

琵琶湖流入河川愛知川におけるトウヨシノボリの主鰓蓋骨を用いた年齢推定

太田真人, 遊磨正秀
龍谷大学里山学研究センター

Estimation of age from the opercle of the freshwater goby *Rhinogobius* sp. OR in the Echi River, a tributary Lake Biwa, Japan

Masato OTA, Masahide YUMA
The Research Center for Satoyama Studies, Ryukoku University

要旨

トウヨシノボリは全国の河川に生息するハゼ科魚類である。琵琶湖及び流入河川にも生息しており、孵化した仔魚は河川の流れに乗って降湖し、琵琶湖で1か月ほど成長し若魚となって8月に琵琶湖流入河川を遡上する両側回遊魚である。これまでの研究では、年齢は標準体長の頻度分布からの推定であり、年齢と標準体長との正確な紐づけはされていなかった。また本種が具体的に何年生きるかなども知られていない。そこで本研究では、先行研究の手法を参考に、トウヨシノボリの主鰓蓋骨に刻まれた層から年齢を把握し、標準体長との関係性を検討することを目的とした。滋賀県東部の琵琶湖流入河川の一つである愛知川の3カ所においてトウヨシノボリの採集を行った。調査時期は若魚遡上期前の6月と遡上期中である8月、遡上が完全に終了している12月とした。その結果、6月以外では年齢間で平均標準体長に有意な差が見られ、特に1歳以前と2歳以降は40 mmを基準に年齢推定が可能と示唆された。また愛知川では3歳魚までしか採集されず、成魚の標準体長が通常50 mm以上といわれる中、それよりも小さかった。これらの結果が琵琶湖流入河川で頻繁に起きる瀬切れと関連しているのか今後の検証が必要となる。

The freshwater goby *Rhinogobius* sp. OR is distributed in rivers throughout Japan, including Lake Biwa and its tributaries. The movements of this species around Lake Biwa are bidirectional, as hatchlings descend into the lake on river currents, grow there for approximately 1 month, and as juveniles migrate back into the tributaries, usually in August. Previous studies have categorized age classes based on frequency distributions of the standard body length, although age had not

been accurately linked to standard length. Furthermore, the age that the species attains is unknown. Therefore, this study aimed to determine the age of *Rhinogobius* sp. OR based on the growth increments on the opercle and to clarify the relationship between age and standard length, referring to the methods used in previous studies. We sampled fish at three locations along the Echi River in the eastern part of Shiga Prefecture, in June, August and December (before, during and after the upstream migration of juveniles, respectively). The results showed significant differences in mean standard lengths among age groups, except in June, suggesting that age estimation from standard length is possible, especially between ages 1 and 2 years. In the Echi River, only fish up to 3 years of age were collected, and while standard adult body length is said to be 50 mm or more, these fish were smaller than that. Future investigation is needed to validate differences in the growth of this species in relation to periods of drought, which frequently affect the rivers around Lake Biwa.

キーワード：トウヨシノボリ，年齢，標準体長，主鰓蓋骨，琵琶湖流入河川，遡上

Keywords: *Rhinogobius* sp. OR, Age, Standard Length, Opercle, Lake Biwa tributaries, Upstream migration

1. 背景

トウヨシノボリ *Rhinogobius* sp. OR は全国の河川に生息しているハゼ科魚類である。琵琶湖流入河川にも生息しており，その個体群は流入河川と琵琶湖を行き来する両側回遊魚である。本種は6月から7月にかけて産卵し，孵化した仔魚は川の流れに乗り琵琶湖まで降湖する。そして琵琶湖で一ヶ月ほど成長した若魚は，7月下旬から8月末まで流入河川を遡上する生態を持つ（Yuma et al. 2000; Maruyama et al. 2001; 遊磨ほか 2016）。一時期，琵琶湖流入河川に生息するトウヨシノボリはオウミヨシノボリ *Rhinogobius* sp. OM と命名されたが，その後，個体変異を考慮すると識別が困難な場合があることから，再びトウヨシノボリとしてまとめられた（平嶋 2018）。琵琶湖流入河川のトウヨシノボリの特徴として，大型で雄の第1背鰭が高く，烏帽子形の型とされ，成魚の標準体長（Standard length, 上顎の先端から尾鰭基底までの長さ）は通常50 mm ~ 70 mm とされている。本種小型は，雄の第1背鰭が低く，標準体長が30 mm ~ 60 mm である（平嶋 2018）。

河川の瀬切れ規模とトウヨシノボリの遡上量の関係を調べた太田ほか（2021）では，標準体長を基に当歳魚を識別し，当歳魚の遡上指数とそれ以前の年に遡上した1歳魚以上の遡上指数（過去遡上指数）を比較した結果，過去遡上指数の値から過去にトウヨシノボリの遡上を阻害する規模の瀬切れが発生したかどうかを推定可能であることが示唆された。瀬切れとは，河川の表流量が減少し，河床が露出して表流水が途切れてしまう状態のことであり，その要因は降水量の少なさや取水堰やダムでの取水量の増大，天井川等の地形の問題等が考えられる。これまでの琵琶湖流入河川のトウヨシノボリについての研究では本種の年齢推定は標準体長の頻度分布を基に行われてきたが，太田ほか（2021）

の体長分布データからは当歳魚と1歳魚以上の識別しかできなかったため、過去にトウヨシノボリの遡上を阻害する規模の瀬切れの発生した具体的な年数までは言及できていない。

魚類ではこれまで年齢推定に鱗や耳石、鰓蓋骨などが用いられてきた。本研究で扱った主鰓蓋骨とは、魚類の鰓蓋を構成する4つの骨の内の一つであり、主鰓蓋骨には成長線の密な部分は白濁した不透明帯となり、粗な部分は透明帯となって、両帯は交互に存在しており、年齢査定には主鰓蓋骨が最も適当である（三谷・佐藤 1959）。玉田（1986）の研究では、ヨシノボリ黄斑型（シマヨシノボリ *R. nagoyae* に相当）の鱗からの年齢推定が困難であったため、主鰓蓋骨に刻まれた透明層と不透明層を用いて年齢推定を行った。

そこで本研究では、玉田（1986）の手法を参考にトウヨシノボリ的主鰓蓋骨から年齢推定が可能か確認し、滋賀県愛知川に生息する個体群の年齢と標準体長の関係について解明することを目的とした。

2. 方法

滋賀県湖東を流れる琵琶湖流入河川の一つ、愛知川において調査地点を下流から葉枝見橋（河口からの距離：5.3 km）、御幸橋（11.3 km）、八千代橋（16.1 km）の3地点設定した（図1）。調査時期は2022年の遡上期に入る前の6月上旬に1回、遡上期中の8月上旬に1回、遡上が完全に終了している12月上旬に1回の計3回行った。採集は各地点、約20 m の範囲内の主に平瀬で採集努力量2人延べ20分間と統一し、タモ網（二重枠養殖用扇羽型、網幅35 cm、網目3 mm、深さ35 cm、柄長60 cm）を用いてランダム採集を行った。採集した個体は70 % エタノールで固定し持ち帰り、標準体長（SL: mm）、湿重量（g）を測定し、雌雄の判定を行った。雌雄の判定については、第1背鰭が第2・第3背鰭よりも長いものを雄、短いものを雌とした。ただし、遡上してきた当歳魚および背鰭が未発達である0歳魚については背鰭が発達していないため雌雄の判定は行わなかった。

その後、年齢推定に用いる主鰓蓋骨をサンプルから取り出し、乾燥させて光学顕微鏡（OLYMPUS CH-2）を用いて年齢層を判別した。

トウヨシノボリの鰓蓋から取り出した主鰓蓋骨を乾燥させ、光学顕微鏡で観察した結果、不透明層と透明層が確認され、透明層が無いものを0歳魚、1層のものを1歳魚、2層を2歳魚、3層のものを3歳魚として扱った（図2）。しかし、8月に遡上してきた若魚の主鰓蓋骨だけは、不透明層が確

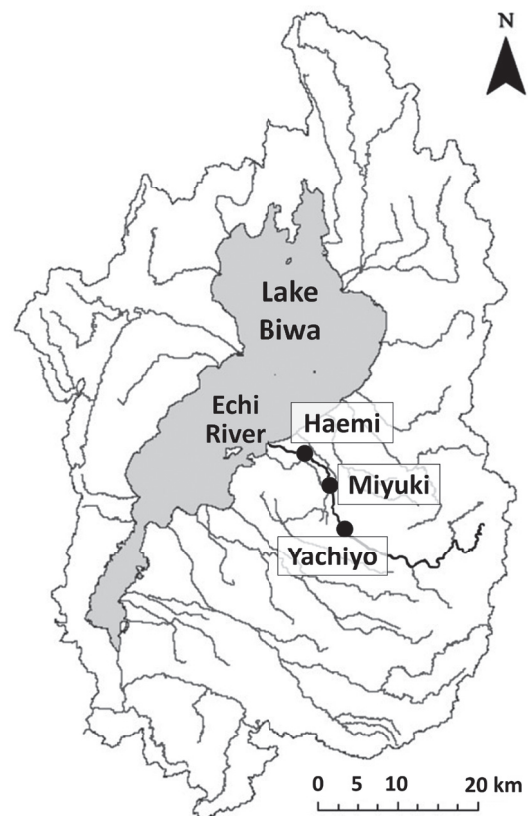


図1 調査地点地図

認められず、全体が透明であったが、遡上魚であることから0歳魚として扱った。

年齢・性別間の平均標準体長を比較するために多重比較の Steel – Dwass 法を用いて解析を行った。また調査地点間での平均標準体長を比較するために Mann – Whitney の U 検定を行った。

すべての解析には解析ソフト R (4.0.5) を用いた。

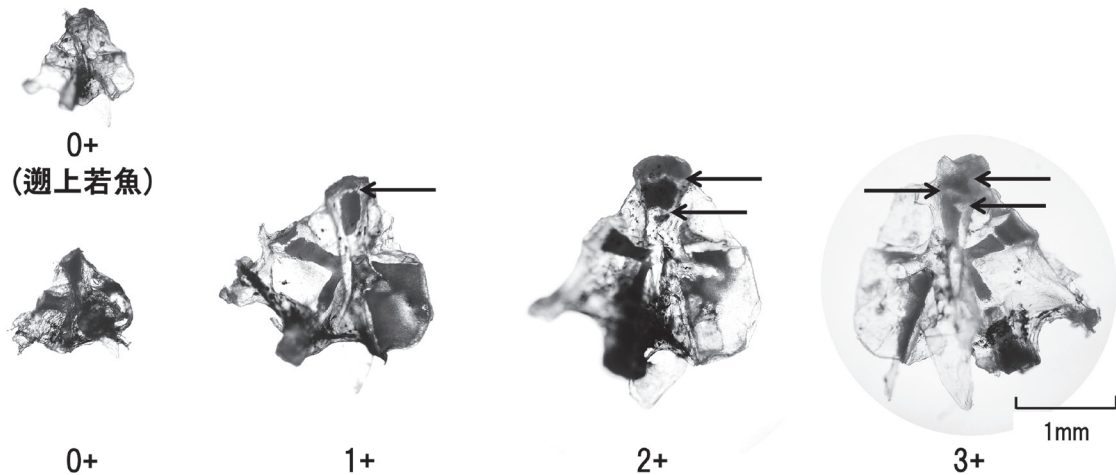


図2 トウヨシノボリの主鰓蓋骨の拡大写真 (矢印は透明層を指す)

3. 結果

(1) トウヨシノボリの年齢別の標準体長

2022年6月、8月、12月に行った採集調査の結果、愛知川全体でトウヨシノボリは、6月は33個体(0歳魚:4個体,雄1歳魚:10個体,雌1歳魚:11個体,雄2歳魚:4個体,雌2歳魚:4個体),8月は103個体(0歳魚:68個体,雄1歳魚:3個体,雌1歳魚:20個体,雄2歳魚:5個体,雌2歳魚:5個体,雌3歳魚:2個体),12月は66個体(0歳魚:2個体,雄1歳魚:12個体,雌1歳魚:15個体,雄2歳魚:17個体,雌2歳魚:17個体,雄3歳魚:2個体,雌3歳魚:1個体)が採集された。本種の体長組成を各調査月別及び年齢別,性別に分け,図3に示した。6月は標準体長が約28 mm から46 mm の間に分布し,特別目立って個体数が多いサイズクラスは見られなかった(図3 - a)。これを年齢別にみたとき,まず6月には0歳魚から2歳魚までおり,3歳魚以上の個体は見られなかった。また1歳魚の体長分布は雄雌共に幅広く0歳魚と同等のサイズの個体や,2歳魚と同等のサイズの個体などが見られた(図3 - a)。

次に遡上期である8月では標準体長が18 mm から49 mm であった(図3 - b)。頻度分布からは18 mm から26 mm の間でひとつのピークが見られ,それらは全て遡上してきた0歳魚であった。30 mm 以上ではピークは見られなかった。30 mm 以上の標準体長の個体には0歳魚も見られたが,そのほとんどが1歳魚以上の雌の個体であった。また6月には見られなかった3歳魚が2個体だけ採集され,標準体長は40 mm を超えていた。

12月は30 mm から48 mm の間に多く,分布としては一山に見える形をしていたが,その中には0

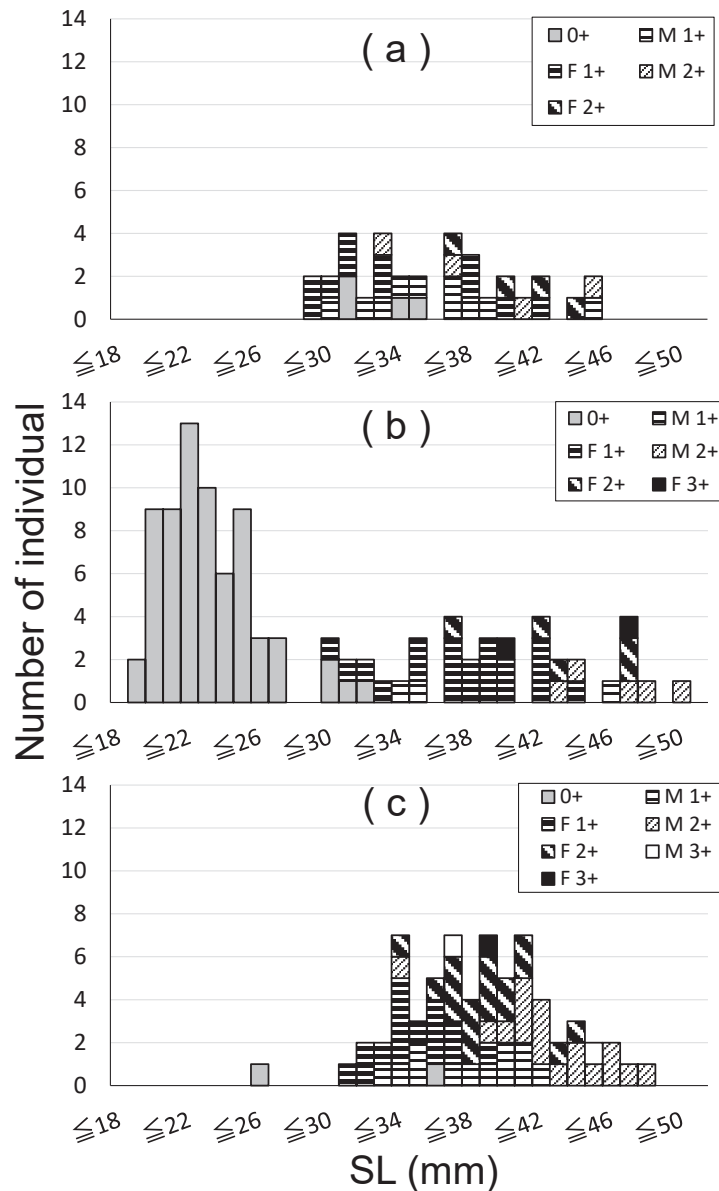


図3 年齢・性別の標準体長の頻度分布 (a: 6月, b: 8月, c: 12月, M: male, F: female)

歳魚と1歳魚から3歳魚までの雌雄が存在しており、3歳魚は捕獲個体数が少なかったため明確ではないが、1歳魚と2歳魚では標準体長のピークは異なっていた(図3-c)。なお、1歳魚と2歳魚それぞれでは雌雄間での標準体長の違いは見られなかった。

トウヨシノボリの雌雄の各年齢間に平均標準体長の差があるかを調べるために箱ひげ図を作成し、比較をした(図4)。その結果、6月では年齢、性別ともにそれぞれの平均標準体長間には有意な差は見られなかった(Steel-Dwass法; $P > 0.05$, 図4-a)。8月では、0歳魚(22.7 ± 2.83 mm)と、雌の3歳魚(43.1 ± 4.5 mm)を除いた4つの群(雄の1歳魚(38.1 ± 6.6 mm), 雌の1歳魚(37.2 ± 3.9 mm), 雄の2歳魚(45.9 ± 2.9 mm), 雌の2歳魚(42.7 ± 4.0 mm))との間に有意な差がみられた(Steel-Dwass法; $P < 0.01$, $P < 0.05$, 図4-b)。このことから0歳魚は他の年齢より標準体長が有意に小さいといえる。また、同じ年齢での雌雄間では有意な差は見られなかったが、雌の1

歳魚と雄の2歳魚との間には有意な差がみられた (Steel - Dwass 法 ; $P < 0.05$, 図4 - b). 3歳魚は採集数が2個体であったため統計的に差を見ることはできなかった. 12月は, 各性別の1歳魚と2歳魚との間で有意な差が見られた (Steel - Dwass 法 ; $P < 0.01$, 図4 - c). よって12月では雌雄ともに1歳よりも2歳の方が, 標準体長が有意に大きいといえる. また, 2歳魚においては雌雄間でも有意な差がみられた (Steel - Dwass 法 ; $P < 0.01$, 図4 - c). 0歳魚 (30.5 ± 6.57 mm) は2個体, 雄の3歳魚 (40.6 ± 5.80 mm) が2個体, 雌の3歳魚が1個体しか採集されなかったため有意な差は見られなかった.

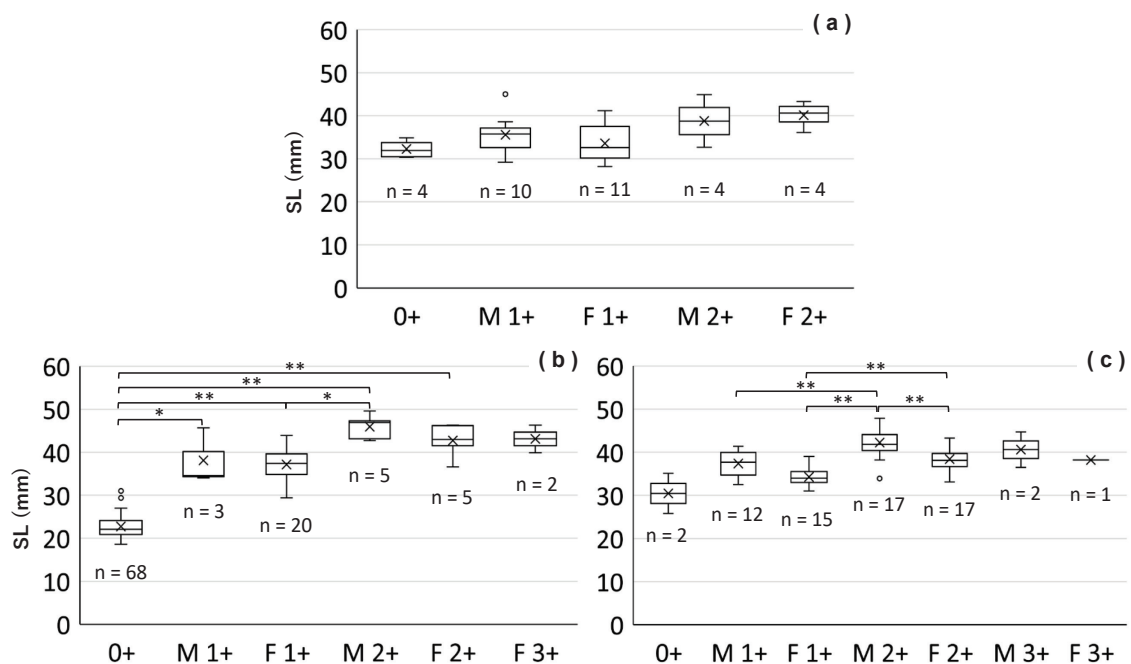


図4 調査月毎の年齢・性別平均標準体長の比較 (a: 6月, b: 8月, c: 12月, M: male, F: female, Steel - Dwass 法 ; **: $P < 0.01$, *: $P < 0.05$, 箱ひげ図の箱の上・下端は第1・3四分位数を, 箱内の水平線は中央値を, ×は平均値を, ひげは最大・最小値を, プロットは外れ値を示す.)

(2) 調査地点別の年齢と標準体長

調査地点別の性別と年齢を含めた体長組成を図5に, 各調査点の月別の最終個体数を表1に示した. 図5から最下流に位置する葉枝見橋と中間地点である御幸橋までは各年齢の個体が確認されたが, 八千代橋ではほとんどトウヨシノボリが採集されなかった (図5 - c). 次に調査月ごとにみた結果, 遡上期前の6月ではトウヨシノボリは最下流地点の葉枝見橋と御幸橋でのみ採集され, 上流の八千代橋では採集されなかった. 採集された2地点とも採集数は1歳魚が多く, 次いで2歳魚, 0歳魚という順番であった (表1). 遡上期である8月は, 葉枝見橋では1歳魚が最も多く採集され, 次いで2歳魚, 0歳魚の順となり, 6月では採集されなかった3歳魚が採集された. 御幸橋では葉枝見橋とは異なり0歳魚が最も多く, 50個体以上採集された. 次に1歳魚が雌雄合わせて10個体弱の採集数であり, 2歳魚と3歳魚は1個体ずつであった. そして八千代橋では, 0歳魚のみが7個体採集された (表

1). 12月は葉枝見橋では他の調査月と同様に1歳魚が多かったが、2歳魚、特に雌個体が他の調査月よりも増加していた。また御幸橋では2歳魚と1歳魚が多く採集され、その他の年齢は少なかった。八千代橋では1歳魚、2歳魚、3歳魚がそれぞれ1個体ずつ採集された(表1)。全調査月を通して葉枝見橋、御幸橋の採集数と比べて八千代橋では採集数が非常に少なかった。

次に、調査地点別に年齢・性別に分け、標準体長を比較した(図6)。調査月で分けた場合、サンプル数が少なく解析ができないため本研究では通年の結果を示した。葉枝見橋では、0歳魚の標準体長と雄の1歳・2歳魚、雌の1歳・2歳魚との間に有意な差がみられた(Steel - Dwass 法; $P < 0.01$, 図6 - a)。また雄の2歳魚の標準体長に対して、雄と雌の1歳魚ともに有意な差がみられた(Steel - Dwass 法; $P < 0.05$, $P < 0.01$, 図6 - a)。雌の1歳魚と2歳魚、2歳魚の雌雄間では差は見られなかった。次に御幸橋では、葉枝見橋と同様に0歳魚の標準体長と雄と雌の1歳魚と2歳魚との間で有意な差がみられた(Steel - Dwass 法; $P < 0.01$)。また、さらに雄の1歳魚と2歳魚、雌の1歳魚と2歳魚との間にも有意

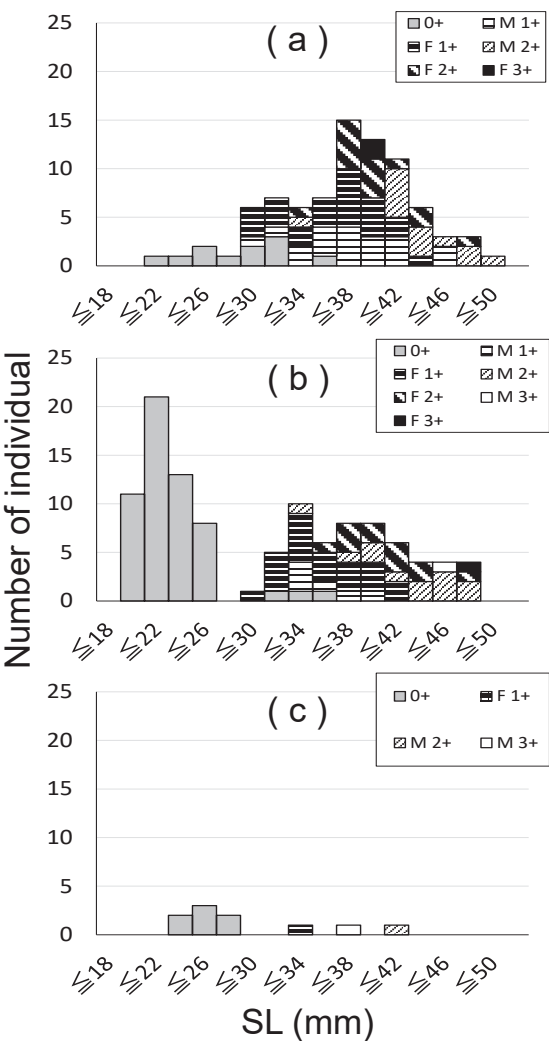


図5 各調査地点の年齢・性別の標準体長の頻度分布 (a:葉枝見橋, b:御幸橋, c:八千代橋, M : male, F : female)

表1 調査地点別にみた個体数の季節推移

study site	month	0 +	1 +		2 +		3 +	
			M	F	M	F	M	F
Haemi	Jun	2	6	6	2	2	0	0
	Aug	7	3	11	5	4	1	1
	Dec	2	10	7	6	8	0	1
	total	11	19	24	13	14	1	2
Miyuki	Jun	2	4	5	2	2	1	1
	Aug	54	0	9	0	1	0	1
	Dec	0	2	7	10	9	1	0
	total	56	6	21	12	12	2	2
Yachiyo	Jun	0	0	0	0	0	0	0
	Aug	7	0	0	0	0	0	0
	Dec	0	0	1	1	0	1	0
	total	7	0	1	1	0	1	0

な差がみられた (Steel - Dwass 法; $P < 0.05$). これらのことから雌雄ともに1歳魚よりも2歳魚の標準体長の方が有意に大きいといえる. なお, 八千代橋のものについては, 採集できた個体数が非常に少なかったため統計解析は不可能であった (図6 - c). 葉枝見橋と御幸橋の雌雄1歳魚と2歳魚の標準体長に差があるか比較した結果, どの年齢・性別間にも有意な差は認められなかった (U 検定; $P > 0.05$).

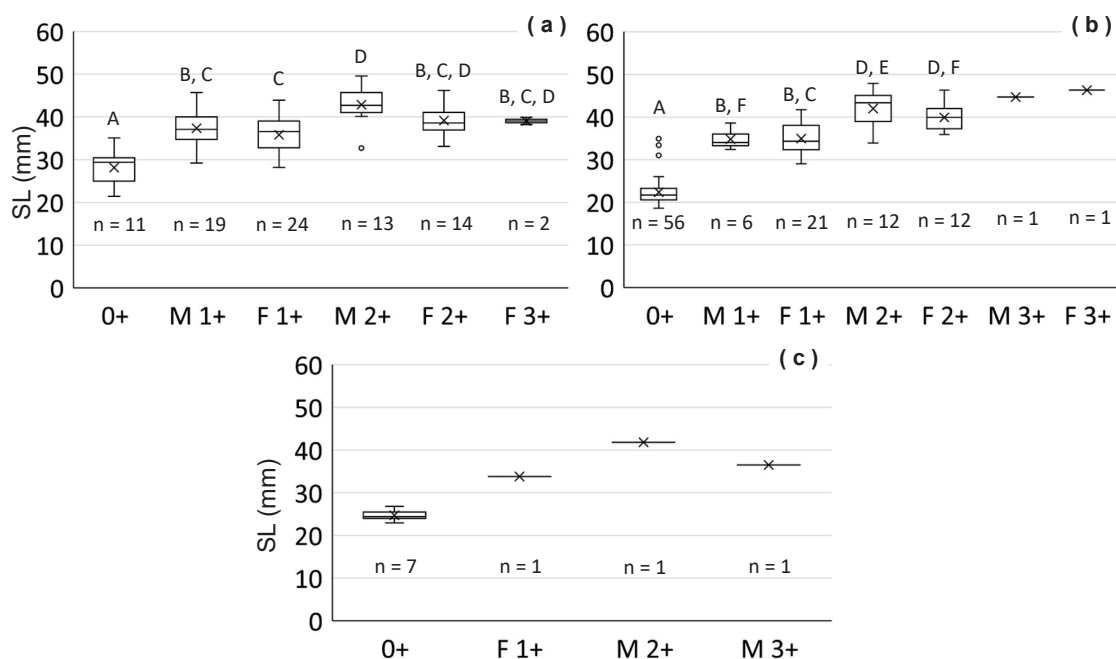


図6 調査地点毎の年齢・雌雄別平均標準体長の比較 (a: 葉枝見橋, b: 御幸橋, c: 八千代橋, M: male, F: female, Steel - Dwass 法; (a) A - B, A - C, A - D, C - D: $P < 0.01$, B - D: $P < 0.05$, (b) A - B, A - D, C - F: $P < 0.01$, B - E, C - F: $P < 0.05$. 箱ひげ図の箱の上・下端は第1・3四分位数を, 箱内の水平線は中央値を, ×は平均値を, ひげは最大・最小値を, プロットは外れ値を示す.)

4. 考察

トウヨシノボリの主鰓蓋骨を観察した結果, 三谷・佐藤 (1959), 玉田 (1986) と同様に透明層と不透明層が交互に織りなされていることが確認出来, また成長とともに主鰓蓋骨が大きくなったものほど透明層が多く存在していたため, 透明層の存在数をトウヨシノボリの年齢として扱ってよいと判断される.

その主鰓蓋骨から推定した年齢を基に, トウヨシノボリの標準体長および年齢の分布を比べた結果, 調査月ごとに異なった特徴が見られた. 遡上期前である6月には標準体長は28 mm から46 mm の間に分布し, その中で年齢も入り混じるように存在していた (図3 - a). 玉田 (1986) によるとヨシノボリ黄斑型では孵化した年の12月から4月までの主鰓蓋骨では不透明層のみであり, 生後約1年後の5月から8月において主鰓蓋骨の先端に透明層が形成されていた. 滋賀県のトウヨシノボリの産卵期は6月から7月 (Yuma et al. 2000; Maruyama et al. 2001; 遊磨ほか 2016) であることから, 玉田 (1986) の結果と同様に産卵期前後である5月から7月にかけて透明層が形成され则认为られる.

このことから6月の結果は主鰓蓋骨に透明層が形成される時期であるために同サイズのクラスでも様々な年齢が混在していたと考えられる。8月は遡上期であるため、河口から遡上してきた標準体長の小さな0歳魚が多くみられた(図3-b)。さらに30 mm から40 mm 弱までのサイズに雌雄ともに1歳魚が多く、36 mm から50 mm 弱までに2歳魚と3歳魚が多くみられた(図3-b)。年齢別の平均標準体長において差があるか解析した結果、0歳魚と1歳魚、2歳魚のそれぞれの間で有意な差が見られた(図4-b)。12月では標準体長が30 mm 以下の個体がほとんど見られず、30 mm から48 mm の間に集中していた(図3-c)。12月も30 mm から48 mm の間に1歳から3歳までの個体が確認できた(図3-c)。8月と同様に、雌雄ともに1歳魚よりも2歳魚の方が有意に大きかった(図4-c)。これらのことから、6月から7月は、主鰓蓋骨の透明層が形成される時期であるため、年齢推定は困難であるが、透明層の形成が安定した8月(遡上期)以降であれば図4-b, cのように、年齢推定の結果でみた標準体長の比較において有意な差がみられたことから、主鰓蓋骨による年齢推定は可能であると考えられる。これを考慮したとき、トウヨシノボリは標準体長40 mm を境に1歳魚以前と2歳魚以降の推定が可能であることが示唆された。

次に、調査地点間で延齢組成を比較する(表1)。それぞれの調査地点の調査月ごと、調査地別に比べた結果、最下流に位置する葉枝見橋は6月、8月、12月を通して大きな変化は見られなかった。3つの調査地点の中間に位置する御幸橋では、8月に0歳魚が多く採集された。これは、8月が遡上期であるため琵琶湖から0歳魚が、最下流の葉枝見橋を通過して御幸橋まで遡上してきたと考えられる。しかし、その先の八千代橋では0歳魚はほとんど採集されなかった。八千代橋に関しては8月だけでなく6月、12月においても他の2地点よりも明らかにトウヨシノボリが採集されなかった。また全調査地点において標準体長が最大49.6 mm であり、50 mm を超える個体は確認されず、年齢では4歳魚以上の個体は見られなかった(図5)。

ヨシノボリ類は、成長しながら遡上をするため上流に行くほど標準体長が大きく、高年齢魚の割合が高くなる(玉田 1986)。しかし本研究では、上述したように愛知川の中流までにあたる3地点では、地点間での標準体長に差はみられなかった。特に八千代橋では採集数が非常に少ないことから、御幸橋と八千代橋との間をトウヨシノボリが遡上出来ていない、または困難な状況になっていることがうかがえる。遡上の阻害となる要因として挙げられるのが、堰や落差工などの河川横断物や人工構造物の存在である。しかし、愛知川の御幸橋と八千代橋の間にはそのような河川横断物は存在していない。そのため考えられる理由が瀬切れの発生である。本研究の調査地である愛知川の御幸橋と八千代橋の間において大規模な瀬切れが発生することが知られている(遊磨・太田 2021)。さらにその瀬切れによってトウヨシノボリの遡上が阻害されていることも明らかになっている(太田ほか 2021)。本研究においても8月の調査時には八千代橋の調査地点の10 m 下流あたりから数 km に渡っての大規模な瀬切れの発生を確認した。八千代橋は本研究での調査地点の中では上流にあたるが、愛知川全体で見ると中流に位置するため、その八千代橋よりも下流にある御幸橋がトウヨシノボリの遡上最上流地点とは考えにくい。つまり図3-bの御幸橋の標準体長の分布は、トウヨシノボリの遡上期である夏場に発生した瀬切れによって琵琶湖から遡上してきた0歳魚が八千代橋まで遡上が出来ず、御幸橋付近

で停滞していることを示した結果と考えられる。また6月から12月にかけて、八千代橋でのトウヨシノボリの採集数は全年齢において非常に少なかった（表1）。つまり瀬切れの発生により遡上のタイミングを失うとその後、河川の水量が回復し、瀬切れが解消されても遡上をせずに、その場に留まっていると考えられる。さらに調査地点の最下流である葉枝見橋において8月以降に0歳魚が増加していなかったことから、トウヨシノボリは多少の降下はしても5 km といった距離の降下はしないと考えられた。またヨシノボリ類は瀬切れ解消に至らない降雨量でも一時的に河川が流水状態となれば移動を行う（玉田 1990；土肥ほか 2006）が、短期間のうちに再び瀬切れが発生すると、遡上途中にできた溜まりなどに閉じ込められ、そのまま瀬切れが解消されなければ死滅するなど、持続的に生息することが困難な環境へとなっていることも考えられる。さらに背景でも述べたように滋賀県に生息するトウヨシノボリは大型であり、標準体長は通常50 mm から70 mm とされている（小型は、通常30 mm ～ 60 mm）（平嶋 2018）ことを踏まえると、愛知川の場合は瀬切れの影響により御幸橋周辺において個体数密度が非常に高くなり、餌資源不足などのため大きく成長できない可能性が考えられる。

年齢については、雌雄ともに採集された最高齢が3歳魚であったことから、滋賀県のトウヨシノボリの寿命が2年から3年である可能性もあるが、一般的な標準体長（成魚は50 mm 以上）から考えると愛知川では4年以上生きることが困難となっているとも考えられる。この理由が瀬切れによる影響かどうかは今後検証が必要であるが、2008年の琵琶湖流入河川でのトウヨシノボリ採捕データでは、愛知川で採捕された最大サイズは45 mm であるのに対し、野洲川、安曇川、天野川などでは50 mm 後半のサイズのものも採捕されていた（泉 未発表）。太田ほか（2021）のトウヨシノボリの過去の遡上指数から推測した瀬切れ規模では、野洲川は瀬切れ規模は小さくトウヨシノボリの遡上に大きな影響は与えない河川であり、安曇川は年によって瀬切れの規模が異なっていることが示唆されていることから瀬切れが発生しにくい河川では体サイズの大きな個体が生息していることがうかがえる。中野ほか（2008）は、瀬切れによる短期間の流量変動でも河川性動物群集は大きく変動すると述べている。よって瀬切れはトウヨシノボリの遡上阻害だけでなく、標準体長や年齢などの生態的特徴にも少なからず影響を与えていると考えられた。

これらのことからトウヨシノボリの主鰓蓋骨を用いた年齢推定は、標準体長との比較した結果、年齢間で有意な差がみられたことから、年齢推定の指標として利用が可能である。そしてこれらを踏まえて標準体長を見たとき、1歳魚と2歳魚の標準体長の境界は約40 mm で区切られることが示唆された。また愛知川に生息するトウヨシノボリの個体群の標準体長は全体的に小さく、寿命も短いと考えられた。

今後、産卵期である6月に繁殖可能な成熟個体が存在しているか、また愛知川ではどこで再生産がされているか明らかにする必要がある。さらにこれらの要因の一つに瀬切れによる影響が考えられるため、今後他河川（特に瀬切れの発生しやすい河川と発生しにくい河川）との比較を行っていくことが重要となる。

5. 謝辞

本研究は、龍谷大学重点強化型研究推進事業（2020年度～2022年度）からの研究費補助により遂行された。また龍谷大学大学院修士課程の田邑 龍氏には、採集調査にご協力いただいた。この場を借りて深くお礼申し上げます。最後に査読者の方には、的確で大変有意義なコメントをいただき、感謝いたします。

6. 参考文献

- 太田真人・泉香名・遊磨正秀（2021）「琵琶湖流入河川におけるトウヨシノボリを用いた瀬切れ規模の評価の試み」『応用生態工学』24(1), pp. 39-50.
- 玉田一晃（1986）「年齢および成長の分析からみたヨシノボリ横斑型（*Rhinogobius brunneus*, Cross-band type）の流れに沿った分布」『南紀生物』28(1), pp. 23-34.
- 玉田一晃（1990）「会津川中流域における渇水による魚類個体群の減少および絶滅について」『南紀生物』32(2), pp. 89-94.
- 土肥唱吾・峰松勇二・井上幹生・三宅洋（2006）「瀬切れ上流 - 下流間における河川生物群集の比較」『環境システム研究論文集』34: pp. 57-66.
- 中野裕・土肥唱吾・峰松勇二・井上幹生・三宅洋（2008）「瀬切れ区間における河川動物群集の時間的変動」『環境システム研究論文集』36, pp. 445-455.
- 平嶋健太郎（2018）ヨシノボリ属. 『日本魚類館—精緻な写真と詳しい解説—』（中坊徹次 編・監修），小学館，pp. 412-417.
- 三谷文夫・佐藤哲哉（1959）「ブリの成長と年令に関する研究 -II 鰓蓋骨による年令査定」『日本水産学会誌』24 (10), pp. 803-808.
- 遊磨正秀・丸山敦・山中裕樹・太田真人（2016）「琵琶湖の回遊魚と流入河川の河口付近環境」『里山学研究センター 2015 年度年次報告書』, pp. 298-302.
- 遊磨正秀・太田真人（2021）「琵琶湖流入河川の14 河川 1 支流における瀬切れ記録」『環境技術』50(5), pp. 268-273.
- Maruyama Atsushi, Yamada Yoshihiro, Yuma Masahide & Rusuwa Bosco (2001) "Stable nitrogen and carbon isotope ratios as migration tracers of a landlocked goby, *Rhinogobius* sp. (the orange form) in the Lake Biwa water system." *Ecological Research*, 16, pp. 697-703.
- Yuma Masahide, Maruyama Atushi & Rusuwa Bosco (2000) "Behavior and distribution of upstream-migrating juvenile *Rhinogobius* sp. (the orange form)." *Ichthyological Research*, 47 (3-4) pp. 379-384.

受付日：2023年10月5日

受理日：2024年2月9日