

鈴木邦弘^{*1}

*2しずおか河川ナビゲーションhttp://www.shizuoka-kasen-navi.jp/html/kawazu/basic_01.html

日輪の計測と孵化日の推定

アユの耳石に刻まれる輪紋は日輪であることが報告されている¹²⁾ことから、各個体の右側の扁平石を用いて以下の方法により日輪を解析した。

摘出した扁平石をエポキシ系樹脂でスライドガラス上に包埋し、耐水研磨紙(#1200及び#2000)、ラッピングフィルム(9 μ m)、アルミナパウダー(0.3 μ m)の順で研磨することにより鏡面仕上げを行った。その後、耳石日輪計測システム(ラトックシステムエンジニアリング社製APR/W Ver. 7.00)により輪紋を計測した。

この際、耳石核からの距離が15 μ m以上離れた輪紋を孵化後に形成された日輪とし¹²⁾、得られた輪紋数を採捕日から減算することで孵化日を推定した。また、耳石核から体軸後方の最大半径上に計測線を設定し、200～500倍の透過型生物顕微鏡を用いて輪紋を観察した。

遡上日と遡上サイズの推定

2010年3月11日に採捕した3個体と2011年3月16日に採捕した1個体の合計4個体の大型個体を用いて、耳石のEPMA解析により遡上日と遡上サイズの推定を行った。耳石の包埋片に白金コーティングを施し、電子プローブマイクロアナライザー(EPMA, 日本電子社製JXA-8230)によって、耳石核から縁辺部を結ぶ線上のSrとCa濃度を分析した(加速電圧15kV, ビーム電流 2×10^{-8} A, ビーム径3 μ m, 測点間隔3 μ m, 照射時間1秒)。Caに対するSr濃度比を1,000倍したものをSr/Ca比とした。信濃川の天然遡上アユでは河川遡上後のSr/Ca比が平均2.19(± 0.60 SD)¹³⁾と報告されていることから、Sr/Ca比で2以下を示している期間を河川内生活期と判断した。

次に、これら4個体における輪紋間隔の計測結果から、各個体の体長を、Biological intercept法¹⁴⁾による以下のアロメトリー式から逆算した。この際、個体ごとに、孵化及び採捕時における体長と耳石半径の関係からパラメー

タである α と β を求めた。なお、孵化時の体長として、静岡県中部の興津川で2010年11月～2011年2月に採捕された卵黄未吸収の流下仔魚の平均体長6.1mm(N=40, 体長範囲5.37～7.19mm)を用いた。

$$SLi = \alpha \times Ri^\beta$$

ただし、 SLi : i 番目の日輪形成時の体長

Ri : i 番目の日輪形成時の耳石半径

α : パラメータ

β : パラメータ

以上の解析から、河川遡上日と遡上時の体長を推定した。

なお、日輪解析及びEPMA解析については日本エヌ・ユー・エス株式会社へ委託した。

水温計測

2010年12月1日～2011年3月31日に、水温データロガー(onset社製TidbiT v2)を河津川下流と河津谷津川下流の2か所(図1)のそれぞれ水深50cmの水底直上に設置し、毎時の水温を計測した。計測データから日平均値と日標準偏差を算定し、地点間での水温を比較した。

結 果

大型個体の出現状況

2011年3月16日の調査で採捕したアユの写真を図2に、小型個体と大型個体の測定結果を表1に、各年の体長組成を図3に示した。

採捕されたアユは、体長48.7～77.1mmの小型個体(以下、遡上個体)と、体長119.7～149.4mmの大型個体の明

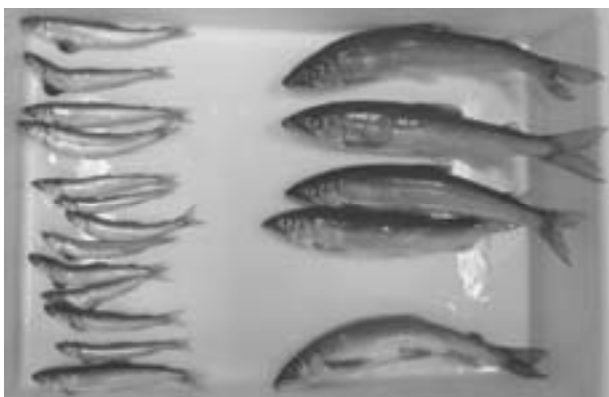


図2 2011年3月16日に河津谷津川で採捕されたアユ
左：小型個体、右：大型個体

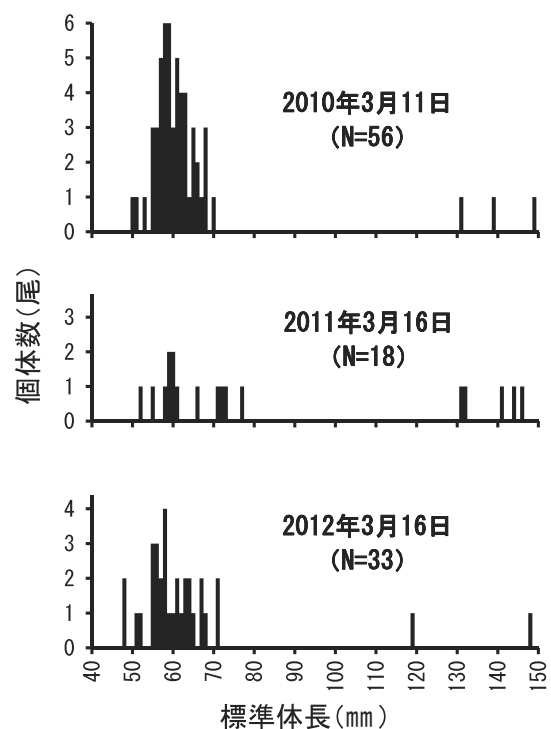


図3 河津谷津川で採捕されたアユの体長組成

らかに大きさの異なる2群に分けられた。

採捕尾数は、2010年が56尾、2011年が18尾、2012年が33尾の合計107尾であり、そのうち大型個体はそれぞれ3尾(5.4%)、5尾(27.8%)、2尾(6.1%)の合計10尾(9.3%)であった。これら大型個体の全てに卵巣が確認されたことから全個体が雌と判別され、GSIは1個体(個体番号03, 2.61%)を除いて1%以下であった。

大型個体の孵化日

日齢及び孵化日の推定結果を表2に示した。遡上個体は、年平均値で120～123日齢(個体別では99～141日齢の範囲)であったため、平均孵化日は採捕した前年の11月中旬(個体別では10月27日～12月2日の範囲)と推定された。これに対し、日齢解析を行った大型の4個体は、425～456日齢、孵化日は前々年の12月10日～前年1月10日であり、これら大型個体が越年個体であることが確認された(以下、越年個体)。

越年個体の遡上日と遡上サイズ

越年個体の耳石のSr/Ca比の推移を図4に示した。2010年に採捕した個体番号01～03はパターンが類似しており、耳石核から600 μ m付近までのSr/Ca比は概ね6以上であったものが、その後急激に低下し縁辺までは2前後で推移した。個体番号04は、400～600 μ mの間は緩やかに低下し、その後は縁辺まで2前後で推移した。いずれの個体も、河川遡上後は河川内に留まっていた。

越年個体の遡上日及び遡上体長の推定結果を表3に示した。いずれの越年個体も遡上日は6月中下旬であり、遡上体長は80.8～88.8mmであった。

水温の推移

河津谷津川及び河津川における日平均水温の推移を図5に示した。1月1日～2月18日に機器の故障により河津川の水温を計測できなかったが、その他の期間で比べると河津谷津川の水温は河津川に比べて常に2～9℃高い

表1 河津谷津川で採捕されたアユの測定結果

分類	採集年月日	個体番号	標準 体長(mm)	体重 (g)	生殖腺重量 (g)	肥満度	雌雄	GSI (%)	備考
小型個体 (平均値)	2010年3月11日	-	60.7	2.3	—	10.4	—	—	N=53
	2011年3月16日	-	63.8	3.3	—	12.7	—	—	N=13
	2012年3月16日	-	59.9	2.1	—	9.7	—	—	N=31
大型個体	2010年3月11日	01	132.0	18.3	0.10	7.9	♀	0.55	
	3月11日	02	139.1	31.4	0.21	11.7	♀	0.67	
	3月11日	03	149.4	44.8	1.17	13.4	♀	2.61	
	2011年3月16日	04	131.4	32.9	0.28	14.5	♀	0.85	
	3月16日	05	132.7	31.5	0.20	13.5	♀	0.63	
	3月16日	06	141.5	35.2	0.02	12.4	♀	0.06	
	3月16日	07	144.8	41.0	0.06	13.5	♀	0.15	
	3月16日	08	146.9	41.4	0.01	13.1	♀	0.02	
	2012年3月16日	09	119.7	23.4	0.12	13.6	♀	0.51	
	3月16日	10	148.1	27.3	0.11	8.4	♀	0.40	

表2 河津谷津川におけるアユの日齢及び孵化日の推定結果

分類	個体 番号	採集年月日	日齢		孵化日		備考
			平均	(最小 ～ 最大)	平均	(最小 ～ 最大)	
小型個体 (遡上個体)	-	2010年3月11日	120	(99 ～ 134)	2009年11月11日	(10月28日 ～ 12月2日)	N=53
	-	2011年3月16日	121	(109 ～ 133)	2010年11月15日	(11月3日 ～ 11月27日)	N=13
	-	2012年3月16日	123	(111 ～ 141)	2011年11月14日	(10月27日 ～ 11月26日)	N=31
大型個体 (越年個体)	01	2010年3月11日	456		2008年12月10日		
	02	2010年3月11日	425		2009年1月10日		
	03	2010年3月11日	436		2008年12月30日		
	04	2011年3月16日	434		2010年1月6日		

状態にあった。また、河津谷津川の日平均水温は12～2月にも15～20℃で推移しており、この間に記録された最低水温は11.5℃であった。

考 察

越年個体の出現状況

河津谷津川において、2010～2012年の各年3月中旬に採捕した体長119.7～149.4mmの大型個体10尾(表1)は、その一部を日齢解析することにより越年個体であることが確認された(表2)。東京都多摩川⁴⁾では、1983年3～5月に65回設置した小型定置網において合計18尾の越年個体を採捕し、平均体長が19.7cm、14尾が雌、15尾が3月中に採捕されたと報告されている。広島県太田川⁷⁾では、1990～1992年の各年6月に釣りあるいは投網により平均体長14.3～19.7cmの越年個体14尾を採捕し、全個体が雌であったと報告されている。河津谷津川の越年個体は全て雌であり、多摩川や太田川の事例に比べ明らかに小さかった。

近年、全国各地でアユの小型化が懸念されるようになり、富山県庄川での解析¹⁵⁾では、産卵期の遅れとそれに

連動した遡上の遅れ及び河川生活期の短さが小型化の要因であると指摘されている。河津谷津川の越年個体は、孵化日が12月10日～翌年1月10日と遅く(表2)、遡上時期も6月中下旬と遅かった(表3)ことから、小型であったものと推察される。

また、一般的に、遡上稚アユの大きさは遡上初期が最大で月を経るに従い小型化する^{16, 17)}ため、越年個体の遡上体長が80mm台であった(表3)のは、6月の遡上稚アユとしては大型に分類される。よって、河津谷津川の越年アユは、後期遡上群(6月)のうちで海域において高成長を成し得た数少ない個体とその由来であると推察される。

ただし、越年個体に関する日輪解析は本報が初の報告であり、アユの日齢解析に関する既存の知見¹²⁾では約300日齢までの読み取り誤差が2%との報告があるが、それ以降の誤差については検討事例がない。300日齢以降では成長鈍化により読み取り誤差が大きくなる可能性があり、本報告よりも孵化日は早まると予想される。今後は、河津谷津川において遡上が完了した7月頃にアユを採捕し、遅生まれの遡上状況の確認のほか、孵化時期の違いによる遡上時期や遡上サイズの検討が必要となろう。

表3 河津谷津川におけるアユ越年個体の遡上日及び遡上体長の推定結果

個体番号	遡上日	遡上体長(mm)
01	2009年6月19日	88.8
02	2009年6月10日	87.0
03	2009年6月23日	88.8
04	2010年6月21日	80.8

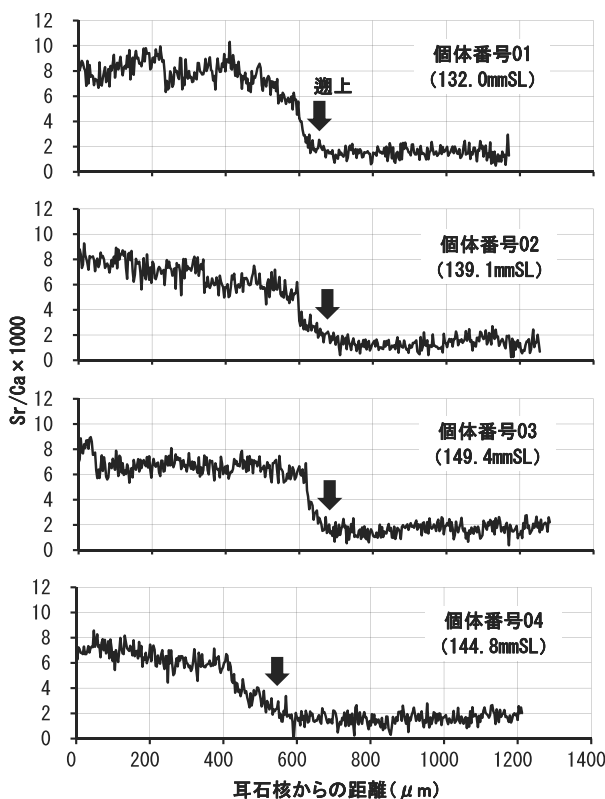


図4 河津谷津川におけるアユ越年個体の耳石のSr/Ca比の推移

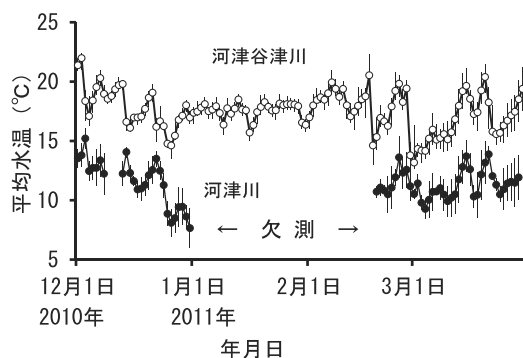


図5 河津谷津川及び河津川における日平均水温の推移 (縦バーは標準偏差)

越年アユの存在意義

越年アユは、一般的には食品としての価値が低く⁷⁾、水産的な価値は低いと考えられる。また、冷水病菌等の病原体のキャリアとなる可能性があり⁸⁾、アユ漁業にはむしろマイナスに働くことも懸念される。

一方で、生物学的には、越年のメカニズム^{6, 7)}や産卵加入及び寿命⁶⁾など、解明すべき課題は多く残されている。また、冬季の高水温が越年アユの生息を可能にしているとの報告が多いが、河津谷津川においては周辺からの温泉¹¹⁾排水が要因となって冬季の平均水温が15～20℃と高く(図5)、このことが越年アユの生息を可能にしていると推察される。これまでは、湧水に着目して越年アユの生息が論じられることが多かったが、温泉が多い本県においては温泉排水が流入する河川での越年アユの生息や特殊な生物相の実態把握が必要と考えられる。実際に、河津谷津川では、オオウナギ*Anguilla marmorata*やユゴイ*Kuhlia marginata*などの南方系淡水魚が生息しており(鈴木未発表)、イッテンコテナガエビ*Palaemon concinnus*などの南方系の甲殻類も確認されている¹⁸⁾。温暖化も進行している昨今、これら南方系生物の定着と共に、アユの産卵期の遅延化¹⁹⁾やこれに伴う親魚の小型化及び越年アユの増加も予想されるため、注視していく必要があるだろう。

謝 辞

アユの採捕作業に協力していただいた富士養鱒場職員の川嶋尚正氏、後藤裕康氏、鈴木勇己氏、河津川非出資漁業協同組合の野中功氏、調査に快く承諾してくださった河津川非出資漁業協同組合元組合長の加藤四郎氏に感謝申し上げる。

文 献

- 1) 吉澤和俱(2005): アユ, 水産増養殖システム2 淡水魚(隆島史夫・村井衛 編), 恒星社厚生閣, 東京, 83～101.
- 2) 野村貫一(1922): 二年鮎について, 水産学会報, 3, 205～209.
- 3) Suzuki K.(1939): Regeneration of Gonads in *Plecoglossus altivelis* after Spawning Season, *CYTOLOGIA*, 10, 113～126.
- 4) 東京都水産試験場(1984): 多摩川における稚アユの遡上生態等について(海産稚アユ等資源量調査), 原口印刷株式会社, 東京, 47pp.
- 5) 本間義治・田村栄光(1962): ビワ湖産コアユの生殖

腺における週年変化, 魚類学雑誌, 9, 135～152.

- 6) 立原一憲・木村清朗(1988): 池田湖における越年アユについて, 日本水産学会誌, 54(7), 1107～1113.
- 7) 栄研二・海野徹也・高原泰彦(1996): 広島県太田川における越年アユの生物学的, 生化学的性状, 日本水産学会誌, 62(1), 46～50.
- 8) 宮崎統五(2008): 越冬アユから分離された細菌性冷水病原菌*Flavobacterium psychrophilum*, 魚病研究, 43, 167～169.
- 9) 石田力三(1988): 年越しアユとは?, アユその生態と釣り, 株式会社つり人社, 東京, 89～90.
- 10) 板井隆彦(1982): アユ, 静岡県の淡水魚類, 静岡県生活環境部自然保護課, 第一法規出版株式会社, 東京, 25～32.
- 11) 福富孝治(1936): 南伊豆谷津温泉に就て, 地震, 8, 457～468.
- 12) Tsukamoto K. and Kajihara T.(1987): Age Determination of Ayu with Otolith, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 51, 1985～1997.
- 13) Otake T., Uchida K.(1998): Application of Otolith Microchemistry for Distinguishing between Amphidromous and Non-amphidromous Stocked Ayu, *Plecoglossus altivelis*. *Fish. Sci.*, 64(4), 517～521.
- 14) Campana SE(1990): How reliable are growth back-calculation based on otolith?, *Can.J.Fish. Aquat.Sci.*, 47, 2219～2227.
- 15) 井口恵一朗・間野静雄・安房田智司・淀太我・田子泰彦(2011): 最近の庄川で観察されたアユの小型化, 水産増殖, 59(3), 459～464.
- 16) 楠田理一(1963): 海産稚アユの遡上生態－Ⅱ.大雲川における遡上群の季節的变化, 日本水学会誌, 29(9), 822～827.
- 17) 田子泰彦(2002): 富山湾の湾奥部で成育したアユ稚魚の河川への回遊遡上, 日本水産学会誌, 68(4), 554～563.
- 18) 丸山智朗(2015): 伊豆半島河津川におけるイッテンコテナガエビ(節足動物門:十脚目:テナガエビ科)の初記録, 神奈川自然史資料, 36, 45～48.
- 19) 西森克浩(2011): 湖産アユ産卵期の河川水温の長期変化がアユの産卵におよぼす影響予想, 平成21年度滋賀県水産試験場事業報告, 61.

Age and migration history of yearling Ayu that appeared in Kawazu-yatsu River

Kunihiro Suzuki

Abstract I collected Ayu (*Plecoglossus altivelis*) from the Kawazu-yatsu River, in Shizuoka Prefecture, Izu Peninsula south. I collected 107 individuals by electro fishing in mid-March of each year from 2010 to 2012. Of these, 97 were small individuals (48.7-77.1 mm SL), and 10 were large (119.7-149.4 mm SL). Four of the large individuals were 425-456-days-old, and small individuals were 99-141-days-old. Therefore, the large individuals were yearlings. In addition, I analyzed the yearling Ayu by EPMA and estimated them to be run up in 80.8-88.8 mm SL in late June of the previous year.

Key words: Ayu, *Plecoglossus altivelis*, yearling, overwintering, EPMA, age in days, water temperature, migration history