

アユの産卵および生息に適した水理環境に関する検討

STUDY ON SUITABLE HYDRAULIC CONDITION FOR SPAWNING AND LIVING OF AYU

鬼束幸樹¹・永矢貴之²・東野誠³・高見徹³・大塚法晴⁴・

秋山壽一郎⁵・尾関弘明⁶・白石芳樹²

Kouki ONITSUKA, Takayuki NAGAYA, Makoto HIGASHINO, Tohru TAKAMI, Noriharu OTSUKA, Juichiro AKIYAMA, Hiroaki OZEKI and Yoshiki SHIRAISHI

¹正会員 博(工) 九州工業大学助教授 工学部建設社会工学科 (〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町1-1)

²正会員 修(工) (株) 建設技術研究所 九州支社河川部 (〒810-0041 福岡市中央区大名2-4-12)

³正会員 博(工) 大分工業高等専門学校助教授 都市システム工学科 (〒870-0152 大分市大字牧1666)

⁴正会員 国土交通省九州地方整備局延岡河川国道事務所所長 (〒882-0803 延岡市大貫町1丁目2889)

⁵正会員 Ph. D. 九州工業大学教授 工学部建設社会工学科

⁶学生員 九州工業大学 工学部建設社会工学科

It is known that ayu spawn at the rapid in the lower reaches. However, suitable value of the flow depth and velocity were not known, as yet. It was pointed out that the velocity near the bed is more important than the bulk mean velocity, due to ayu spawn on the bed. At first, the suitable partial velocity for spawning of ayu is derived on the basis of the previous data and field measurements. It was found that the suitable partial velocity normalized by the burst speed of ayu is in the range of 0.04-0.25. In contrast, the bulk mean velocity and flow depth were used in environment assessment like a PHABSIM. The suitable curves of ayu were not known. The field measurements were conducted to obtain the suitable curves. As a result, it is pointed out that not only the bulk mean velocity and flow depth, but also the growth of the attached algae is necessary for PHABSIM. Further, ayu makes their territory not only in the rapid but also in the pool.

Key Words : Ayu, spawning, habitat, suitable hydraulic condition, burst speed

1. はじめに

旧建設省は平成3年から「魚がのぼりやすい川づくり」を推進してきた。近年はこれを発展させた「魚がすみやすい川づくり」に方針がシフトしつつある。魚がすみやすい河道を設計する際には、次のような問題を解決しなければならない。i)各魚種の生活史に基づいたハビタットや食性の特性および選好水理環境を解明すること、ii)河川構造物を建設した後の地形および水理特性を予測すること、iii)河川構造物を建設した後に生態系がどのような影響を受けるかを定量的に予測することである。まず、ii)については精力的な数値シミュレーションコードの開発と計算機の急速な発達に伴って、水制や橋脚設置後の河床変形などが近年高精度に計算されるようになって

きた¹⁾。続いて、iii)についても多くの研究²⁻⁸⁾が行われ、PHABSIMやHEPなどに代表される生息環境評価法に近年多くの改良が加えられている。例えば、PHABSIMは選好曲線の積でWUAを評価するのに対し、植村ら³⁾はパラメータの和で評価することを提案した。田代ら⁴⁻⁶⁾は魚の生活史を考慮する必要性を指摘すると共に、各生息場間の移動のし易さを示すアクセス性を考慮した生息環境評価法を提案した。知花・玉井⁷⁾は瀬と淵の構造をモデル化してウグイの生息域の環境を調べた。砂田・川村⁸⁾は水際領域の存在が仔魚にとって重要であることを指摘し、水際を考慮できる評価手法を提案した。このように生息環境評価法はかなり実用レベルに達しているものの、実際に使用する上では問題が山積している。例えば、PHABSIMが実際に使用される上では各魚種の選好曲線が不明なために、水深や流速に対する選好値を経験的に

与えているものや常に1.0としている例も少なくない。他の生息環境評価法を使用する上でも基本的には同様な点がネックになっている。これは、i)に関する知見がほとんど蓄積されていないことが原因である。

i)に関する知見がなかなか蓄積できない原因の一つに、河川に生息する魚のハビタットの規模が魚種によって全く異なり、同様な規模の調査で生態を解明できる魚種とそうでない魚種があることが挙げられる。例えばオイカワは下流域の浅瀬の砂利に産卵し、下流域である程度成長した後、中流域に遡上しそこで成熟することや、ダムや堰などがある場合はそれ以上流下しない場合があることなどが知られている。一方、我が国の河川の代表魚であるアユは、下流域の瀬に産卵し、孵化後直ちに海洋に流れ行き、半年弱の海洋生活の後の春頃に川を遡上し、中流域で成長して秋頃に成熟することが知られているが、オイカワと比べるとその一生を通じたハビタットがあまりにも広大なため、各生活史における生態が必ずしも解明されているわけではない⁹⁾¹¹⁾。アユは水産資源的価値が遙かに高く、水産業者から保全が望まれている。

アユの生活史における不明な点は数多く存在するが、本研究ではアユの産卵および河川における生息だけに着目する。アユの産卵および生息を可能にする因子として、水理環境および水質環境が挙げられる¹²⁾。一般に水質環境については、ある値よりも水質が悪化すると生息が不可能になるため、選好値ではなくしきい値として取り扱われる。一方、水理環境については選好曲線が存在する。流速を例に挙げると、生息あるいは産卵が可能な流速の範囲および各流速に対する選好値が存在し、この関係を解明しなければPHABSIMに代表される生息環境評価を行うことができない。本論文では水理環境を対象とし、これらの選好値を定量的に解明することを目標とする。

2. アユの産卵環境に関する検討

(1) アユの産卵環境に関する既往の研究および不明点

アユは下流域の瀬に産卵することは広く知られている。既往の研究では流速、水深、河床勾配、水温、粒径、浮き石状態、pH、DO、BOD、COD、SSなどが産卵に影響を与えているといわれている⁹⁾¹¹⁾。ただしこれらは経験的に決められており、しかも各パラメータの寄与率は不明であった。そこで、前報¹²⁾において宮崎県延岡市を貫流する五ヶ瀬川の派川の大瀬川では、水深、流速、SS、水温の順に寄与率が大きなことを解明した。その後、既往の研究結果およびアユの産卵行動特性に基づき、水理学的因子（水深および流速）に関しては、水深よりも流速の方がアユの産卵に大きな影響を与えることを指摘し、底面からアユの体高までの局所平均流速 U_{ayu} が突進速

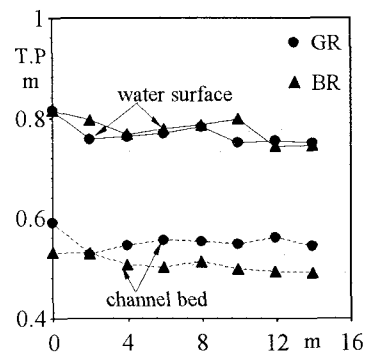


図-1 GRおよびBRにおける水位および河床高

度 U_{BS} の17～25%の範囲では産卵が可能なが示された¹³⁾。アユの突進速度 U_{BS} は体長 B_L から次式を用いて算出される¹⁴⁾。

$$U_{BS} = 12.4 B_L \quad (1)$$

しかし、流速分布や河床材料の粗度の特性の検討および既往の研究結果との比較は行われていない。ここでは、既往の研究において示されたアユの産卵に適した水深平均流速 U_m を底面付近の局所平均流速 U_{ayu} に変換し、一般性のある知見を得ることを目的とする。

(2) 対象フィールドおよび現地計測方法

大瀬川にはアユが産卵する瀬が3つある。今回対象としたのは、五ヶ瀬川の河口から約4km地点に位置する通称「おぐら下の瀬」である。この瀬において最も産卵密度の高かった2点(GR1, GR2)、最も産卵密度の低かった2点(BR1, BR2)および産卵が確認されていない淵(PL1, PL2)を計測対象とした。

晴れではほぼ無風状態の2003年12月16日に河床高・水位計測、流速計測および河床材料の粒径調査を行った。スタッフおよびレベルを用いて河床高および水位を流下方向に2m間隔で8点計測した。次に、3次元電磁流速計を鉛直方向に約20～25点トラバースして流速3成分を計測した。測定時間は1点あたり51.2sで測定間隔は0.1sとした。さらに、各計測点において、河床材料を採取した。アユの卵は6～10cmの深さに生み付けられるので¹⁵⁾、約10cm深さまでの河床材料を採取した。

流下方向に x 軸を、 x 軸に直角上向きに y 軸をとる。 x 軸および y 軸方向の瞬間流速をそれぞれ $\tilde{u} = U + u$ 、 $\tilde{v} = V + v$ とする。ここに、大文字が時間平均流速、小文字が変動成分である。

(3) 計測結果および考察

既往の研究で示されているアユの産卵に適した流速には中川・小池¹⁶⁾、永矢・松尾²⁾、三重水試および全国内水面漁業協同組合連合会¹⁷⁾のデータが挙げられるが、局所平均流速 U_{ayu} ではなく水深平均流速 U_m で示されている。 U_m を U_{ayu} に変換するには、流速分布が既知でなけ

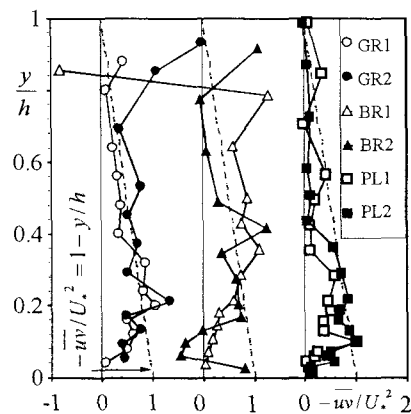


図-2 GR, BRおよびPLのレイノルズ応力分布

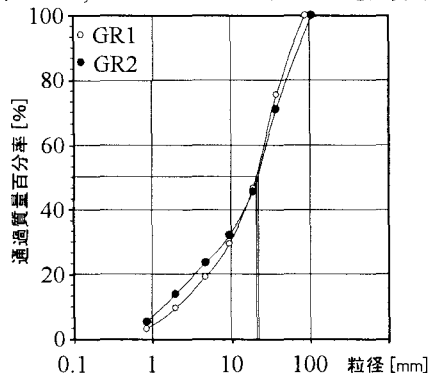


図-3 GR1およびGR2で得られた粒度分布

ればならない。開水路流の流速分布には対数則が広く用いられるが、これには摩擦速度 U_* が必要となる。摩擦速度 U_* を求める代表的な方法として、式(2)を用いたエネルギー勾配 I_e から求める方法や式(3)を用いたレイノルズ応力分布から求める方法がある。

$$U_* = \sqrt{ghI_e} \quad (2)$$

$$-\overline{uv}/U_*^2 = 1 - y/h \quad (3)$$

ここに、 h は水深、 g は重力加速度である。図-1にGRおよびBR付近の河床高および水位を示す。流れが完全には等流でないことおよび勾配が小さいことから、式(2)を用いた高精度な摩擦速度 U_* の算出は困難である。

図-2に全計測点におけるレイノルズ応力分布を示す。用いた摩擦速度 U_* は後に示す対数則から算出されたものである。レイノルズ応力分布は式(3)と必ずしも一致していない。図-1に示されたように、流れが局部的に不等流となっていることが原因と考えられる。したがって、式(3)を用いた高精度な摩擦速度の算出も困難である。

粗面等流の内層 ($y/h \leq 0.2$) における流速分布を表記するものとして、次式の対数則が広く用いられている。

$$\frac{U}{U_*} = \frac{1}{\kappa} \ln \frac{y + \Delta y}{k_s} + A_r \quad (4)$$

ここに、 κ ($=0.412$) はカルマン定数、 A_r ($=8.5$) は積分定数、 k_s は相当粗度、 Δy ($=0.25k_s$) は原点補正量である¹⁸⁾。式(4)には U_* および k_s の2つの未知量があり式が閉じない。摩擦速度 U_* は式(2)および(3)から精度よく求めるこ

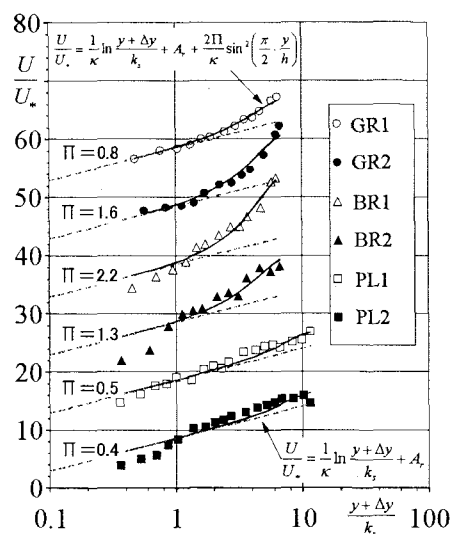


図-4 GR, BRおよびPLの流速分布

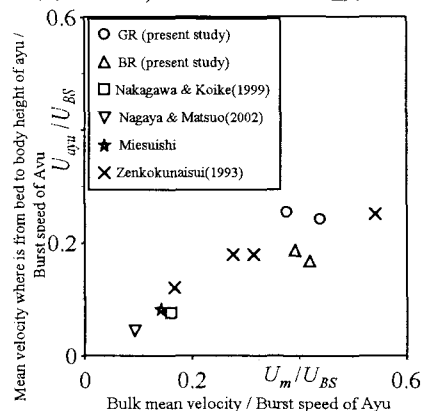


図-5 アユの産卵に適した選好流速

とができないが、相当粗度 k_s は粒度分布から求めることができる。図-3にGRで得られた粒度分布を示す。粒度分布から相当粗度 k_s を求める変換式はいくつも提案されているが、どの式が信頼性が高いかは解明されていないため、ここではEinstein¹⁹⁾の方法を採用する。

$$k_s = d_{65} \quad (5)$$

d_{65} は65%通過粒径である。式(4)および(5)から U_* を算出した。このように求められた U_* で無次元化されたレイノルズ応力分布は、図-2に既に示したように式(3)とほぼ一致しており、Einstein¹⁹⁾の方法が妥当であることが確認された。図-4に流速分布を示す。各ポイントについて鉛直方向に10ずつシフトして表示している。右上がりの直線は式(4)の対数則である。いずれのポイントにおいても内層 ($y/h \leq 0.2$) の流速分布はほぼ対数則に従っている。しかし、外層 ($y/h > 0.2$) の流速が対数則よりも高速側にシフトしている。そこで、図-4中に曲線で示すように外層における流速分布を次式のlog-wake則²⁰⁾で表示した。

$$\frac{U}{U_*} = \frac{1}{\kappa} \ln \frac{y + \Delta y}{k_s} + A_r + \frac{2\Pi}{\kappa} \sin^2 \left(\frac{\pi y}{2h} \right) \quad (6)$$

Π はwakeパラメータである。底面付近から水面までの流速分布を良好に表現している。底面から任意の高さ y_1 までの局所平均流速 U_{y1} は式(6)を積分して得られる。

$$U_{y1} = \left[\frac{1}{\kappa} \left(\ln \frac{y_1 + \Delta y}{k_s} - 1 \right) + A_r + \frac{\Pi}{\kappa} \left\{ 1 - \frac{h}{\pi y_1} \sin \left(\pi \frac{y_1}{h} \right) \right\} \right] U_* \quad (7)$$

$y_1 = h$ となると断面平均流速 U_m が得られる.

$$U_m = \left\{ \frac{1}{\kappa} \left(\ln \frac{y_1 + \Delta y}{k_s} - 1 \right) + A_r + \frac{\Pi}{\kappa} \right\} U_* \quad (8)$$

式(7)および式(8)を連立させると水深平均流速 U_m を局所平均流速 U_{ayu} に変換できる. wakeパラメータ Π 値は水理条件に支配されていると考えられるが, 現在のところ水理条件と Π 値との関係が定式化されていないため, ここでは測定値の平均的な値の1.0を代用した. 図-5に既往の研究およびGR, BRで得られたアユの産卵に適した水深平均流速 U_m と局所平均流速 U_{ayu} を示す. 流速の無次元化に際しては, 式(1)で算出される突進速度 U_{BS} を用いた. ただし, 三重水試および全国内水面漁業協同組合連合会のデータにはアユの体長 B_L が示されていないので, ここでは $B_L = 15\text{cm}$ と仮定した. 図-5より, 無次元局所平均流速 U_{ayu}/U_{BS} が少なくとも0.04~0.25の範囲ではアユの産卵が可能であることが示された.

3. アユの生息環境に関する検討

(1) アユの生息環境に関する既往の研究および不明点

強いアユは瀬に約1m²の縄張りを作って他のアユの進入を阻み, 弱いアユは淵で集団生活を営むといわれている⁹⁾¹¹⁾. そのため, 瀬の方がアユの生息に適していると考えられている. PHABSIM²¹⁾においても水深や流速に対する選好曲線に基づいて生息状況が予測される. しかし, アユに対する選好曲線はほとんど解明されていない. ここでは現地計測によって, アユの流速および水深に関する選好曲線を得ることを目的とする.

(2) 対象フィールドおよび現地計測方法

以下に示す3回の計測内容は, 潜水調査, 水深測定および流速測定である.

まず, 2004年5月28日に大瀬川の4km地点で計測を行った(大瀬川5月計測と呼称す). 天候は晴れであった. 河川の透明度は5m程度で, 体長10cm程度のアユが瀬および淵の両者に生息していた. アユの生息が確認された瀬の2点(R-1, R-3)および淵の1点(P-1)で流速測定を行った.

続いて, 2004年8月26日に五ヶ瀬川水系の一つである北川の15km地点で計測を行った(北川8月計測と呼称する). 河川の透明度は10m程度で, 体長25cm程度のアユが瀬および淵の両者に生息していた. このとき巨石付近を縄張りとするアユを確認したため, 図-6に示すように縄張り付近の流速を測定した(T-1~T-9). また, 縄張り

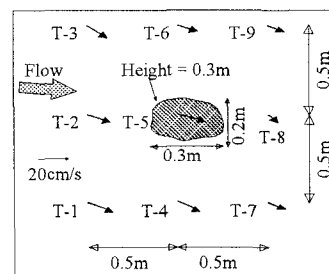


図-6 北川の縄張り内の流速ベクトル

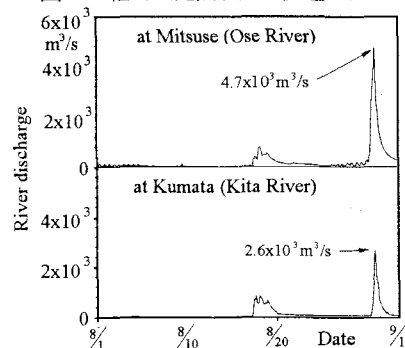


図-7 2004年8月の北川および大瀬川の流量

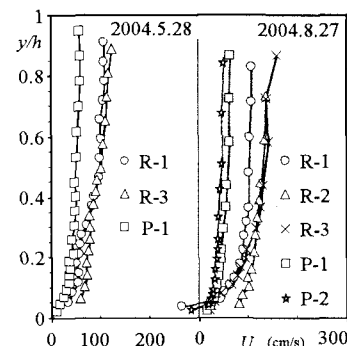


図-8 2004年5月および8月の大瀬川で得られた流速分布

(NT-1, NT-2)においても流速測定を行った.

最後に, 2004年8月27日に大瀬川の4km地点で計測を行った(大瀬川8月計測と呼称する). 河川の透明度は0.3m程度で, 瀬および淵共にアユの生息が確認できなかった. また, 投網を30投ほど行ったが, アユは全く捕獲できなかった. 瀬の3点(R-1~R-3)および淵の2点(P-1, P-2)で流速測定を行った. なお, 計測前の2004年8月19日~8月20日に北川および大瀬川共に小規模な洪水があった. 図-7に北川および大瀬川の計測ポイントに近い熊田および三瀬の水位観測所で得られた流量を示す.

(3) 計測結果および考察

a) 流速および水深に対する選好値

図-8に大瀬川5月計測および大瀬川8月計測で得られた流速分布を示し, 図-9に北川8月計測で得られた流速分布を示す. 北川8月計測のT-5, T-8以外はほぼ同様な形状をしている. T-8は巨石の背後のために変曲点を有している. 図-10にアユの生息が確認された場合および確認されなかった場合に分類した水深 h および水深平均流速 U_m の関係を示す. アユの生息状態と水深 h および水

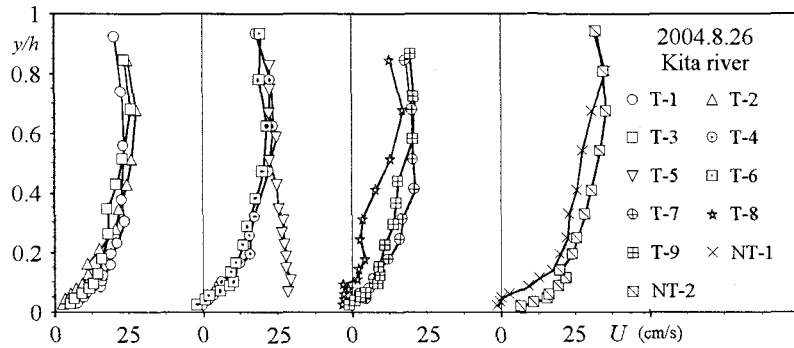


図-9 2004年8月の北川の縄張り内で得られた流速分布

深平均流速 U_m には明確な関係がない。これは、アユの生息を議論する上で、PHABSIMで通常使用される流速、水深、底質、カバーだけでは不十分であり、その他の要因が大きく影響を与える場合があることを示唆している。

8月の大瀬川において、アユの生息に影響を与えた要因を推測する。中村²²⁾は魚が川に生息する条件として、①産卵場の確保、②回遊路の確保、③避難場所の確保、④天敵からの保護、⑤流量の確保、⑥水質の確保、⑦餌の確保を挙げている。今回生息環境を考慮しているので①は除外される。また、ヒアリング調査および河川水辺の国勢調査によると、従来8月の計測対象エリアで多数のアユの生息が確認されており、大幅な地形変形が認められないことを考慮すると、②～③が原因とは考えにくい。また、鳥や肉食魚の増加も報告されていないので④も原因とは考えられない。⑤流量および⑥水質も例年と変わらないことも確認済みである。したがって、⑦餌の確保に問題があったと推測される。アユは付着藻類しか食べない。付着藻類は洪水によって流されるが、通常は3～4日で回復する。2004年8月20日の出水から計測日の8月27日までは7日間あり、通常は付着藻類が回復するはずである。図-11に五ヶ瀬川下流域の2004年8月21日から8月26日までの日照量と1994年から2003年までの日照量の平均値の変化およびそれらの積分値を示す。2004年の日照時間は例年の約半分である。また、計測対象日前後の大瀬川の透明度は0.3mと極端に悪く、河床に太陽光線が届きにくいため付着藻類の繁茂を遅らせたと考えられる。このように、アユは特殊な食生活であるため他の魚種とは異なり、生息環境評価を行う上で、河道攪乱後の付着藻類の回復を考慮することが必要なことが示され、このモデルとして日照時間の積分量およびSSを用いることが有効であることが示唆された。

b) 縄張りに関する考察

淵やトロ場よりも瀬の方が水面変動が激しくDOの供給が良いので付着藻類の生長がよく、アユの縄張りに適しているといわれている。しかし、アユの縄張りにおける流速等を計測して上述の議論を行った例はない。

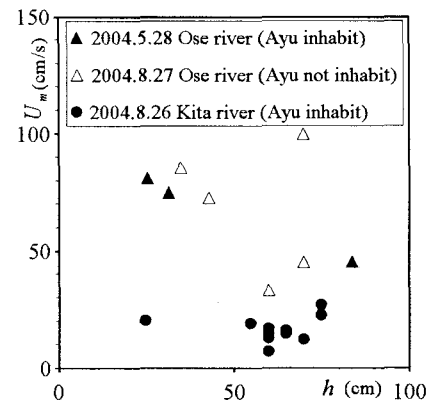


図-10 アユの生息に与える水深と水深平均流速の影響

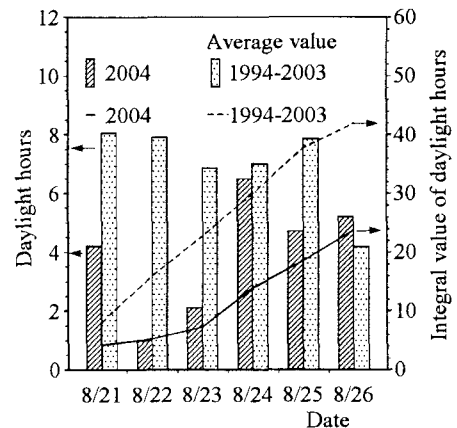


図-11 2004年8月20出水後の日照時間

8月に北川において縄張りが確認された。平面図および流速分布は既に図-6および図-9に示した。今回確認された縄張りは図-9に示されたように流速が遅いエリアでトロ場に相当する。DOの供給と関連の深い乱れ強度 u'/U_* の分布を瀬津²⁰⁾の普遍式(9)と共に図-12に示す。

$$u'/U_* = D_u \exp(-\lambda_u \xi) \quad (D_u = 2.26, \lambda_u = 0.88) \quad (9)$$

T-5の乱れ強度は式(9)よりも小さくなっている。これは、図-9に示されたようにT-5の流速分布が鉛直方向にほぼ一様で、対数則に従っていないため、摩擦速度 U_* が適切でないことが原因である。また、T-8の乱れ強度も式(9)に従っていない。これは、巨石の背後であるために、巨石によるwakeで発生した乱れを含んでいるからである。これらT-5およびT-8以外の点ではほぼ式(9)に従っており、乱れが大きいとは判断できない。すなわち、DOの供給

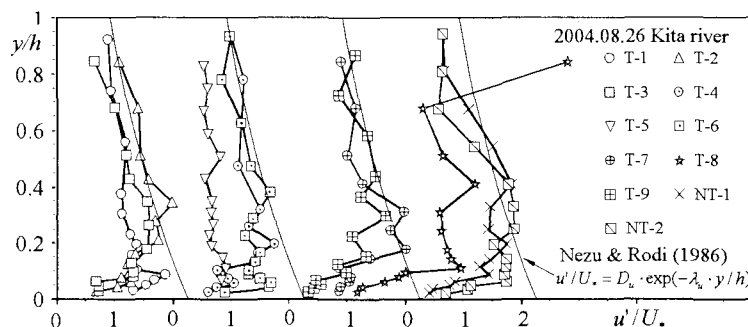


図-12 2004年8月の北川の縄張り内で得られた乱れ強度分布

が盛んな乱れた流れ場では、付着藻類の生育がよいためにアユが好んで縄張りを作るとされてきたが、今回計測された縄張りにおける流速は遅く、しかも乱れも大きくなかった。すなわち、DOの供給だけでは縄張りの形成が説明できないことを示唆している。一方、アユは石に付着している流砂を嫌うが、巨石の上面では流速が局所的に速くなり付着流砂がフラッシュされるために、縄張りを形成した可能性もあり、今後、付着流砂と縄張りの形成について検討を行いたい。

4. おわりに

アユの産卵に適した水理環境および生息環境を解明するため、現地調査を行い既往の研究結果と比較することで以下の知見が得られた。

- (1) log-wake則を利用し、本研究および既往の研究で示されたアユの産卵に適した水深平均流速を底面からアユの体高までの局所平均流速に変換した結果、少なくともアユの突進速度の0.04～0.25倍程度の流速の範囲ではアユの産卵が可能であることが解明された。
- (2) アユの食生活は他の魚種と異なり独特なため、生息環境を評価する上でPHABSIMを用いる場合、流速、水深、底質、カバーを用いた評価方法では必ずしも適切ではなく、河道攪乱後の付着藻類の回復も考慮する必要がある。このモデルとして日照時間の積分量およびSSを用いることが有効であると指摘された。
- (3) 従来、淵よりも瀬の方が水面変動が激しいためDOの供給が良く、そのために付着藻類の生長が良いので、アユは瀬に縄張りを作るといわれてきた。しかし、今回確認された縄張りはトロ場に形成されており、流速が遅く、しかも、乱れも大きくなかった。そのため、必ずしもDOの供給だけではアユの縄張りを説明できないことが指摘された。

謝辞： 現地計測に理解と協力をいただいた延岡五ヶ瀬川漁協の須田政道組合長、工藤平寿郎理事、甲斐勝組合員、土田栄組合員およびその他の組合員の皆様に謝意を表す。北川漁協の長瀬一己組合長およびその他の組合員の皆様

には現地計測に理解と協力をいただいた。建設環境研究所の清水孝および豊國法文の両氏には資料を提供いただいた。延岡河川国道事務所の鶴崎秀樹課長、高橋史哉係長、田上幸喜調査係長、西江和典技官、大分工業高等専門学校の河野晶文、河野由季、九州工業大学大学院生の伊瀬知栄人、常松智博、木内大介、松本和也および九州工業大学学部生の川良典彰、鈴木鉄兵、俣賀円の諸氏には現地計測に協力いただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) Nagata, N., Hosoda, T., and Muramoto, Y., *J. Hydraulic Eng.*, ASCE, Vol.126, No.4, 243-252, 2000.
- 2) 永矢貴之ら、河川技術論文集、第8巻、pp73-78, 2002.
- 3) 植村三香ら、水工学論文集、第47巻、pp.1117-1122, 2003.
- 4) 田代喬ら、河川技術論文集、第8巻、pp.277-282, 2002.
- 5) 田代喬ら、水工学論文集、第47巻、pp.1105-1120, 2003.
- 6) 田代喬、辻本哲郎、水工学論文集、第46巻、pp.1151-1156, 2002.
- 7) 知花武生、玉井信行、水工学論文集、第46巻、pp.1145-1150, 2002.
- 8) 砂田憲吾、川村和也、水工学論文集、第48巻、pp.1561-1566, 2004.
- 9) 石田力三：アニマ、No.43, pp.12-20, 1976.
- 10) 川那部浩ら、生理生態、第7巻、No.2, pp.145-167, 1957.
- 11) 川那部浩哉、桜井淳史：アユの博物誌、平凡社、1982.
- 12) 鬼束幸樹、東野誠、高見徹、永矢貴之、大塚法晴、秋山壽一郎、松本和也、水工学論文集、第48巻、pp.1549-1554, 2004.
- 13) 鬼束幸樹、東野誠、高見徹、永矢貴之、大塚法晴、秋山壽一郎、松本和也、河川技術論文集、No.10, pp.447-452, 2004.
- 14) ダム水資源地環境整備センター：最新魚道の設計、信山社サイテック、1998.
- 15) 石田力三、*Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, Vol.25, No.4, pp.259-268, 1959.
- 16) 中川芳一、小池達男、リバーフロント研究所報告、第10号、pp.22-36, 1999.
- 17) 全国内水面漁業協同組合連合会：アユの産卵場づくりの手引き—魚類再生産技術開発調査報告書一、1994.
- 18) Nezu, I. and Nakagawa, H.: *Turbulence in Open channel Flows*, IAHR Monograph, Balkema, Rotterdam, 1993.
- 19) Lane, E.W., *Proc. A.S.C.E.*, Vol.270, 1935.
- 20) Nezu, I. and Rodi, W., *J. Hydraulic Eng.*, ASCE, Vol.112, pp.335-355, 1986.
- 21) 玉井信行、水野信彦、中村俊六：河川生態環境工学—魚類生態と河川計画、東京大学出版会、1993.
- 22) 中村俊六：魚道のはなし、山海堂、pp.42-49, 1995.

(2004. 9. 30 受付)