

流況変化を考慮した魚道機能の評価

—八東川永野堰を事例として—

水利用学分野 高橋 直己

キーワード：アユ、遡上数、遡上期間、流況調査、選好流速

1. 緒言

近年では、多くの河川横断構造物に魚道が設置され、水利用と河川生物の遡上の両立が図られている。しかし、設置後の魚道機能の評価に関しては、十分に検討されておらず、魚道での遡上数のみによって行われることが多い。遡上数は魚道評価に必要な不可欠な要素ではあるが、堰堤下流部の個体数を把握することが困難であるため、堰堤下流部に待機していた個体の何割が遡上できたのかを把握することは難しい。また、自動観測機によって連続的に遡上数を把握する手法も検討されつつある¹⁾が、普及する段階には至っていない。よって、遡上数のみでは、遡上期間を通しての魚道機能の評価を行うことは困難である。そこで本研究では、遡上数と共に魚道の評価に用いることができ、遡上期間を通して得られる要素として、魚道周辺の流況に着目する。河川の水位、流量、流速といった要素は、基本的に年間を通して測定することが可能であり、対象魚の遡上期に限定される遡上数調査と違って、時間的な制限を受けない。さらに、現地調査で得られた結果と、各地の観測所で記録された河川水位や降雨量との関係性を求め、水理的・水文学的手法を用いることで、任意の期間における現地の流況を予測することができる。よって、流況変化に合わせた魚道での遡上数調査、越流堰下流部における流況把握調査、および遡上期間における魚道周辺流速の推定を行い、魚道周辺流況を考慮した魚道機能の評価について検討する。

2. 調査地点

鳥取県東部を流れる千代川水系では、古くからアユ漁が営まれてきた。しかし近年では、その漁獲高は減少傾向にある。また、千代川および支流である八東川では、アユの遡上が困難な堰堤や、十分に機能していないと考えられる魚道が広範囲に多数分布していることが明らかにされている²⁾。Fig.1 に調査地点である八東川永野堰の位置を、Fig.2 に永野堰魚道と調査範囲の位置関係を示す。永野堰に設置されている3基の魚道は、主にアユを対象として造られている。右岸魚道および中央魚道は、下流突出型の矩形断面魚道である。一方で左岸魚道は、扇型の粗石付き魚道である。またこの地点では、アユは河川中央から遡上し、中央魚道と左岸魚道の間によく集まる。遡上状況調査から、右岸魚道および中央魚道ではアユの遡上がほぼ見られないこと、左岸魚道は比較的良好な遡上状態であることが確認されている³⁾。本研究では左岸側越流堰への遡上を試行するアユを対象とし、左岸魚道を遡上したアユを遡上数として計測する。



Fig.1 調査対象地

Fig.2 永野堰俯瞰図

3.調査・分析方法

3.1 遡上数調査

流況変化とアユの魚道利用数との関係を把握するため、河川水位が変化する降雨前後の期間において遡上数調査を行った。アユの魚道利用数に関しては、**Fig.2**に示した魚道出口部分において計測した。また左岸側越流堰を10m毎に6つのエリアに区切り、堰頂に向かって遡上を試みるアユの延べ数を計測した。調査は、2009/6/12から6/26の期間に、計8回行った。調査時間は、事前の観測で最も多くのアユが確認された13:00~15:00の時間帯とした。また、30分毎に10分間の目視によるカウントを行った。なお調査期間中において、下流部でのアユの放流は行われていない。

3.2 越流堰下流部における流速・流向調査

魚道周辺の流況を把握するため、左岸側越流堰下流部 (**Fig.2**の二点鎖線部)における流速・流向を測定した。調査は2008年7月から2009年11月の期間にかけて行った。2008年8月までは、プロペラ式流速計(KENEK VR-201)を用いて、50cm間隔で計測した。またそれ以降の調査は、三次元流速計(KENEK VP3000)を用いて1m間隔で計測した。

3.3 遡上期における魚道周辺流速の推定・分析

遡上期における左岸魚道周辺の流速を推定し、遡上期間を通しての流速変化について分析した。推定には、流速調査の結果と、国土交通省のテレメータ(永野堰上流約380m地点)から得た水位および流量のデータを用いた。推定方法を以下に示す。(1)テレメータと堰堤越流部の2地点間において、連続の式、ベルヌーイの式を立て、堰堤越流部での水深および流速を推定する。(2)推定した越流部流速と、調査で得た左岸魚道周辺の流速との関係を求める。(3)推定した魚道周辺の流速とテレメータ水位の関係を導き、テレメータの水位データを用いて遡上期間における魚道周辺流速を算出する。

4.結果・考察

4.1 遡上数調査

Fig.3に遡上数調査の結果を示す。図より、降雨により上流側水位が上昇した6/23において、アユの魚道利用数が急激に増加したことが分かる。また6/25および6/26における遡上個体数の減少は、越流堰下流部に滞留していたアユの大部分が、6/24までの期間に遡上し終えたことによると考えられる。一方、上流側の水位が1.5m前後の流況においては、越流堰下流部に魚影は確認できていたものの、魚道を利用した個体数は非常に少なかった。このことから、降雨による魚道周辺流況の変化が、アユの魚道利用数が増加した要因の一つであると考えられる。**Fig.4**は6/12から6/18における遡上試行数の平均値を、**Fig.5**は6/23から6/26の期間における同様の値を、観測したエリア毎に示している(両図とも、魚道に関しては遡上数を示す)。図より、水位の低い時期には左岸側越流堰中央部で遡上を試みるアユが多く、水位の上昇とともに魚道を含めた左岸付近で遡上を試みるアユが増加することが分かる。

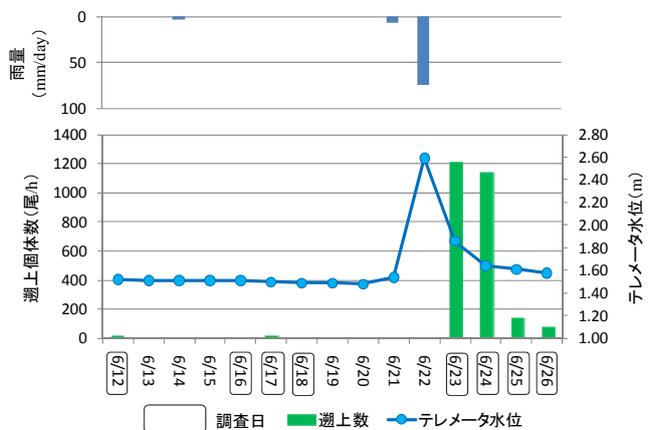


Fig.3 魚道利用数の推移

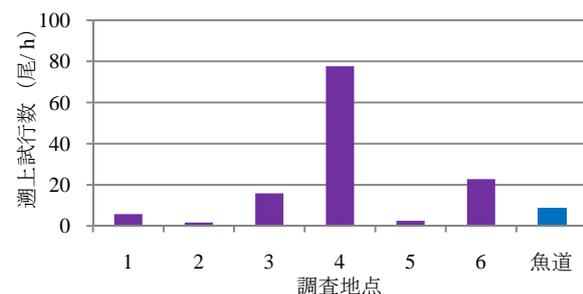


Fig.4 平均遡上試行数(6/12~6/18)

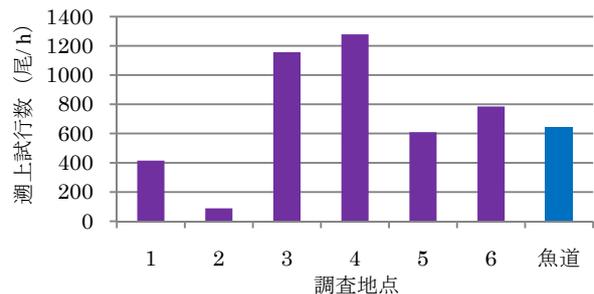


Fig.5 平均遡上試行数(6/23~6/26)

4.2 越流堰下流部における流速・流向調査

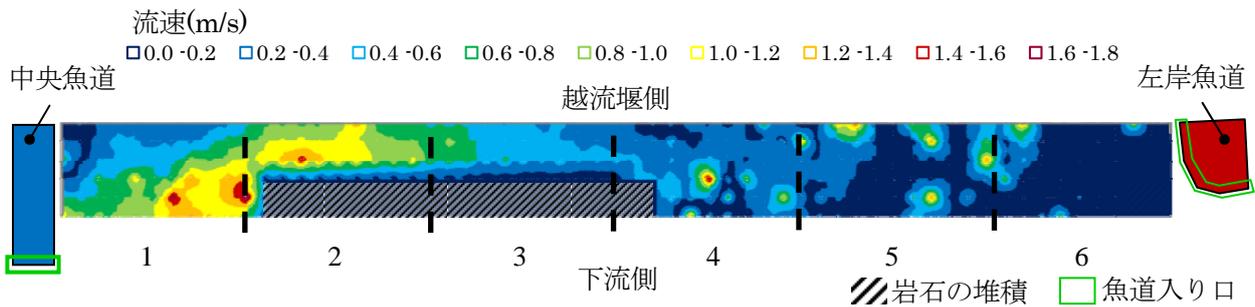


Fig.6 左岸側越流堰下流部における等流速分布図

Fig.6 は 2009/11/4 の流速調査結果を、等流速分布図で示している。図中の番号は、遡上試行数調査の調査範囲を示す。この地点は、下流部に中州が発達している影響で、河川中央方向への流れになっている。調査時間におけるテレメータの平均水位は 1.63 m であった。これは Fig.5 に示した遡上試行数調査時と同様の水位である。一般に、アユの選好流速は 0.2~0.6 m/s であると言われる³⁾。Fig.6 から、エリア 3 およびエリア 4 付近から、河川中央側に向けて選好流速の流れが形成されていることが分かる。よって Fig.5 において両エリアの遡上試行数が多かったのは、この流速帯の存在が影響していると思われる。また Fig.7 は、左岸魚道入り口周辺の流速変化を示している。図より、上流側水位の上昇により魚道からの流速が大きくなることで、アユが魚道方向からの流れを感知し易くなると考えられる。よって Fig.3 における魚道利用数の増加は、この変化が要因の一つであると考えられる。

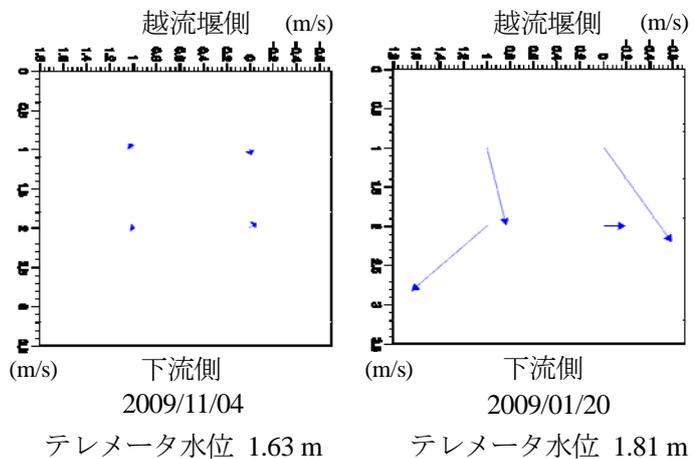


Fig.7 左岸魚道入り口周辺の流況変化

4.3 遡上期における魚道周辺流速の推定・分析

2009 年遡上期における、魚道周辺流速の推定結果を Fig.8 に示す。図中の水位は、T.P.24.00 m を零点高とする越流堰上流のテレメータ（片山観測所）の値を示している。遡上数調査と流況調査の結果から、魚道方向からの流れが小さい場合、アユの魚道利用数は減少すると考えられる。そこで、0.2 m/s の流速をアユの選好流速の下限とし、この流速を下回る状況では、魚道は十分に機能しないと仮定する。またこの地点におけるアユの遡上のピーク期は、例年 5 月から 6 月にかけての期間である。Fig.3 に示したように、2009 年 6 月の遡上数調査では、6/22 の降雨後にアユの魚道利用数が急激に増加した。Fig.8 から、この降雨によって、魚道周辺の流速が選好流速を満たす状態に変化したと考えられる。また降雨前の流況では、魚道方向からの流れが小さく、魚道入り口へ進入するアユは少なかったと考えられる。よって Fig.3 における魚道利用数の急激な上昇に関しては、流況変化によって魚道方向からの流れが大きくなり、魚道入り口周辺まで遡上するアユが増加したことが原因の一つであると考えられる。

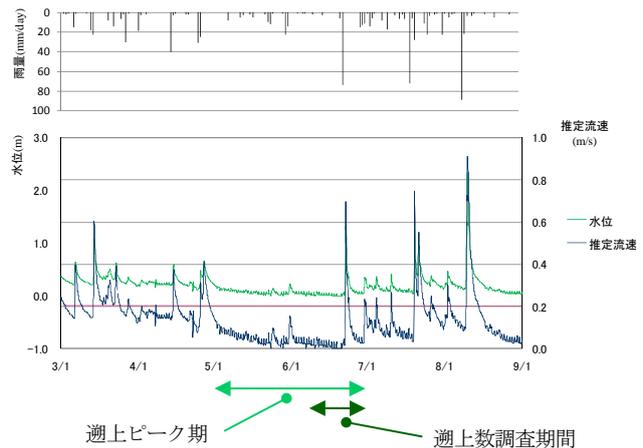


Fig.8 魚道周辺流速の推定結果(2009年)

Fig.9 は、2002 年から 2009 年の遡上期間（3 月～8 月）において、推定流速が選好流速の下限値を越えた日数の割合を示している。図より 2007 年以降、選好流速の下限値を越えた日数の割合が減少していることが分かる。これは、2007 年以降の遡上期における水位の低下が影響していると考えられる。よって 2007 年以降の流況においては、アユが魚道入り口付近まで遡上せず、越流堰下流部に滞留する期間が長くなっていると考えられる。漁獲量の観点から考えると、遡上ピーク期において魚道が常時機能し、遡上阻害が発生しないことが最も重要になる。そこで、各年の遡上ピーク期において、選好流速を連続して下回る日数を算出した。Fig.10 は、各年の算出結果のうち、選好流速を連続して下回る期間が最も長かった日数を示している。図より、2008 年と 2009 年において、魚道が十分に機能しないと考えられる日数が増加している可能性があることが分かる。一方、2007 年に関しては、2008 年および 2009 年と同様に選好流速の下限値を越えた日数の割合が小さい年であるが、連続して選好流速を下回る日数は最大で 6 日程度であった。各年の魚道上流域における降雨の状況を確認すると、2008 年および 2009 年は無降雨日が連続している期間があったのに対し、2007 年は遡上ピーク期において比較的連続した降雨があったことが分かった。よって、遡上ピーク期における降雨の状況は、魚道の機能発揮に大きく影響していると考えられる。また図より、遡上期と遡上ピーク期の平均水位を比較すると、遡上ピーク期の水位の方が低い傾向にあることが分かる。これは、魚道が設置されている地域の灌漑開始時期が、遡上ピーク期に重なっていることが原因の一つであると考えられる。よって魚道上流域における水利用の実態を把握し、適切な水管理を行うことにより、水位が低下している時期においても魚道を機能させることができる可能性がある。

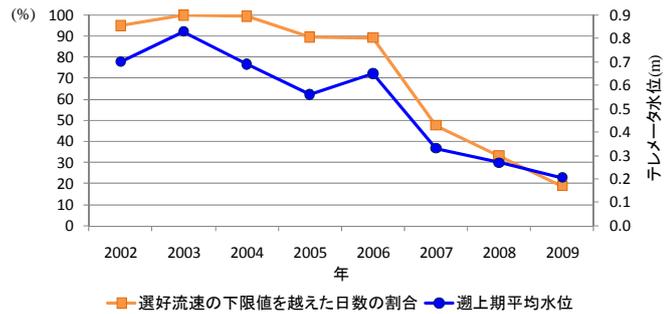


Fig.9 選好流速の下限値を越えた日数の割合

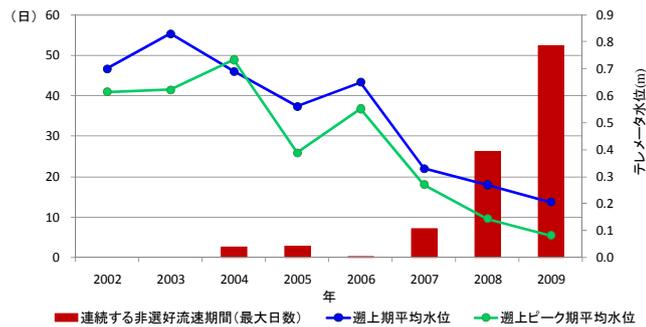


Fig.10 非選好流速日の連続日数

5.総括

今回の調査・分析結果から判断すると、十分な流量が得られ、魚道方向からの流れが発生している状況においては、永野堰左岸魚道は有効に機能していると考えられる。しかし低水状態が続く場合、魚道を利用する個体数が減少し、アユが越流堰下流部に長期間滞留する可能性があることが課題点として挙げられる。この問題に対しては、取り外し可能な簡易魚道を、水位が低下している時期にのみ導入することが有効な対策の一つであると考えられる。また長期的な視野で見た場合、魚道上流域の水管理実態を把握し、魚道の機能や魚類・甲殻類の遡上に与える影響に関して検討していく必要があると言える。以上のように、流況を魚道の評価項目に加えることで、遡上期間を通しての魚道機能の分析、および改善策の提案が可能になる。

参考文献

- 1) [河林百江 \(2009\)](#) : 遡上するサケへの配慮とコスト縮減を両立した魚類遡上数調査手法の検討, 水とともに, 2009年8月号, pp.26~30.
- 2) [高橋直己 \(2008\)](#) : 千代川流域における魚道の改善に関する研究— 魚道および魚道周辺環境の現状把握と改善方法の検討 —, 第63回農業農村工学会中国四国支部講演会講演要旨集, pp.37~39.
- 3) [鳥取県水産課・栽培漁業センター \(2008\)](#) : 簡易魚道の設置および効果について, pp.3~4.
- 4) [和田吉弘 \(2003\)](#) : 魚道見聞録, 山海堂, pp.43~47.