って生残卵と死亡卵とに分別した。

発眼期の検卵時には、5-23粒の生残卵を無作為に抽出して重量（湿重量）を測定し、1粒あたりの卵重を算定した。さらに生残卵の総重量（湿重量）を1粒あたりの卵重で除して、生残卵数を算定した。生残率（発眼率）は、採卵数を生残卵数で除して算定した。ただし、生残卵数が僅少だった場合は、すべての卵を直接計数した。その後、生残卵のみをふ化用の水槽に収容し、井戸水のかけ流しで飼育した。

ふ化の完了後、循環飼育システムの仔魚育成水槽（長さ63cm、幅44cm、高さ39cm、水深32cm、底面積0.28m²）に移した（藤井，2008a）。循環システムは、仔魚育成水槽の

上段にろ過用の水槽を、下段に加温用の水槽をそれぞれ設置した。下段の加温用の水槽から上段のろ過用の水槽へはポンプ (P-112S、REI-SEA) で揚水し、中段の仔魚育成水槽を含む3水槽間で濃度 10-15%程度に希釈した人工海水を循環させた。加温用の水槽にはヒーター (AC100V、300W、ニッター) およびサーモコントローラ (TC-101、REI-SEA) を設置した。仔魚の初期餌料としてアルテミア幼生を 1-2 日に 1 回与えた (森・藤井, 2012)。アルテミア幼生の給餌は、大卵型および中卵型は配合飼料を確実に摂餌しているのが観察された段階 (ふ化後約 40 日) で、小卵型は仔魚から稚魚への変態が完了した段階 (ふ化後約 40-50 日) でそれぞれ終了した。配合飼料の給餌は、大卵型および中卵型は仔魚から稚魚への変態完了の段階 (ふ化後約 15 日) に、小卵型は稚魚への変態開始の段階 (ふ化後約 25 日) にそれぞれ開始し、自動給餌器を使用して毎日 6 時から 18 時にかけて 1 時間おきと与えた。アルテミア幼生の給餌終了後は配合飼料のみを与えた。水温は、アルテミア幼生の摂餌が確実に観察されるまでは 12°C、摂餌が本格化してからは 15°C、配合飼料を与え始めてからは 18°C に設定した。

仔魚育成水槽内の掃除および死亡個体の除去は毎日実施したが、死亡個体の計数は省略した。大卵型については全長 25mm 程度に成長した後、中卵型および小卵型についてはすべての仔魚が稚魚に変態 (浮遊生活から底生生活に移行) して全長 25mm 程度に成長した後、循環システムの飼育水に井戸水を徐々に投入して塩分濃度を数日かけて低下させ、淡水に変化した段階で稚魚育成用の円型タライ水槽に移動させた。いずれの系統の稚魚も、仔魚育成水槽から円型タライ水槽への移行時に計数を実施した。採卵時から淡水移行期にかけての生残率は、稚魚の個体数を採卵数で除して算定した。また、稚魚の個体数を発眼期の生残卵数で除して、発眼期から淡水移行期にかけての生残率を算定した。

稚魚期の調査

稚魚は、円型タライの水槽を使用し、井戸水のかけ流しで飼育した (小島ほか, 1999; 藤井, 2008a)。水槽への注水量は、毎分 5L 程度に調節した。生残状況の観察は、2016 年 4-5 月から 2017 年 8 月まで実施した。水槽は、底面内径 30cm、高さ 14cm、水深 7cm、底面積 0.07m² または底面内径 45cm、高さ 18cm、水深 8cm、底面積 0.16m² または底面内径 50cm、高さ 19cm、水深 10cm、底面積 0.20m² または底面内径 60cm、高さ 32cm、水深 12cm、底面積 0.28m² の 4 種類を用意し、個体数に応じて適宜選択した。カジカの飼育密度は、夏季は 3-4kg/m²、冬季は 5-10kg/m² が目安とさ

れている (小島ほか, 1999)。成長に伴ってこれらの密度の上限を超過した場合は、より大型の水槽に変更または複数の水槽に分別した。調査期間中は、自動給餌器を使用し、体サイズや個体数に応じて配合飼料の粒径や量を適宜調節した。

死亡個体の除去および計数は、週 3-5 回実施した。死亡個体が増加した場合は、一部の死亡個体を解剖して魚病診断を行った。調査期間中の水温は、自記式温度計 (おんどとり RTR-52A、ティアンドデイ) により 10 分おきに測定して日平均水温を算定した。

結果および考察

採卵時から稚魚期にかけての生残状況

カジカ大卵型、中卵型、小卵型の採卵状況の結果は、第 1-3 表に示した。採卵数は、系統間で差異があったが、これは使用した親魚の体サイズおよび個体数が同一ではなかったためと考えられた (第 4 表)。雌 1 尾あたりの卵数に換算すると、大卵型長良系が 231.3 粒、大卵型南系が 342.4 粒、中卵型神通系が 943.4 粒、中卵型南系が 567.0 粒、小卵型長良系が 1436.5 粒、小卵型那珂系が 845.5 粒だった。卵塊 1g あたりの卵数に換算すると、大卵型長良系が 54.9 粒、大卵型南系が 58.5 粒、中卵型神通系が 131.6 粒、中卵型南系が 141.8 粒、小卵型長良系が 133.3 粒、小卵型那珂系が 160.3 粒だった。各系統の親魚の体サイズが同一ではないために詳細な比較はできないが、大卵型は、1 粒あたりの卵サイズが大きい分、中卵型および小卵型よりも卵数が少ないものと考えられる。養殖時の卵数の確保の点では、大卵型は中卵型および小卵型よりも不利といえる。

石川県における大卵型の事例では、採卵時から発眼期にかけての生残率 (発眼率) は 39.6%、発眼期からふ化時にかけての生残率は 55.3%、採卵時からふ化時にかけての生残率は 21.9%と報告されている (石川県内水面水産試験場, 1975)。下呂支所での大卵型の事例では、ふ化後 30-40 日程度は人工海水で飼育しており、発眼期から淡水移行期にかけての生残率は 92.3%であることが例示されている (藤井, 2008b)。この値を石川県の事例に当てはめると、発眼期からふ化後 30-40 日程度 (淡水移行期に相当する日数) にかけての生残率は 51.0%、採卵時からふ化後 30-40 日程度にかけての生残率は 20.2%と推測される。

石川県における小卵型の事例では、採卵時から発眼期にかけての生残率 (発眼率) は 35.7-79.5%、ふ化から淡水移行期にかけての生残率は 7.7-49.5%、採卵時から淡水移

第1表 カジカ大卵型の産卵が確認された日、採卵用の水槽に収容した雌および雄親魚数、採取された卵重および卵数、検卵日、発眼期の生残卵数、自発産卵の確認日から発眼期までの生残率

系統	産卵の 確認日	雌 (尾)	雄 (尾)	卵総重量 (g)	卵重 (mg/粒)	卵数 (粒)	検卵日	発眼期 生残卵数 (粒)	生残率 (%)
長良系	2月19日	1	1	2.35	15.0	157	2月29日	37	23.6
	2月26日	1	1	4.64	20.0	232	3月12日	58	25.0
	3月3日	1	1	9.09	19.0	478	3月19日	0	0
	3月3日	1	1	1.56	16.0	98	3月19日	0	0
	3月9日	2	1	6.22	18.2	342	3月24日	6	1.8
	3月14日	1	1	12.33	19.1	646	3月26日	225	34.8
	3月14日	1	1	2.53	14.0	181	3月26日	96	53.1
	4月1日	1	1	6.38	24.0	266	4月14日	88	33.1
	4月7日	1	1	1.50	12.0	125	4月19日	4	3.2
	4月11日	2	1	3.96	15.7	252	4月20日	64	25.4
平均±標準偏差	1.2±0.4	1.0±0.0	5.06±3.53	17.3±3.5	277.6±170.9	-	57.8±69.2	20.0±18.2	
南系	3月14日	1	1	9.30	18.6	501	3月29日	0	0
	3月18日	1	1	6.19	17.5	354	3月29日	40	11.3
	3月23日	2	1	12.39	18.0	688	4月8日	34	4.9
	3月28日	6	2	34.56	21.4	1613	4月13日	7	0.4
	4月1日	2	1	16.67	15.6	1072	4月14日	49	4.6
	4月6日	3	1	20.53	17.3	1189	4月18日	14	1.2
	4月11日	1	1	3.91	16.7	235	4月20日	12	5.1
	4月21日	3	1	11.89	8.8	1359	4月26日	125	9.2
	4月26日	2	1	10.85	34.0	319	5月5日	0	0
	5月2日	1	1	2.45	12.0	204	記録なし	0	0
平均±標準偏差	2.2±1.5	1.1±0.3	12.87±9.40	18.0±6.7	753.3±514.6	-	31.2±39.4	3.7±4.1	

行期までの生残率は5.3%と報告されている(板屋・波田, 2002a)。この事例では発眼期からにふ化時にかけての生残率および発眼期から淡水移行期までの生残率は報告されていないが、上記の値から、これらの生残率は21.6-62.3%および6.7-14.8%と推測される。

石川県における中卵型の事例では、採卵時から発眼期にかけての生残率(発眼率)は10.3-66.0%、ふ化から淡水移行期にかけての生残率は31.3-47.3%と報告されている(板屋・波田, 2002b)。この事例では発眼期からふ化時にかけての生残率は報告されていないが、その値が前述の大卵型や小卵型と同様の範囲(21.6-62.3%)だったと仮定すると、発眼期から淡水移行期にかけての生残率は6.8-29.5%、採卵時から淡水移行期にかけての生残率は0.7-19.4%と推測される。

本研究では、採卵時から発眼期を経て淡水移行期にかけての生残卵数および個体数は、第5表の通りだった。採卵

時から発眼期にかけての生残率は、大卵型長良系が20.8%および南系が3.7%、中卵型神通系が21.3%および南系が76.3%、小卵型長良系が67.5%および那珂系が46.4%だった。大卵型は前述の石川県の事例よりも低い値だったが、中卵型は石川県の事例の範囲内またはやや高い値、小卵型は石川県の事例の範囲内の値だった。

発眼期から淡水移行期にかけての生残率は、大卵型長良系が35.3%および南系が22.3%、中卵型神通系が17.5%および南系が25.4%、小卵型長良系が16.9%および那珂系が20.0%だった。大卵型は石川県の事例よりも低い値だったが、中卵型は石川県の事例の範囲内の値、小卵型は石川県の事例よりも高い値だった。

採卵時から淡水移行期にかけての生残率は、大卵型長良系が7.3%および南系が0.8%、中卵型神通系が3.7%および南系が19.4%、小卵型長良系が11.5%および那珂系が9.3%だった。大卵型は石川県の事例よりも低い値だったが、中

第2表 カジカ中卵型の産卵が確認された日、採卵用の水槽に収容した雌および雄親魚数、採取された卵重および卵数、検卵日、発眼期の生残卵数、自発産卵の確認日から発眼期までの生残率

系統	産卵の 確認日	雌 (尾)	雄 (尾)	卵総重量 (g)	卵重 (mg/粒)	卵数 (粒)	検卵日	発眼期 生残卵数 (粒)	生残率 (%)
神通系	1月25日	3	2	28.27	7.3	3887	2月13日	623	16.0
	1月25日	3	3	30.90	9.4	3272	2月13日	1901	58.1
	1月29日	2	2	8.40	8.0	1050	2月20日	0	0
	2月1日	3	2	20.97	8.9	2359	2月21日	1067	45.2
	2月5日	3	3	27.45	7.7	3569	2月29日	1577	44.2
	2月5日	6	3	52.27	10.0	5227	2月29日	250	4.8
	2月12日	2	2	19.61	9.3	2112	3月2日	632	29.9
	2月12日	8	5	24.48	9.2	3761	3月2日	1266	33.6
	2月16日	2	2	12.93	6.4	2032	2月28日	1098	54.0
	2月23日	1	1	4.34	7.0	620	3月5日	0	0
	2月23日	6	3	29.30	7.1	4102	3月5日	1245	30.4
	2月26日	5	4	34.76	8.6	4055	3月12日	505	12.5
	2月29日	6	4	49.69	8.0	6211	3月12日	985	15.9
	3月4日	8	4	63.13	5.8	10822	3月18日	17	0.2
	3月8日	4	3	29.75	6.7	4463	3月18日	509	11.4
	3月18日	3	1	19.45	5.0	3890	3月27日	1589	40.9
	3月23日	1	1	7.30	5.0	834	4月7日	16	1.9
平均±標準偏差	3.9±2.2	2.6±1.1	27.82±16.18	7.8±1.4	3662.7±2402.0	-	781.2±616.6	23.5±20.0	
南系	1月18日	1	1	0.98	10.0	98	2月1日	51	52.0
	1月18日	1	1	4.75	7.1	665	2月7日	302	45.3
	1月21日	1	1	11.61	7.2	1608	2月11日	950	59.1
	1月29日	4	2	14.38	7.7	1861	2月20日	1527	82.1
	2月1日	2	2	7.05	6.2	1146	2月21日	862	75.2
	2月16日	5	2	16.06	6.7	2409	2月28日	2097	87.0
	2月16日	1	1	5.14	7.1	720	3月2日	702	97.6
	平均±標準偏差	2.1±1.7	1.4±0.5	8.57±5.56	7.4±1.2	1215.1±795.5	-	927.2±700.3	71.2±19.4

卵型は石川県の事例の範囲内の値、小卵型は石川県の事例よりも高い値だった。

以上の結果から、中卵型および小卵型であれば、下呂支所で考案された小型の飼育装置（藤井，2008a）でも、石川県などで使用されている既往の飼育装置と同程度の生残率が達成できることが確認された。

稚魚期の生残状況

稚魚用の水槽への移行は、大卵型長良系が2016年5月27日、大卵型南系が2016年5月13日、中卵型神通系が5月13日（前期採卵分）と26日（後期採卵分）の計2回、中卵型南系が4月28日、小卵型長良系が5月9日（前期

採卵分）と13日（中期採卵分）と16日（後期採卵分）の計3回、小卵型那珂系が4月25日に実施した。水槽に収容した個体数は、大卵型長良系が204尾、大卵型南系が64尾、中卵型神通系が2回分で計2319尾、中卵型南系が1646尾、小卵型長良系が3回分で計10821尾、小卵型那珂系が470尾だった。稚魚期の飼育水温（日平均水温）は、第1図に示した。

中卵型神通系は、仔魚期までは前期と後期の採卵群を別の水槽で飼育していたが、淡水飼育への移行直後に水槽1基に集約した。その後、成長に伴って過密状態になったため、2017年5月に水槽2基に分別した。生残個体数およ

第3表 カジカ小卵型の産卵が確認された日、採卵用の水槽に収容した雌および雄親魚数、採取された卵重および卵数、検卵日、発眼期の生残卵数、自発産卵の確認日から発眼期までの生残率

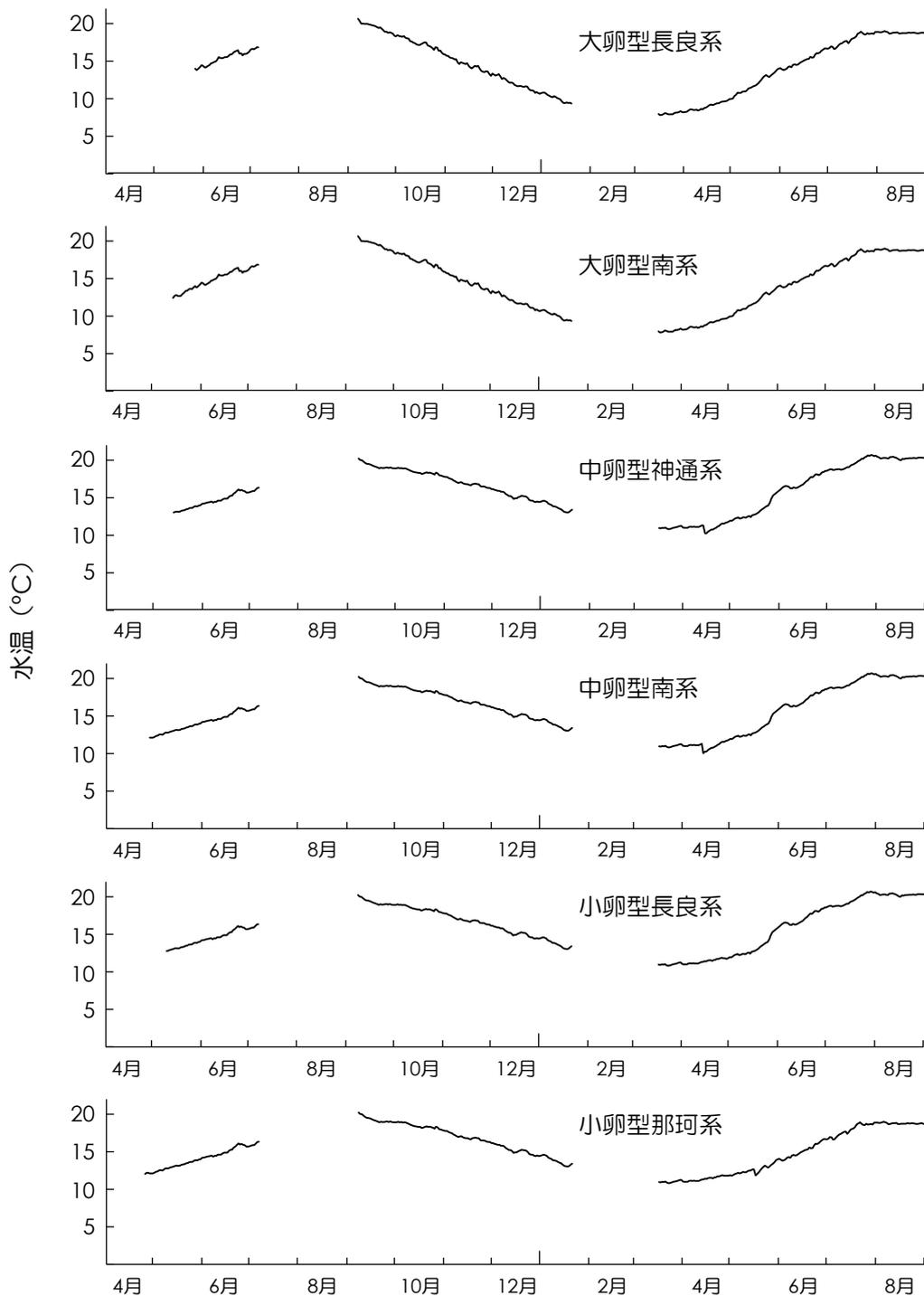
系統	産卵の 確認日	雌 (尾)	雄 (尾)	総卵重 (g)	卵重 (mg/粒)	卵数 (粒)	検卵日	発眼期 生残卵数 (粒)	生残率 (%)
長良系	1月13日	10	1	98.61	6.9	14244	2月1日	7738	54.3
	1月18日	8	2	68.45	8.3	8214	2月7日	8016	97.6
	1月21日	6	1	67.98	8.0	8498	2月11日	6157	72.5
	1月25日	10	2	107.00	8.0	13379	2月14日	10057	75.2
	1月29日	3	2	48.27	7.6	6312	2月20日	4928	78.1
	2月1日	9	3	93.40	8.2	11416	2月23日	5536	48.5
	2月5日	12	3	135.40	7.1	18957	2月29日	12673	66.8
	2月12日	8	2	91.93	6.7	13790	3月2日	9021	65.4
平均±標準偏差	8.3±2.8	2.0±0.8	88.89±27.05	7.6±0.6	11851.1±4099.8	-	8015.7±2565.6	69.8±15.1	
那珂系	1月21日	1	1	7.45	6.7	1118	2月11日	366	32.3
	2月1日	1	1	2.22	8.6	259	2月23日	250	96.5
	2月5日	2	1	11.27	6.7	1691	2月29日	1108	65.6
	2月12日	1	1	8.44	5.0	1688	2月28日	554	32.8
	2月16日	1	1	2.27	7.1	318	2月28日	74	23.3
	平均±標準偏差	1.2±0.4	1.0±0.0	6.33±3.98	6.8±1.3	1014.6±703.1	-	470.4±397.0	50.2±30.5

第4表 カジカ各系統の雌1尾あたりの卵重および卵数、卵塊1gあたりの卵数

系統	雌 延べ数 (尾)	採卵時 総卵重 (g)	採卵時 総卵数 (粒)	卵重 (g/尾)	卵数 (粒/尾)	卵数 (粒/g)
大卵型長良系	12	50.56	2776	4.21	231.3	54.9
南系	22	128.74	7533	5.85	342.4	58.5
中卵型神通系	66	473.00	62266	7.17	943.4	131.6
南系	15	59.97	8506	4.00	567.0	141.8
小卵型長良系	66	711.08	94809	10.77	1436.5	133.3
那珂系	6	31.65	5073	5.28	845.5	160.3

第5表 カジカ各系統の採卵時から発眼期を経て淡水移行時までの期間の卵および稚魚の生残率

系統	採卵時 総卵数 (粒)	発眼期 生残卵数 (粒)	淡水移行時 生残稚魚数 (尾)	生残率 (%)		
				採卵時から 発眼期まで	発眼期から 淡水移行時まで	採卵時から 淡水移行時まで
大卵型長良系	2776	578	204	20.8	35.3	7.3
南系	7533	281	64	3.7	22.8	0.8
中卵型神通系	62266	13280	2319	21.3	17.5	3.7
南系	8506	6491	1646	76.3	25.4	19.4
小卵型長良系	94809	64126	10867	67.6	16.9	11.5
那珂系	5073	2352	470	46.4	20.0	9.3

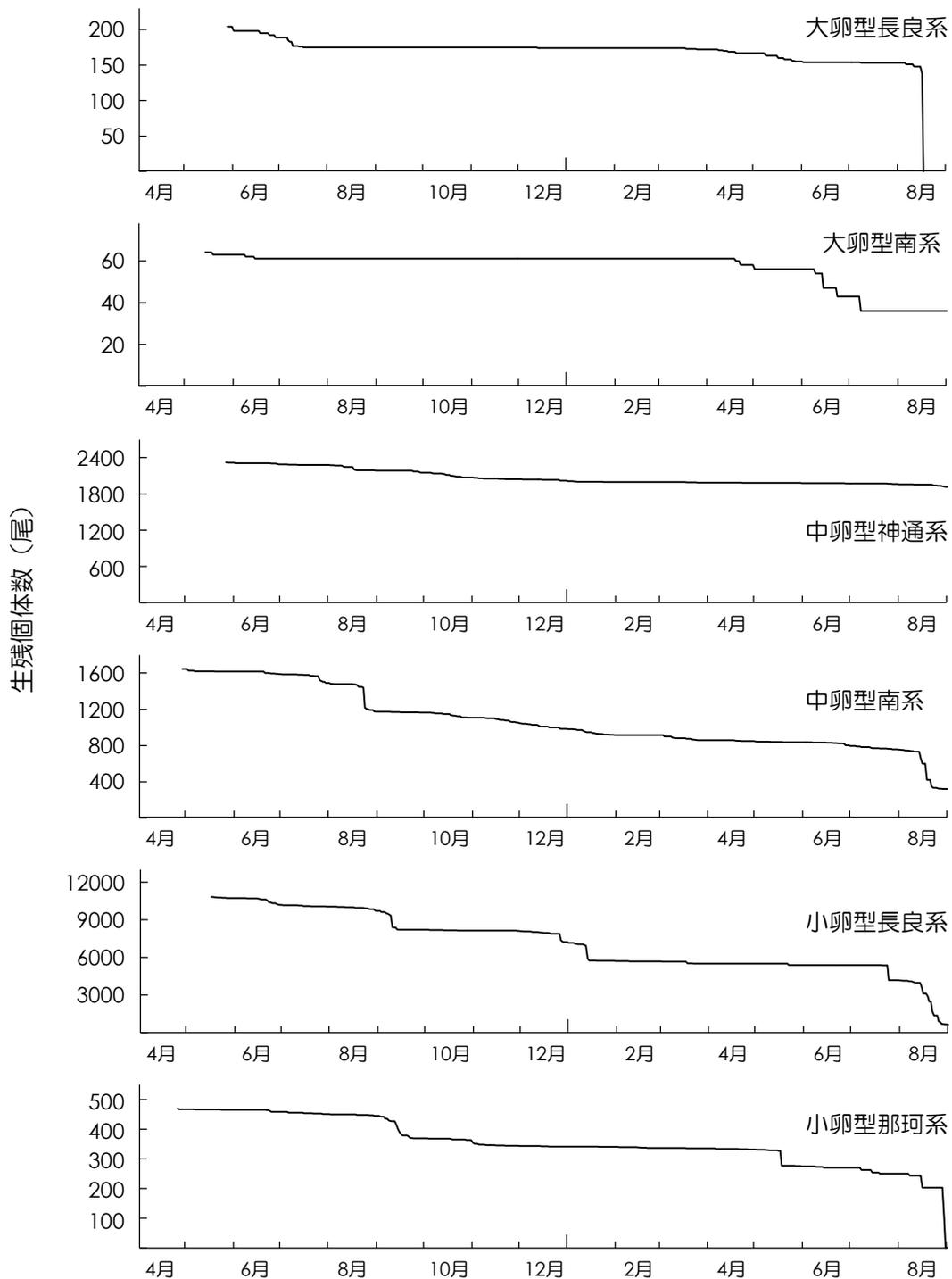


第1図 2016年4-5月のカジカ大卵型・中卵型・小卵型の淡水移行後から2017年8月にかけての飼育水温（日平均水温、2016年7・8月と2017年2・3月は欠測）

び死亡個体数は、2基の水槽を合わせて1群として算定した。小卵型長良系は、仔魚期までは前期と中期と後期の採卵群を別の水槽で飼育していたが、淡水飼育への移行直後に水槽1基に集約した。その後、成長に伴って過密状態に

なったため、2017年5月に水槽5基に分別した。生残個体数および死亡個体数は、5基の水槽を合わせて1群として算定した。

稚魚用の水槽に収容した後、大卵型長良系は、2016年7



第2図 2016年4-5月のカジカ大卵型・中卵型・小卵型の淡水移行後から2017年8月にかけての稚魚の生残個体数（2017年5月に中卵型神通系を水槽1基から2基に、小卵型長良系を水槽1基から5基に分別したが、図では2基または5基の水槽の個体数を合算して1群として扱った。それら以外の系統は、期間を通じて水槽1基で飼育した）

月と2017年5月に死亡個体数がやや増加した（第2図）。死亡個体を診断した結果、死因は主にキロドネラ症と考え

られ、一部の個体はギロダクチルスまたはトリコジナ寄生を伴っていた。これらの魚病は、かつては過マンガン酸カ

リウムあるいはホルマリンによる対処が有効とされていたが（小島ほか，1999）、いずれも水産用医薬品として承認されていないことから、現在はそれらを使用することはできない（岩田，2004）。現在、これらの魚病の対処方法は、食塩浴が一般的である（河本，2005）。下呂支所で飼育しているカジカでこれらが発症した場合は、濃度 1.5% で 2-3 時間の食塩浴を実施している。本研究でもこれらが発症した場合には、いずれの系統についても、食塩浴を随時実施した。食塩浴は水槽を一時的に止水状態とし、エアポンプにより通気しながら前記の濃度および時間で実施して死亡個体数の増加を抑制することができた。その後、大卵型長良系は、2017 年 7 月までは比較的安定して生残していたが、8 月にすべての個体が急死した。死亡個体を診断した結果、死因はカラムナリス症と考えられた。

大卵型南系は、2017 年 4 月および 6-7 月に死亡個体数が増加した。死亡個体を診断した結果、死因はキロドネラ症と考えられたため、食塩浴により対処した。それ以外の期間は、比較的安定して生残していた。

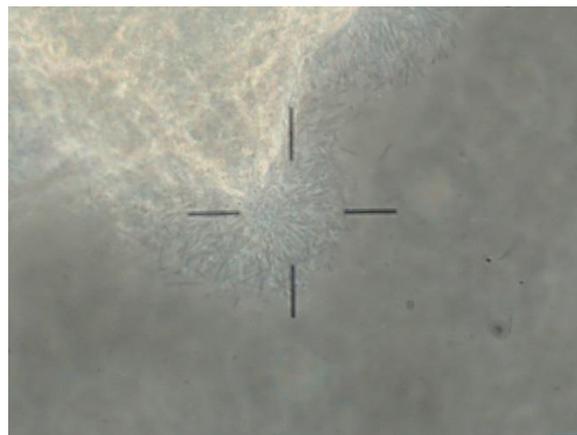
中卵型神通系は、2016 年 8 月に死亡個体数がやや増加した。死亡個体を診断した結果、死因はカラムナリス症と考えられた。

中卵型南系は、2016 年 7-8 月と 2017 年 8 月に死亡個体数が増加した。死亡個体を診断した結果、死因はカラムナリス症と考えられた（第 3 図）。

小卵型長良系は、2016 年 8 月、12 月から 2017 年 1 月、7 月および 8 月に死亡個体数が増加した。このうち、2017 年 7 月の死因については、キロドネラ症の対処を目的として実施した食塩浴の濃度および時間の調整ミスによるものである。8 月については、死亡個体を診断した結果、カラムナリス症とキロドネラ症の併発が確認され、5 基に分別していた水槽のうち 2 基ではすべての個体が死亡した。

小卵型那珂系は、2016 年 9 月と 2017 年 5 月に死亡個体数が増加した。また、8 月にすべての個体が急死した。死亡個体を診断した結果、カラムナリス症とキロドネラ症の併発が確認された。

本研究では、特に夏季の死亡が顕著だった。夏季の死因は、キロドネラ症の併発も確認されたが、カラムナリス症が主体と考えられた。本研究では、特に 2017 年の夏季に死亡個体数の急激な増加が観察され、大卵型長良系や小卵型長良系および那珂系のように水槽 1 基の個体が全滅するという深刻な事例も確認された。その一方で、大卵型南系や中卵型神通系のように同時期に比較的安定して生残した事例もあった。しかし、水槽 1 基あたりの飼育密度を統一していないため、カラムナリス症による被害規模の差



第 3 図 2017 年 8 月にカジカ中卵型南系の死亡個体の鰓から確認されたカラムナリス症の原因細菌 (*Flavobacterium columnare*) の集合体

異が各水槽の飼育密度の差異に起因するものなのか、各系統の感受性の差異に起因するものなのかは判断できなかった。

アユカケ (*C. kajika*) の事例では、カラムナリス症の予防を目的として食塩浴が定期的実施されている（岩谷ほか，2003）。しかし、下呂支所では、カジカ・アマゴ・ニジマス (*O. mykiss*) など複数の魚種で、カラムナリス症の発生後に食塩浴を実施すると、むしろ死亡個体数が増加することが経験的に知られている。また、カラムナリス症とキロドネラ症の併発時の場合は、食塩浴によりキロドネラ症の原因である原虫 (*Chilodonella piscicola*) の除去は可能であるものの、その後、カラムナリス症が重症化し、死亡個体数が増加することが経験的に知られている。そのため、下呂支所では、カラムナリス症の発生時（併発時も含む）には食塩浴の実施を見合わせるようにしている。カラムナリス症の原因である細菌 (*Flavobacterium columnare*) の発育阻止には、かつてはマラカイトグリーン・ホルマリン・硫酸銅が有効とされていたが（畑井・保科，1973）、いずれも水産用医薬品として承認されていないことから、それらをカラムナリス症の対処に使用することはできない（岩田，2004）。したがって、現時点では、カラムナリス症の発生時には有効な対処方法がないのが実情であり、発生を予防することが重要といえる。今後、アユカケの事例（岩谷ほか，2003）のように、事前の定期的な食塩浴によるカラムナリス症の予防がカジカでも有効かどうか検証することが望まれる。

要 約

1. カジカ大卵型・中卵型・小卵型の試験生産を実施し、飼育個体の生残状況を調査した。
2. 採卵時から発眼期および仔魚期を経て淡水移行期にかけての生残率は、大卵型は石川県の事例よりも低かったが、中卵型と小卵型は石川県の事例の範囲内だった。
3. 中卵型および小卵型であれば、下呂支所で考案された小型の飼育装置でも、石川県などで使用されている既往の飼育装置と同程度の生残率が達成できることが確認された。
4. 淡水移行後、主にカラムナリス症による稚魚の死亡が夏季に確認された。今後、事前の定期的な食塩浴によるカラムナリス症の予防がカジカでも有効かどうか検証することが望まれる。

文 献

- 藤井亮吏. 2008a. 簡易養殖法によるカジカの特産化. アクアネット, 11: 66-69.
- 藤井亮吏. 2008b. モデル魚種を中心とした希少水生生物の保護、増殖に関する研究(県単)人工海水を使用したカジカ大卵型の繁殖技術開発. 平成 18 年度岐阜県河川環境研究所業務報告, 19.
- 後藤 晃. 2001. カジカ *Cottus pollux*. 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海(編), pp. 666-667. 日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京.
- Goto, A. and T. Arai. 2003. 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.
- 後藤宮子・後藤 正. 1971. 長良川の魚相, 現状と過去の比較—水質汚染との関係—. 日本生態学会誌, 21: 254-264.
- 畑井喜司雄・保科利一. 1973. 病原性粘液細菌に関する研究—III 菌の薬剤感受性. 魚病研究, 8: 78-82.
- 石川県内水面水産試験場. 1975. かじかの種苗生産試験 I (採卵, ふ化, 仔魚飼育). 昭和 48 年度石川県内水面水産試験場報告, 12-19.
- 石川県内水面水産試験場. 1976. かじかの種苗生産試験 II (自然産卵試験). 昭和 49 年度石川県内水面水産試験場報告, 30-32.
- 板屋圭作・波田樹雄. 2002a. 小卵型カジカ種苗生産試験. 平成 12 年度 石川県水産総合研究センター事業報告書, 143-148.
- 板屋圭作・波田樹雄. 2002b. 両側回遊型カジカ(日本海側)種苗生産試験. 平成 12 年度 石川県水産総合研究センター事業報告書, 149-152.
- 板屋圭作・高門光太郎. 1992. 小卵型カジカ種苗生産試験 小卵型カジカ天然魚からの採卵について. 平成 2 年度石川県内水面水産試験場報告, 29.
- 板屋圭作・高門光太郎. 1999. 小卵型カジカ種苗生産試験 (1) 採卵及びふ化試験. 平成 9 年度 石川県水産総合研究センター事業報告書, 123-125.
- 岩田一夫. 2004. 生産現場における水産用医薬品の使用の問題点—淡水養殖魚—. 魚病研究, 39: 120-121.
- 岩谷芳自・渡 智美・井上広滋・竹井祥郎. 2003. 異なる環境浸透圧で飼育したカマキリ *Cottus kazika* の成長と生残率. 日本水産学会誌, 69: 52-56.
- 河本幸治. 2005. カジカ. 隆島史夫・村井 衛(編), pp. 245-249. 水産増養殖システム 2 淡水魚. 恒星社厚生閣, 東京.
- 木村正太郎・五十鈴川寛・高垣順子・小林芙美子・熊木キミ・軽部秀子・柏倉愛子・四釜澄子・池田姚子・石原梅子. 1988. 日本の食生活全集 6 聞き書 山県の食事. 農山漁村文化協会, 東京.
- 岸 大弼・徳原哲也. 2012. 飛騨地方南部の飛騨川支流群における魚類相. 岐阜県河川環境研究所研究報告, 57: 1-10.
- 小島将男・松田繁雄・杉本剛士. 1999. 新魚叢書 5. カジカ類の養殖技術. 新魚種開発協会, 東京. 96pp.
- 森美津雄・藤井亮吏. 2012. カジカの初期飼育における日間摂餌量. 岐阜県河川環境研究所研究報告, 57: 11-14.
- 守田良子・清水隆久・中島康雄・乾瑠璃子・輪違弘子・中谷治子・浜崎やよい・堂前昭子・高柳茂子・太田礼子・中池節子・加納弘子・吉田恵子. 1988. 日本の食生活全集 17 聞き書 石川の食事. 農山漁村文化協会, 東京.
- 向井貴彦. 2017. 岐阜県の魚類. 岐阜新聞社総合メディア局出版室, 岐阜. 214pp.
- 富田令禾. 1966. 風土書上帳(一九). 飛騨春秋, 113: 1-3.