

アユの遡上量に関する一考察と環境改善への取り組みについて

パシフィックコンサルタンツ株式会社 (正会員)○天野 紀、高野 和成
株式会社ピー・シー・イー 中山 之穂

はじめに

生物多様性など、自然環境への関心が高まる中、河川においてもダムや堰などの横断構造物等により分断されている生態系の連続性を復元し、環境改善を目指すさまざまな取り組みが進められている。本稿では、可動堰に併設された魚道において実施されたアユの遡上量調査結果について、水理条件等との相関性を分析し、遡上量変動の要因について考察した結果を示すとともに、考察を通じて見えてきた環境改善に向けての取り組みのあり方などについて述べる。

本検討で用いた調査結果では、方法の違いもあるが、年ごとのアユの遡上量に大きな差が見られた。(調査カウント数でH18年の15万尾～H17年の1万5千尾とでは10倍の差)。天然アユの年ごとの遡上量の変動要因が明らかでないことは、さまざまな文献に示されている。一方で水温・潮汐・流量・前年の降水量・冬季の積算海水温や海域での減耗量等が変動要因であるとも考えられており、実測されたデータを基に、遡上量変動との関連性について考察した。

1.対象とした堰における遡上調査の概要

本検討では過年度に実施された調査のうち、水理条件等を同時計測しているH18年とH20年の調査に着目した。



(図1)

- ・左右岸の魚道を通する個体を目視計測
- ・4～6月の6時～18時に10分間隔で繰り返して実施
- ・気温、水温、透視度、越流水深、流速を同時計測。

2.計測された水理条件等との相関性の考察

相関性の考察は、まず、遡上期間(時期)、水温、潮汐、隔壁越流水深、隔壁越流流速について遡上量との相関をグラフ化して行った。

(1)遡上期間(時期)

日本の中部での遡上時期は3～6月とされており、調査結果は4月下旬～6月初旬で、おおむね同様の時期であった。また、期間中に継続的に遡上が続くのではなく、日ごとに変動していることが確認された。(図2)

(2)水温

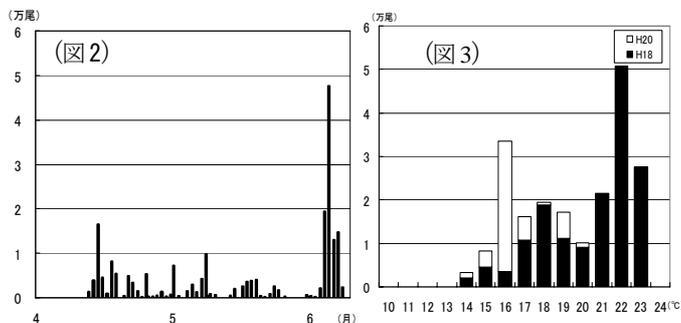
遡上時期と水温の関係は以下の傾向にあるとされている。

- ・川と海の水温がほぼ等しくなると遡上開始(13～18℃)
- ・河川水温が10℃で開始され、海水温が20℃で終了
- ・遡上個体数が多くなるのは水温15～20℃の間

調査結果では、やや高めであるが14～15℃から遡上し始

めており、同様の傾向を示していた。

また、10,000尾/日以上が遡上したピーク時の日平均河川水温は、H20年には16℃とおおむね同様の傾向を示していた。H18年に18～23℃とやや高いのは6月の遡上量が多かったためであり、5月までは同様であった。(図3)



(3)潮汐

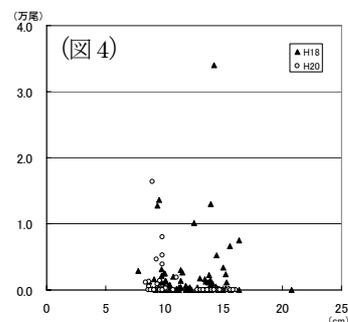
遡上量は中潮や大潮のように潮汐変化が大きい時期に増加し、夜間にはほとんど遡上しないとされており、満潮が日の出後である日は遡上量が増加する可能性が考えられる。調査もこれを考慮して実施されており、5,000尾以上が遡上した日は、いずれも日の出からやや遅れた時間に満潮となっていた。また、アユは多くが午前中に遡上していた。このことから、潮汐と日の出時刻の関係も遡上量を変動させていることが推察された。

(4)隔壁越流水深

隔壁部の越流水深は、遊泳魚が魚道を遡上する際の重要な指標の1つであり、越流水深の変動と遡上量の相関性を確認した。遡上確認日の水深は約7～20cmの範囲で変動し、H20年には水深が比較的低い際に多く遡上する傾向がみられた。H18年は、ばらつきがあり水深との相関はみられなかったが、16cmを越えるような水深になると遡上しておらず、水深の増加＝流速の増加と考えられることから、水深が大きくなると稚アユの突進速度を上回るような流速が発生し、遡上が確認されなかったと推察される。(図4)

(5)隔壁越流流速

水深の増加時に遡上しない傾向が確認されたが、文献ではアユの巡航速度は40～60cm/s、突進速度の限界は120～130cm/s程度とされている。調査結果では、10,000尾以上が遡上した時の流速は60～105cm/sであった。また、流速が比較的低い際にピークとなる傾向がみられ、文献に示される体長と突進速度の関係(体



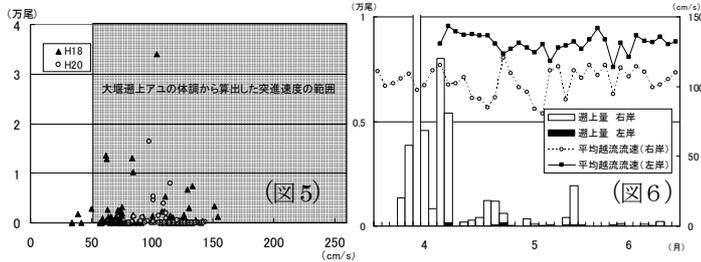
キーワード：アユ、遡上量変動要因、魚道効率、好適条件、環境改善

連絡先 〒541-0052 大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビルディング 5F

TEL:06-4964-2431 FAX:06-4964-2432

長の12~18倍)と同様の傾向が見られた。

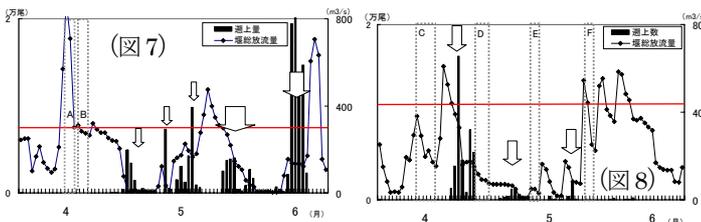
また、魚道効率の面から評価すると、調査年により差があり、明確ではないがH20年には同じ日でも右岸側魚道の遡上量が多い傾向が見られ、流量でも流速を低く抑えることができる魚道の方が、アユのような比較的遡上能力の高い種に対しても効率的であることが推測された。(図6)



3.水理条件との相関からの考察

このように、水理条件等と遡上量の間にはそれぞれ相関が見られたが、その中から、流速が比較的低い際に遡上数が多くなる傾向がみられたことに着目し、流速・水深の変動=流量の変動=遡上量の変動と仮定し、堰の放流量と遡上数についてのグラフを作成したところ、次のような傾向がみられた。(図7及び図8)

- ・放流量増加後の流量が低下した時に遡上量が増加する。
- ・放流量が300~400m³/sを超える(図示)と遡上しない。



一方、上記の傾向を仮定しても、流量低下時にもかかわらず遡上が確認されていない期間(図中A~F)もあり、これらについて先に考察した水理条件等との相関性と対比させると次のような状況にあり、これが遡上数増加とならなかった要因のひとつであると推察された。

- ・A: 流速や潮汐は好適条件だが水温が適温ではなかった
- ・B: 満潮時刻が日の出より早い時刻であった
- ・C~F: 中潮~大潮以外の期間で調査未実施

このことから以下の傾向があることが考察した。
考察: 水温が適温になった後、出水後の流量が低下する期間に遡上量は増加する。潮汐の条件が合うと更に増加する。

4. 遡上量の年ごとの変動量についての考察

この考察から、年ごとの遡上量の変動を推定する際の条件となるのは、流量の増減を引き起こす事象=出水回数であると仮定し、まず堰放流量と河川流量の変化との関係を整理した。その結果、両者の変動はほぼ同様の変化傾向を示すことが確認でき、河川流量増加(出水)時に放流量を増加させる運用が行われていることが確認された。

そこで、次の仮定を立て相関性を検証することとした。

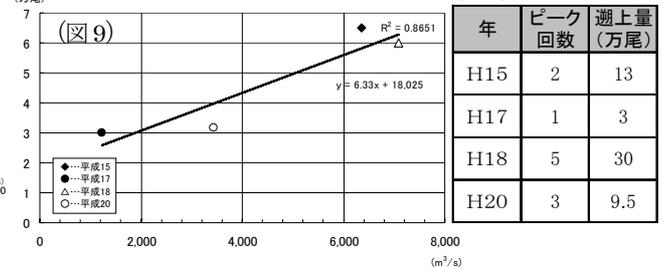
仮定: 年ごとの遡上量の変動は、出水後に流量が低下し、遡上に適した流量状態が発生する回数と関係する。

検証: まず好適条件となる回数を整理すると、H18年の調

査期間では、遡上に適していると考えられる放流量300m³/s以下となる回数は6回で、そのうち1,000尾以上の遡上が確認されたのは5回であった。H20年についても同様に整理すると、放流量300m³/s以下となる回数は8回で、1,000尾以上の遡上が確認されたのは3回であった。また、遡上量のみデータのあったH15、17年についても同様に放流量と比較したところ、同じように出水後の流量低下のタイミングで遡上ピークがみられた。(H15が1回、H17が2回)

次に、出水発生回数が多い年は、総流量や平均流量も多くなる傾向にあると考えられるため、対象期間の総流量(日平均流量の積算値に置換)と1出水あたり遡上量(総遡上量/出水回数のうち遡上が確認された回数)の関係を分析した。なお、その際、単純日平均流量では、遡上に適さないと考えられる大きな出水や、ほとんど放流されていない低水時も加味してしまうため、好適条件時(5~300m³/s)を加味した。その結果、好適流量条件となる期間が多い年ほど、遡上量が多く、仮定に対して比較的高い相関が得られる結果となった。(図9,表1)

(表1)



5. 環境改善に向けての取り組み

以上の考察により、出水回数との関係から平均的なアユの遡上量の推定などへの活用も考えられるが、環境改善や水産資源確保に向けての取り組み等を以下に提案する。

(1) 自然環境に配慮した堰の運用

遡上量を増加させるためには、好適条件の状態を多く作る必要があり、治水・利水を主目的とする堰などにおいて、環境面にも配慮した運用が望まれる。流水の占用などとの調整が必要であるが、水温・潮汐が好適となる期間は予測可能であることから、ごく限定した時間に放流するだけでも遡上量の増加が期待できると考える。

(2) 効果的な放流量とするための魚道の改造

また、効率的に放流量を調整するためには、魚道構造も含め好適水理条件をより詳細に検討し、軽微な改造だけでも効果が上がるような検討も有効であると考えられる。

(3) 調査のデータの蓄積と目的の明確化

本検討では調査データが少なくデータの蓄積後の更なる検証が必要である。一方、水辺の国勢調査など多くの環境調査が行われているが、画一的な調査ではなく、それぞれの川で目指す方向を見据えて調査の目的を明確にし、工学的見地も入れた調査の実施などが必要ではないかと考える。

(4) 工学と生態学の連携

そのためには、我々土木学会など工学系技術者が生態系に対する興味・知識を持ち、積極的に生態系技術者等との交流を持つことが特に重要であると考えられる。