

京都大学工学部地球工学科	学生員	○泉 公祐
京都大学防災研究所	正会員	角 哲也
京都大学防災研究所	正会員	竹門 康弘
京都大学防災研究所	正会員	兵藤 誠

1. はじめに

天竜川のダム群では、堆砂が進行している。堆砂は、ダムの貯水容量を減少させるとともに、下流の河床低下や河川環境にも様々な影響を及ぼす。天竜川はアユの名産地であるが、近年漁獲量は減少傾向にあり、天然アユの増加を目指した河川環境改善が望まれている。

好適なアユの産卵床条件には、流速・水深・水温・水質条件に加えて、浅瀬で2～5cmの粒径の礫が浮き石状に軟らかく堆積した状態が必要であるとされている。また、天竜川においては、産卵適地が砂州下流部に形成されやすいことや、1つの瀬では瀬頭でDO濃度が高くなることなどが知られている¹⁾。さらに、河床軟度の高い瀬は、4,000 m³/s 程度の中規模以上の洪水で形成され、2,000 m³/s 程度の小規模洪水では固化すると予測されている²⁾。

全国的には、ダム堆砂を下流に供給する手法として、置き土の実施事例が近年増加傾向にある。置き土の目的には、付着藻類の剥離更新などのダム直下の河川環境の改善が多いが、置き土量が限られるため、その効果は明らかになっていない点が多い。一方、天竜川ではアユの産卵環境の向上を目指した河川環境整備が指向されており、本研究では、置き土によってこれを補強する方法について検討を行った。

2. 研究方法

本研究では、天竜川 15～17km 地点を調査地に設定し、現地調査と2次元河床変動計算による河床地形分析を行った。現地調査では、シノと長谷川式貫入試験機による河床軟度の測定、表層水と間隙水の水質調査、河床材料の粒度分析を行った。また、天竜川河道内の鉄塔に河床から約60mの高さに設置したインターバルカメラで1時間毎に撮影した写真を用いて、洪水前後の地形変化の履歴を分析した。

河床変動計算は、ミシシッピ大学で開発された2次

元河床変動解析プログラム CCHE2D を用いて、2013 年 2～12 月の間に発生した、800 m³/s、560 m³/s、4,900 m³/s、2,100 m³/s の4度の500 m³/s を超える洪水それぞれによる地形変化を比較した。また、産卵床の適地を好適化するための置き土条件を検討した。アユの産卵に好適な河道横断形の瀬を対象とし、その上流側砂州上の上・中・下流部に置き土をし、2,100 m³/s、4,900 m³/s、6,000 m³/s の洪水流量を与えて、土砂の浸食と下流部への堆積について計算を行った。ここで、置き土部分は移動床、その他は固定床とした。

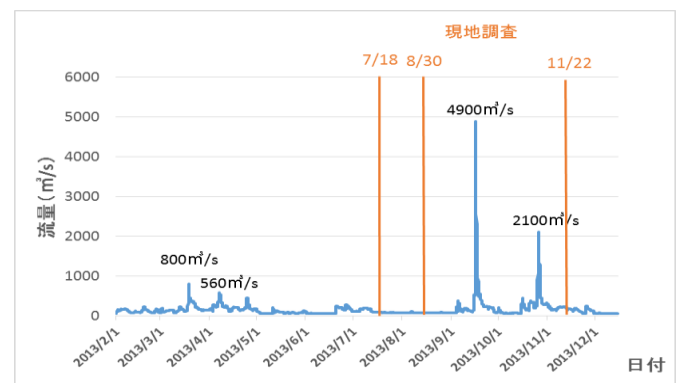


図-1 調査地の流況(鹿島地点)



図-2 調査区間(天竜川 15～17km)

3. 現地調査結果

現地調査において、2ヶ所でアユの産卵床を発見した。これらの地点は共に、湧水の湧出するたまりから流路に接続される流水環境で、洪水時に副流路となる地点であった(図-3)。さらに、4,900 m³/sの洪水後には、副流路下流部の移動を含む大きな地形変化が生じ、産卵床発見地点の直上流に、高さ約1.5mの砂礫帯のフロントが形成されていた(図-4)。この砂礫帯のフロントにより、副流路の水が堰き上げられ主流路との間に動水勾配が生じ、伏流水が湧出する環境が作られたと推察される。



図-3 アユの産卵床の発見地点



図-4 4,900m³/s 洪水後の地形変化と砂礫フロント

主流路の瀬と副流路の瀬とでは河床環境条件が大きく異なっていた。主流路および副流路の瀬では、D₅₀は8mg/l以上でともに十分であったが、副流路では河床軟度は10cm以上で、河床材料は5cm以下が多く、いずれもアユの産卵に適した環境であったが、主流路では河床軟度は10cm未満と小さく不適であった。

4. 河床変動計算による置き土効果の検討

2013年に発生した4つの洪水による地形変化を数値計算で再現した結果、4,900 m³/sの洪水のときに、現地調査でアユの産卵床が発見されたような砂州下流部への土砂堆積が生じることがわかった。

この地形変化を再現することと、置き土方法の比較検討のために2次元河床変動計算を行った。これによれば、2,100 m³/sでは置き土はほとんど流出せず、一

方、6,000 m³/sでは置き土は流出するが、上流河道からも多量に土砂供給があり、置き土自体の効果が小さいと考えられる。これらに対して、4,900 m³/sの洪水時に置き土の効果が最も発揮されると考えられた。

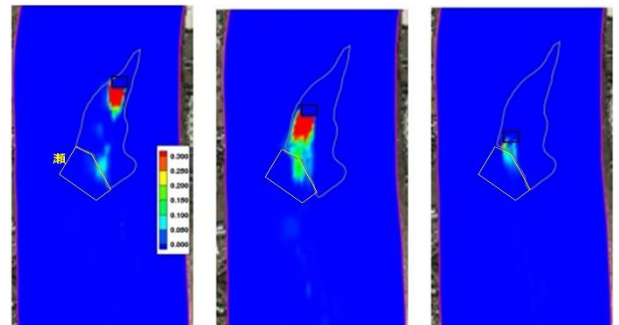


図-5 置き土の流出の様子 (4900 m³/s)

次に、置き土の場所の比較を行った。図-5にそれぞれ砂州上・中・下流に置き土(図の黒枠)した場合の土砂流出・堆積の比較を示している。これによれば、砂州中流部に置いた場合に、十分な掃流が期待できる上に、産卵床の適地である直下流の瀬にアユの産卵に適した2~5cmの粒径の土砂が供給・捕捉される結果となった。このことから、置き土を行う場合は年1回生起確率の3,000~5,000 m³/s規模の洪水により最適化されるような場所や量を選択することが有効と考えられる。置き土地点の掃流条件について、流出率と無次元掃流力の関係を求めたところ、掃流力が0.04を超えると流出量が大きくなることが確認され、砂州上の掃流力分布を予め数値計算によって求めることにより、効果的な置き土地点の選定ができる可能性を示すことができた。

5. 結論

現状の天竜川では、河床が硬化し粗粒化していることから、アユの産卵に好適でなくなっている。しかし、砂州下流部にある副流路の瀬では、河床軟度、D₅₀、河床材量共に、アユの産卵に適した状態である。また、河道横断型の瀬を好適化する置き土条件は、流出率と瀬での堆積量の両面から、砂州中流部に置き土をするのが望ましく、さらに、掃流力分布をあらかじめ数値計算によって求めることにより、効果的な置き土地点の選定ができると考えられる。

参考文献

- 鈴木崇正・角 哲也・竹門康弘・中島佳奈(2011) 土砂供給に伴うアユ産卵環境の変化予測. 京都大学防災研究所年報, 54B: 711-718.
- 兵藤誠・竹門康弘・角哲也・栗津陽介・鄧朝暉(2014). 洪水時の地形の侵食堆積履歴が河川生息場の好適性に及ぼす影響, 土木学会水工学論文集B1(水工学) Vol.70, No.4, I_1345-I_1350.