

都市河川大和川河口におけるアユの蝟集,
 下流域における遡上と餌料環境に関する研究

**AN INVESTIGATION ON THE GATHERING, UPSTREAM MIGRATION AND
 FOOD ENVIRONMENT OF AYU *PLECOGLOSSUS ALTIVEILS ALTIVEILS*
 IN THE MOUTH AND LOWER AREAS OF THE URBANIZED YAMATO RIVER**

環境水域工学研究室 熊野哲也

Laboratory of Estuarine and Coastal Ecosystem Engineering Tetsuya KUMANO

都市河川大和川河口・下流域において、河川生態系の改善指標種であるアユに着目して、堺2区人工干潟の成育場としての有効性、柏原堰堤右岸側魚道の遡上手段としての有効性、下流域における餌料環境について現地調査により把握した。人工干潟の波打ち際における水温が周辺海域に比べて低いこと、魚道内隔壁の越流部流速が大きくアユが遡上できないこと、下流の河床における優占種が餌料となりにくく、小さい河床粒径が藻類量に影響を与えていることがそれぞれ課題であると推察された。

Ayu plecoglossus altiveils altiveils is an indicator species to judge the recovery of river ecosystems. Field investigations were carried out at the urbanized Yamato River from 2013 to 2015 to examine the effectiveness of the surf zone of an artificial tidal flat for larval habitats of Ayu, effectiveness of a Kashiwara right-side fishway for upstream migration, and food environments of lower areas of the river. Through these field investigations, it became clear that water temperature of the surf zone was lower compared to neighboring coastal areas, flow velocity of the overflow section of the fishway was too fast and inhibited Ayu's upstream migration, and dominant species of the attached algae were not suitable for food and grain size of the riverbed was too small for algal growth.

1. 序論

1.1 都市と河川

河川整備はこれまで治水、利水の向上を優先して行われてきた。しかし、近年では河川が本来持っている機能(生物多様性、景観など)に注目し、従来の治水、利水対策に加え、これらも配慮した自然共生型の河川整備が重視されている。生物多様性について着目してみると、1990年に国土交通省により「多自然型川づくり」の推進についての通達がなされて以降、全国の河川において多自然型工法を用いて生態系へ配慮した改修が行われている。しかし、生態系への効果としては不適切な改修とされるものが多く¹⁾、生態系を含む河川の自然的特性を把握した上で、効果的な改修をすべきであるといえる。

1.2 都市河川大和川とアユの遡上

都市河川大和川は奈良県と大阪府にまたがる一級河川(図-1)である。高度経済成長期に水質が悪化した。近年は水質が改善され、アユ(*Plecoglossus altivelis altivelis*)の遡上を確認された。アユは河川生態系の改善指標種としての役割を持ち、大和川におけるアユの生息環境の現状と課題を把握・解析することは生態系に配慮した河川環境整備のための有用な知見となる。このことから、主に遡上期、産卵期を対象にアユの生息環境に関する研究が行われてきた(表-1)。大和川流

域では多自然型河川を目指して、魚道の整備・瀬と淵の創出・河口域における人工干潟の造成などの改修がなされている。大和川に遡上するアユを増加させるためには、アユがこれらの構造物を効果的に利用することが望まれるが、その有効性については未解明である。本研究では、河口域に造成された人工干潟の河口・海域生活期における成育場としての有効性、河口から17.6km付近に設置された魚道の中流域への遡上手段としての有効性、下流域における餌料環境の現状と課題を現地調査によって明らかにすることを目的とした。

表-1 アユの生活史と大和川における既往研究

	3~6月	6~10月	10~11月	12~3月
生活史	遡上期	河川生活期	降下・産卵期	河口・海域生活期
生活場所	河口・海域, 河川	河川		河口・海域, 河川
既往研究	・遊離NH ₃ ・NH ₂ Clの稚魚への影響把握 ・遊離NH ₃ の分布調査 ・遡上数推定	餌料環境評価	産卵場適正評価	-
課題	・河口付近の水質が遡上に悪影響 ・遡上数が少ない	餌料が少なく、生息場の拡大が必要	砂河川であるため、好適な産卵場が少ない	河口域において浅場が不足



図-1 大和川流域図(大和川河川事務所)²⁾

2. 干潟波打ち際における仔稚魚の出現と水底質環境

2.1 調査方法

堺 2 区人工干潟の波打ち際とその周辺海域において、アユ仔稚魚の採集調査を行った。調査地点と調査に用いた採集ネットについてそれぞれ図-2、図-3 に示した。仔稚魚の波打ち際の利用状況を確認するため、干潟内 (a, b, c) において 2014 年 11 月 16 日, 12 月 8 日, 12 月 19 日, 2015 年 1 月 9 日, 1 月 20 日, 3 月 26 日に NTI ネット (長さ 6m, 高さ 1m, 中央袋網直径 0.7m, 魚捕り部目合い 5mm) を用いて岸と平行に曳き網 (水深 1m 以浅) を行った。干潟周辺海域では、ノルパックネット (長さ 1.8m, 開口部直径 45cm, 目合い 0.45mm) を漁船と平行に設置し、地点 A, B, C で採集を行った。採集した仔魚は計数の後、体長・体重を測定した。さらに干潟波打ち際の水底質環境として、干潟内 (a, b, c) において表層水温・表層塩分・底質の強熱減量・粒度組成を測定した。

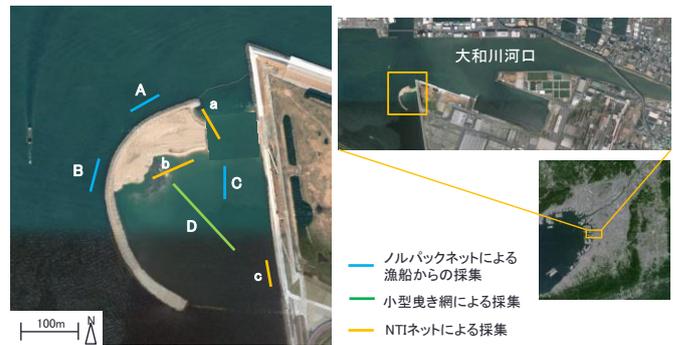


図-2 仔稚魚採集調査地点と調査方法



図-3 調査に使用した採集ネット

2.2 結果

2.2.1 アユ仔稚魚の出現状況

NTI ネットによる波打ち際におけるアユの採集数と平均体長 (±標準偏差) を表-2 に示した。11 月・12 月において、各月の平均体長とその偏差はそれぞれ、15.5mm (±5.2), 18.7mm (±6.4) であった。1・3 月においては波打ち際で仔魚は確認されなかった。また、ノルパックネット・小型定置網による周辺海域・干潟内における採集では、一度もアユは採集されなかった。

2.2.2 干潟波打ち際における水底質環境

環境要因として測定した水温・塩分・底質の強熱減量はそれぞれ、6.4~17.9°C, 21.9~27.9psu, 0.49~1.08% の範囲で変動した。底質の粒度組成は主に礫分と砂分で構成され、砂分が 33.7%~53.5% の範囲で変動した。また、現地で測定した表層水温・塩分は、国土交通省近畿地方整備局による大阪湾水質定点自動観測データ配信システム³⁾の堺浜観測地点の表層水温 (水深 0.5m 層)・塩分 (水深 1.0m 層) とそれぞれ高い相関関係がみられた (決定係数 0.99, 0.81)。堺浜観測地点におけるデータを線形補間することで干潟波打ち際の表層水温を推定し、これを加えてアユの出現状況との水底質環境の関係を考察した。

2.3 考察

2.3.1 アユの出現状況と接岸アユの採集数・体長

アユ仔稚魚の採集結果から、アユが波打ち際を生息場として選択していることが推察された。接岸アユの採集尾数について、曳網 1m あたりの採集尾数は 12/8 に 0.24 尾となり一番大きかった。富山湾では 12 月に

表-2 干潟波打ち際におけるアユ採集尾数と平均体長

調査日		地点	採集尾数 (尾)	平均体長 (mm)
2014年	11月16日	a	ND	ND
		b	14	15.3 (±2.8)
		c	17	12.4 (±4.2)
	12月8日	c	12	16.5 (±5.0)
12月19日	c	3	27.3 (±2.1)	
2015年	1月9日	c	0	-
	1月20日	a, b, c	0	-
	3月26日	a, b, c	0	-



図-4 干潟波打ち際と周辺海域の日平均水温の推移

表-3 2007~2014 年の仔アユの流下確認期間

	流下開始	以前の流下数0の確認	流下終了	以後の流下数0の確認
2007年	11/4	11/2	12/14	-
2009年	10/22	-	12/2	12/9
2011年	11/3	-	12/7	-
2012年	10/24	-	12/5	12/12
2013年	11/1	10/25	12/6	12/13
2014年	10/31	-	12/5	12/19

最大採集尾数 48.2 尾/m, 三河湾では 12 尾/m という報告と比べると 2 オーダー小さい。波打ち際では体長 10mm 以上の個体が出現し、約 20~28mm に成長したアユは分布域を沖合深所へ広げることが報告されてい

る⁴⁾。本干潟においても、体長 30mm 以上の個体は確認されなかったことから、成長した個体が沖合へ生息域を移動させたと考えられた。

2.3.2 アユの出現状況と水温の関係

図-4 に堺浜観測地点の表層水温（水深 0.5m 層）から推定した干潟波打ち際表層の日平均水温と大阪港波浪観測所の表層（水深 0.7m 層）、淀川河口観測所の表層（水深 0.5m 層）の日平均水温の推移を示した。アユの出現状況と干潟波打ち際表層の日平均水温の推移との関係をもてみると、日平均水温は 12/13 以降に連続的に 10℃を下回るようになっており、12/19 の採集尾数は 11/17, 12/8 に比べて 1 オーダー小さくなっている。また、日平均水温が連続的に 10℃以下である 1 月以降は採集されなかった。さらに、図-4 より堺 2 区人工干潟がある大和川河口域では冬季の水温が周辺海域に比べて低いことが確認され、水温の低下に伴って仔稚魚が隣接海域へと生息場所を移動させたと考えられた。土佐湾のような冬期でも波打ち際の水温が 10℃を下回らない海域では、1・2 月においてもアユが採集されており、堺 2 区人工干潟がある大和川河口域では冬季の水温が周辺海域に比べて低く、アユの接岸場として好条件ではなくなることが推察された。また、2014 年の仔アユの流下確認期間は 10/31～12/5 であり、過去の仔アユの流下期間を示した表-3 より仔アユの流下が終了するのは 12 月の 1～2 週目であると考えられる。12 月の 1～2 週目に流下した仔アユが接岸するサイズに成長したとき干潟波打ち際の水温は好適ではなくなると考えられた。

3. 柏原堰堤右岸側魚道におけるアユの遡上環境

3.1 調査方法

柏原堰堤右岸側魚道（図-5）における遡上状況を把握するために 2015 年 3 月 30 日から 7 月 28 日までの間で計 8 回採捕調査を行った。魚道出口に小型曳き網（図-3）を設置し、24 時間後に回収した。遡上したアユは遡上数を記録し、成育状態（全長・体長・体重）を測定した。また、環境要因として河川水の水温、濁度、光量子量、魚道内隔壁における最大開幅部の越流部流速と水深、魚道下流部流速を測定した。また、水位の連続観測データとして魚道上流にある大和川水系柏原観測所における国土交通省水質データベース⁵⁾の水位データを使用した。

3.2 結果と考察

3.2.1 アユの遡上状況と突進速度

現地調査によって得られたアユの遡上数データと国土交通省大和川河川事務所による遡上数データを合わ



図-5 柏原堰堤と中央・右岸側魚道の位置

表-4 各調査日におけるアユの遡上数

調査日	採捕数	調査日	採捕数
3/30	0	5/25～5/26	※ 10
4/16	0	5/28～5/29	1
4/22～4/23	3	6/2～6/3	※ 1
5/7～5/8	10	6/9～6/10	※ 18
5/13～5/14	6	6/16～6/17	※ 6
5/21～5/22	※ 7	6/24～6/25	0

せて表-4 に示した。表の※は河川事務所による調査結果を示す。4 月 22 日～6 月 17 日にかけてアユの遡上が確認され、遡上アユの体長は 4.4cm～14.5cm であった。4/22～23 に遡上した個体は 5 月に遡上した個体に比べて有意に体長が小さく、成長の様子が伺えた。

3.2.2 隔壁越流部におけるアユの遡上の可・不可

魚道内の隔壁越流部をアユが遡上可能であるかを検討するために、隔壁越流部における最大断面流速 V_2 を式-1～式-4 を用いて推定した。隔壁越流部（断面）を図-6 に示した。式-2 について、断面①における断面平均流速 V_1 は一般的に限界流速 V_c と近似されるが、現地で測定した越流部流速 V と限界流速 V_c が同値をとらなかったため、ここでは V_1 を V と近似した。

$$V_2 = \sqrt{V_1^2 + 2(p_1 + p_2)/\rho + 2g(z_1 - z_2)} \quad \text{式-1}$$

$$V_1 \cong V \quad p_1 \cong p_2 \quad z_1 - z_2 \cong \Delta h \quad \text{式-2}$$

$$\Delta h = h_w + h - h_p - h_a \quad \text{式-3}$$

$$V_2 = \sqrt{V^2 + 2g \Delta h} \quad \text{式-4}$$

$V_{1,2}$: 断面①, ②における断面平均流速 [m/s]

$p_{1,2}$: 断面①, ②における圧力 [Pa]

$z_{1,2}$: 断面①, ②の基準面からの位置 [m]

V : 現地で測定した越流部流速 [m/s]

次に、遡上したアユの突進速度（魚が数秒間しか維持できない最大の遊泳速度）を推定した。突進速度（=BS）は文献値より、体長（=BL）5.25cm 未満では BS=13.3BL, 5.25～8cm では BS=8BL, 8cm 以上では BS=20BL と定義した。推定した遡上アユの突進速度の範囲（最小値から最大値）とアユの遡上があった調査

日における各段の最大断面流速を図-7に示した。4/23の遡上アユは3尾でその突進速度の範囲は88~190cm/sであった。越流部における最大流速の範囲は130.5~260.9cm/sで、12段目において最大値260.9cm/sであった。このことからすべての個体が1~4, 6, 8, 11, 12段目の越流部を遡上不可能であると考えられた。同様に、5/8の遡上アユ10尾は、すべての個体が1~4, 12段目の越流部を遡上不可能、5/29の遡上アユ1尾は1~4, 6~9, 11, 12段目遡上不可能であると考えられた。5/13においては、遡上アユ6尾のうち1尾のみがすべての越流部を遡上可能であると考えられた。これらのことから隔壁越流部は機能しておらず、アユが非越流部を遡上していることが推察された。越流部については最大流速からアユに比べて突進速度の小さい魚種についても遡上不可能であると考えられ、中央魚道の課題に対して設置された右岸側魚道の存在意義とは異なる。

3.2.3 アユの遡上行動特性との関係

アユの遡上を誘発する要因として流量・水位が挙げられ、それぞれ遡上数と正の相関をもつという知見が多く報告されている⁹⁾。アユの遡上状況と(a)調査開始時(定置網設置時)における水位、(b)2日間の平均水位、(c)前日からの水位上昇量の関係について図-8に示した。調査開始時水位が最も高い6/9において遡上数が一番大きかったが、水位が-2.22~-1.86mの範囲では調査開始時水位と遡上数との間に関係みられなかった。また、日平均水位と遡上数についてみると、水位が連続的に高い状態であるときに遡上数が増加しておらず、遡上のきっかけとなる出水の有無と遡上数の関係がみられなかった。調査結果からアユの遡上行動特性はみられず、魚道に改善の余地があると推察された。

4. 下流域における餌料環境

4.1 方法

4.1.1 見かけの付着藻類現存量と瀬の環境

アユの餌料となる河床の藻類現存量について、2013年6月~10月、2014年6~9月に現地調査を行った。調査範囲は河口から約9kmの下高野橋下流から河口から約19.3kmの国豊橋下流までの約10.3kmのうち、瀬である6地点と支流である石川の松井井堰下流の瀬1地点の計7地点とした(図-9)。各地点において河床の石を3つ無作為に選び、5cm×5cmの範囲内の藻類を採取した。試料を持ち帰りクロロフィルa、フェオフィチンを測定し、藻類量・活性の指標とした。採取した藻類の顕微鏡観察により、種の査定・優占種の決定を行った。

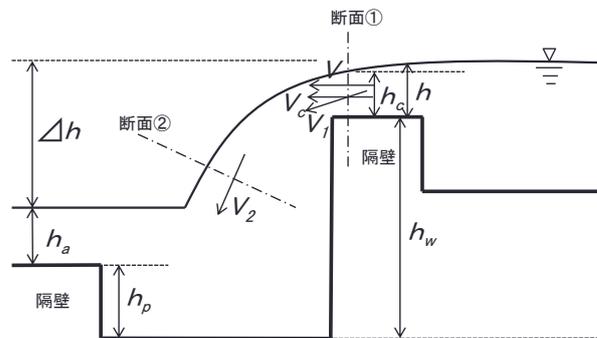


図-6 隔壁越流部(断面)

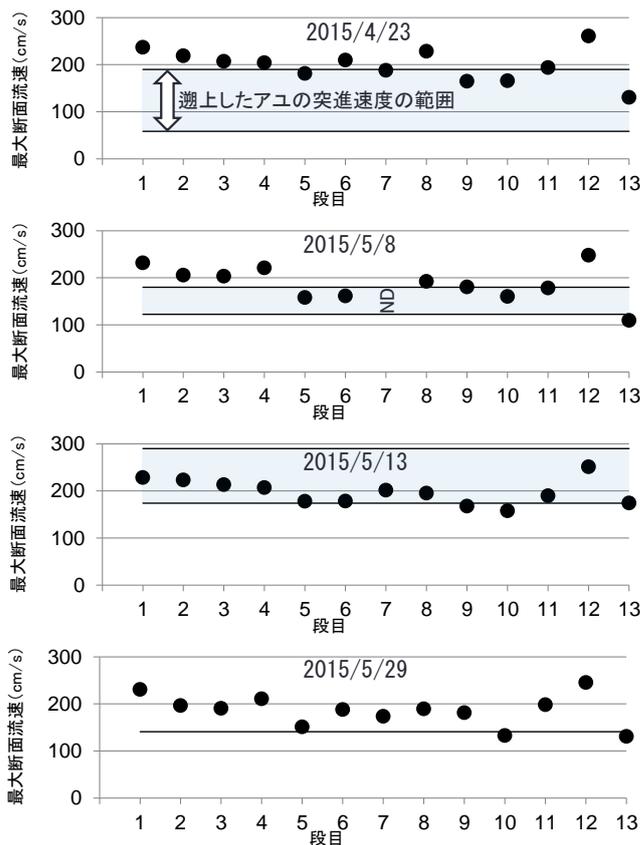


図-7 各段の越流部における最大断面流速と遡上したアユの突進速度の範囲(上流側を1段目)

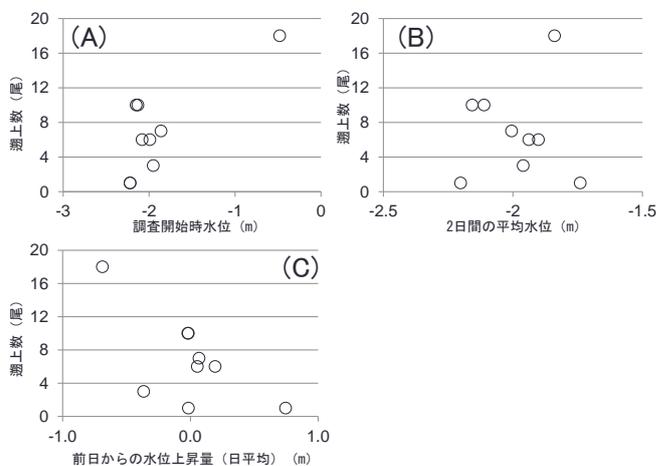


図-8 調査開始時における水位(A), 2日間の平均水位(B), 前日からの水位上昇量(C)と遡上数の関係

4.1.2 藻類の生産・剥離特性

下高野橋下流の瀬 (図-9, st.1) において, ①19mm~35mm, ②35mm~75mm, ③75mm~の3区分でそれぞれ付着物を取り除いた石礫をそれぞれ10個程度ずつ設置した。2~9日おきに各区分2個の石礫を回収し, 2cm×2cmあるいは3cm×3cmの範囲内の藻類を採取し, クロロフィル a を藻類量の指標として藻類の生産の経過を確認した。設置は2015年10月8日から11月4日まで行い, 内5回藻類を採取した。また, 瀬の環境要因として水温・光量子量に加えて, 下流域における瀬である st.1~st.7 (図-9) において河床の表層10cmを採泥し, 粒度組成を測定した。

4.1.3 食性解析

アユの食性を把握するために, 大和川において捕獲したアユ10検体, 顕微鏡観察によって優占種を確認した珪藻・藍藻・緑藻優占群落, 水生昆虫について炭素・窒素安定同位体比分析を行った。さらに, 捕獲したアユの胃内容物を顕微鏡で確認した。

4.2 結果と考察

4.2.1 見かけの付着藻類現存量と瀬の環境

餌料環境調査の結果 (2013年) を図-10 に示した。藻類現存量の指標となるクロロフィル a について, st.1~st.6 において, 6月18日は13~205mg/m², 7月23日は232~758mg/m², 8月30日は122~367mg/m², 10月31日は16~131mg/m² の範囲で値が変動した。2013年6~10月を通して貧栄養と分類される3mg/m²を下回る地点はなく, 付着藻類量は十分であるといえる。また, 他河川の河床の付着藻類量についてみると, 愛知県の矢作川では夏季に20mg/m², 土岐川では, 1年を通し20~50mg/m²である。大和川下流域の瀬では出水が多い7,8月においても高い現存量を示しており, これは糸状緑藻によるものであると考えられた。糸状緑藻類はクロロフィル a が100mg/m²になると優占種となっている場合が多い。また, 河川において緑藻の繁茂していない場合, 流速0.6m/s以上で藻類の剥離量が増すが, 図-11より流速とクロロフィル a の負の相関は見られなかった。これらのことから, 大和川は富栄養であるため剥離されにくい糸状緑藻が優占し, 高い藻類現存量を保持していると考えられた。

4.2.2 藻類の生産・剥離特性

①19mm~35mm, ②35mm~75mm, ③75mm~の3区分のクロロフィル a の経日変化を図-12 に示した。また, 下流域の瀬における河床の粒径19mm未満と19mm以上の割合を図-13 に示した。区分①, ②, ③のピークとなったクロロフィル a はそれぞれ,

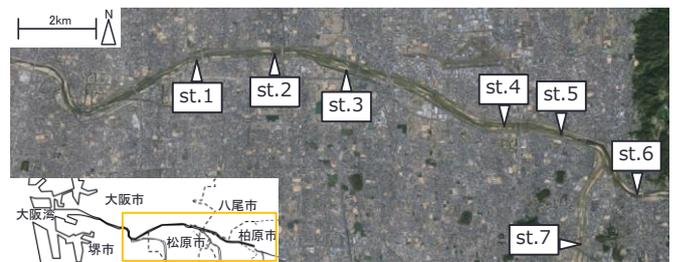


図-9 藻類現存量調査地点

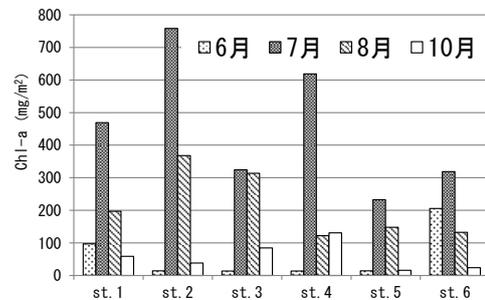


図-10 瀬における単位面積当たりの付着藻類量 (2013)

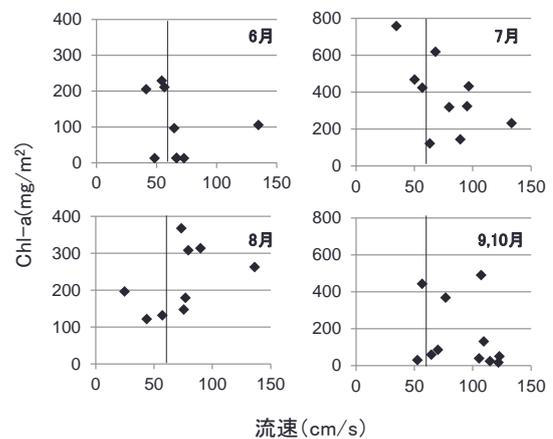


図-11 瀬の流速とクロロフィル a の関係

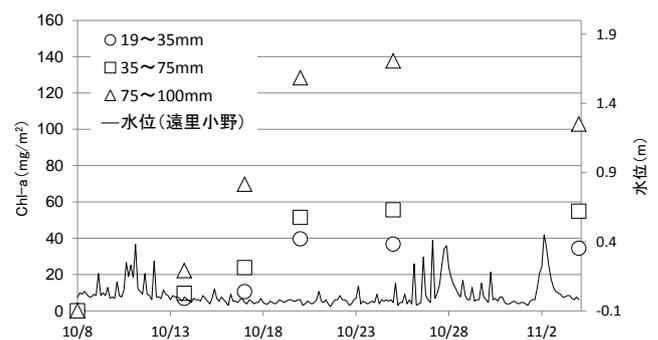


図-12 各粒径区分ごとのクロロフィル a の経日変化

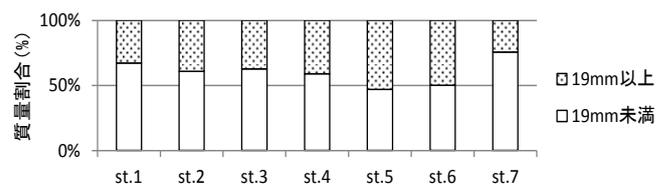


図-13 下流の瀬における河床の粒径

39.6mg/m², 55.6mg/m², 137.7mg/m²であった。それぞれの区分において石礫の設置から6日~12日の間で指

数関数的なクロロフィル a の増加がみられた。この結果から、付着基質の粒径によって付着藻類の正味の飽和量が異なることがわかった。粒径が大きくなるほど付着藻類の飽和量が大きいのは、粒径が小さいほど石礫が転がりやすいため藻類の剥離が起きたか、大和川は砂河川であるため流砂の影響で藻類の剥離が起きたからであると考えられた。瀬における河床の粒度組成について、図-13 より、粒径 19mm 以下の割合が高いことがわかった。河川における付着藻類量の採取には、粒径 2mm 以下の砂分・泥分については藻類が付着していないと仮定しており、小さい粒径の割合については考慮されていない。それは対象とする瀬の河床に砂分・泥分が少ないからであり、大和川のような砂河川では考慮すべき点である。4.1.1 の調査においても、小さい粒径の石礫については考慮しておらず、下流域における付着藻類量に関しては十分であると述べたがそれは過大評価していたこととなる。しかし、言い換えれば、粒径の大きい石礫を瀬に整備すれば十分な量の付着藻類が繁茂する環境であるといえる。

4.2.3 食性解析

安定同位体比分析の結果について、2012～2014 年におけるアユ、付着藻類（珪藻、藍藻、緑藻優占群落）、水生昆虫の $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ と $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ に関する経験則から予想される餌料源の $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ を図-14 に示した。予想される餌料源の $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ は、アユの $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ から $\delta^{13}\text{C}$ が 0.8‰、 $\delta^{15}\text{N}$ が 3.4‰ 低い値をプロットした。図-14 より、予想される餌料源に最も近いのは、珪藻類であった。次に、それぞれがアユの餌資源として寄与する割合（寄与率）を各被食者の相対的重要性を評価する解析モデルを用いて算出した。珪藻優占群落の寄与率は 0.57、藍藻優占群落は 0.27、緑藻は 0.16 となった。また、アユの胃内の様子を図-15 に示した。図より胃内には珪藻類が優占していた。以上のことから、河床の優占種である緑藻類ではなく、珪藻類が餌料として貢献していることが示唆された。

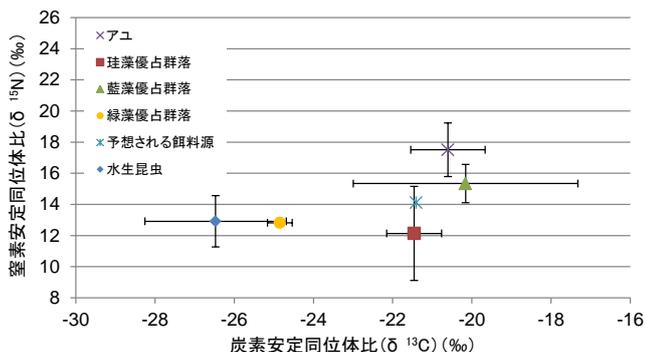


図-14 アユ、珪藻優占群落、藍藻優占群落、緑藻優占群落の炭素・窒素安定同位体比

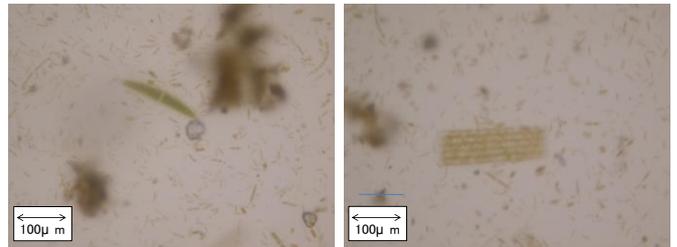


図-15 胃内でみられた藻類（珪藻優占）

まとめ

○大和川河口に造成された人工干潟は波打ち際において、仔・稚アユの接岸場として利用されていることが確認された。干潟波打ち際は 12～2 月の水温が周辺海域より低く、後期流下群に対しては生息場として好適でなくなる。また、水温以外の水底質環境（塩分・底質の強熱減量・底質の粒度組成）について、アユ仔・稚魚の接岸を妨げる要因があるとは考えられなかった。○柏原堰堤右岸側魚道において、アユは隔壁越流部を遡上することが困難であり、主に魚道内の非越流部を利用していることが推察された。さらに、アユの遡上行動特性がみられず、魚道に改善の余地があると考えられた。

○下流の河床石礫に付着した藻類量は十分であることがわかった。しかし餌料として貢献しない糸状緑藻が優占していること・河床の粒径を考慮すれば、餌料が整っているとは言えない。栄養塩濃度を低下させることで糸状緑藻の繁茂を抑え、河床へ大粒径の石礫の投入を行うことが効果的であると考えられた。

参考文献

- 1) 国土交通省多自然型川づくりレビュー委員会(2005):第1回「多自然型川づくり」レビュー委員会資料。
- 2) 大和川河川事務所ホームページ：
<http://www.kkr.mlit.go.jp/yamato/index.php>
- 3) 国土交通省大阪湾水質定点自動観測データ配信システム、
<http://222.158.204.199/obweb/>
- 4) 田子泰彦（2002）富山湾の砂浜域砕波帯周辺におけるアユ仔魚の出現、体長分布と生息場所の変化。日本水産学会誌 68（2）、144-150。
- 5) 国土交通省水門水質データベース、<http://www1.river.go.jp/>
- 6) 永矢貴之・白石芳樹・釜瀬明日香・鬼東幸樹・東野誠・高見徹・東均・秋山壽一郎・小野篤志（2009）アユの遡上を誘発および阻害する環境因子の抽出と各環境因子間の関係、河川技術論文集、第15巻。
- 7) 伊藤一十三・渡部秀之・高比良光治・横山博保・近磯晴・石田力三（2006）多摩川における魚類生息環境の改善について、リバーフロント研究所報告第17号。
- 8) 野崎健太郎・小倉紀雄・山本晃一（2005）自然的攪乱・人為的インパクトと河川生態系。技法堂出版。

討議

討議 [矢持]

餌場・産卵場についての課題に対する改善策や提案はあるのか。

回答

餌場・産卵場についての課題は大和川が砂河川であることに一因している。砂河川であるという大和川の特徴的な環境を大きく変化させることは難しい。餌場については魚道を遡上しやすく改善することでより上流へと餌場を拡大させること、大粒径の河床を局所的に整備することが対策として考えられる。産卵場についても同様に、局所的に産卵場となる環境を整備することが対策として考えられる。

討議 [佐久間]

得られた知見は大和川に留まるものなのか、他河川への適応は可能であるか。大和川は他河川と比較してどのような河川であるのか、そもそもアユが遡上しにくい環境で遡上させる必要はあるのか。

回答

それぞれの河川において河川環境は異なるため、アユを対象とした場合であれば、生活史別の課題も河川毎に異なる。しかし、明らかになった課題に対する対策については他河川における知見を参考にして行われ、このような知見の蓄積は生態系を考える上では重要なことである。本研究で得られた知見についても、大和川だけでなく他河川におけるアユの成育環境を考えるにあたって利用されることが望ましい。

大和川におけるアユの成育環境は改善傾向にあるといえる。しかし、砂河川である大和川はそもそもアユが遡上する河川として適していないのではないかという疑問が生まれる。しかし、大和川はかつて全国一級河川水質ランキング(BOD値)でワースト1位を記録した河川であり、そのような河川におけるアユの遡上は河川生態系に配慮した改修の成果の裏付けになる。また流域住民への環境改善の意識付けにもなり、行政・大学・流域住民それぞれが主体となって環境改善に取り組むという今後あるべき多自然型川づくりの模範となることが期待される。

討議 [遠藤]

魚道内隔壁の越流部における最大流速の推定に際して、水面落差 (Δh) を用いていることによって最大流速を過大に推定していることにはならないか、また、損失水頭を考慮しなくてよいのか。アユの突進速度の推定に際して、餌や地理的環境によっても突進速度は変わるのではないか。

回答

魚道内隔壁の越流部における最大流速の推定には、隔壁上部の断面と越流後の次段の水面に近い断面を想定し、ベルヌーイの定理を用いている。そのため、二断面を代表する点の距離は水面落差と近似することができると考えた。また、損失水頭については考慮していない。

アユの突進速度は体長によって異なるとされているが、文献によっては同程度の体長でも推定される突進速度にばらつきがある。また、遊泳中の流速や助走距離によって発揮できる突進速度が異なるという報告もあり、突進速度は地理的条件やアユの成育状態にも影響を受けると考えられる。しかし、突進速度に影響を及ぼす因子に関する知見は少なく、体長による突進速度と同様にばらつきがあるということも考えられる。これらのことから、本研究では突進速度を過大に見積もることを避けるために、既往の知見で報告されている最大の突進速度の推定式を用いるように体長区分を設け、突進速度を推定した。