

四万十川における洪水時の河床変動とアユの産卵場形成条件に関する 基礎的研究

国土交通省四国地方整備局 正会員 ○池野裕貴
高知高専 正会員 岡田将治 神戸大学大学院 学生会員 和泉征良

1. 序論

四万十川では、昭和 40 年代から 60 年頃にかけて実施された砂利採取によって河床が低下するとともに、その期間に河床変動が生じるような規模の出水が少なかったことから滞筋の固定化が起これ、その後、礫河原の樹林化が進み、河床の攪乱頻度やその範囲の減少によってアユの産卵場が減少している。国土交通省中村河川国道事務所では、アユの瀬再生事業として局所的な河床洗掘および礫河原の樹林化を抑制するために、河畔林の間伐事業を実施しながらアユの産卵場のモニタリング調査を実施している。その結果¹⁾によれば、四万十川では洪水流量が約 $6000\text{m}^3/\text{s}$ を越えれば、アユの産卵場の形成条件のひとつである浮き石河床が形成され、アユの産卵場面積が広がる傾向を示している。さらに、四万十川では今後の河川整備とアユの産卵場の保全・創出事業を同じ土砂管理の観点からも検討されており、そのためには洪水時の土砂動態や河床変動によってアユの産卵場形成に及ぼす影響を明らかにする必要がある。そこで、本研究では平成 23 年に起きた大規模出水時の河床変動解析を行い、その直後のアユの産卵場のモニタリング結果との比較から、アユの産卵場の環境のひとつである浮き石河床の形成状況および平水時の流況について明らかにする。

2. 二次元河床変動解析による検証方法

図-1 に平成 23 年度(11～12 月実施)の調査結果で得られた四万十川 9.6k～13.0k 区間におけるアユの産卵場平面分布を示す。図より、産卵場は平水時にも水が流れる滞筋に沿って佐田、入田、大浦、大墜、小島の 5 地点 6 箇所形成されている。つぎに、この産卵場環境の形成に大きく影響している平成 23 年 7 月に起こった洪水時の河床変動について、二次元河床変動解析を実施した。図-2 に上下流端の境界条件として用いた実測の流量および水位のハイドログラフを示す。河床形状は平成 24 年度に測量された定期横断測量データを使用し、河床材料粒径は近年アユの産卵が多く、産卵場の面積が最大の大墜地区の粒度分析の結果¹⁾で得られた代表粒径 $d_{50}=43\text{mm}$ とした。マンニングの粗度係数は高水敷を 0.035、低水路は 0.030 とし、左岸高水敷の樹木の繁茂が確認できる区間において樹木の密度 0.3、抵抗係数 0.7 を与え、洪水時の縦断水面形と一致していることを確認している。これらの条件で二次元河床変動解析を行い、各流量規模において無次元掃流力 τ^* を評価し、河床砂が移動すると判断される τ^* が 0.06 以上となる範囲を明らかにする。なお、この無次元掃流力 $\tau^*=0.06$ の値は既往の調査研究の成果²⁾を参考に行っている。また、平水時における流況解析については、対象区間を 8.6k～13.0k とし、調査条件は上流端の境界条件に $50\text{m}^3/\text{s}$ 、下流端は等流水深を与え、定常解が得られるまで行った。また、他の条件は洪水時の解析と同様とした。

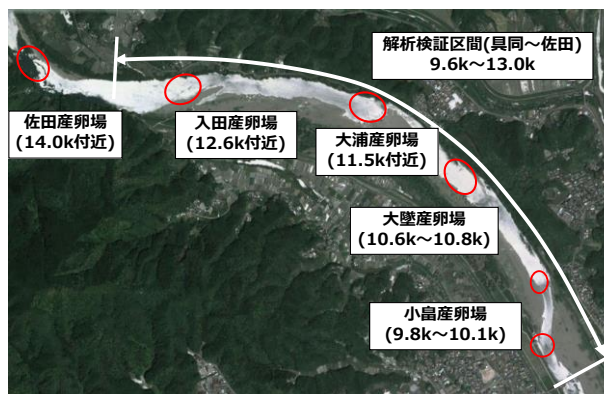


図-1 四万十川 9.6k～13.0k 区間における
アユの産卵場分布 (H23 年度調査結果)

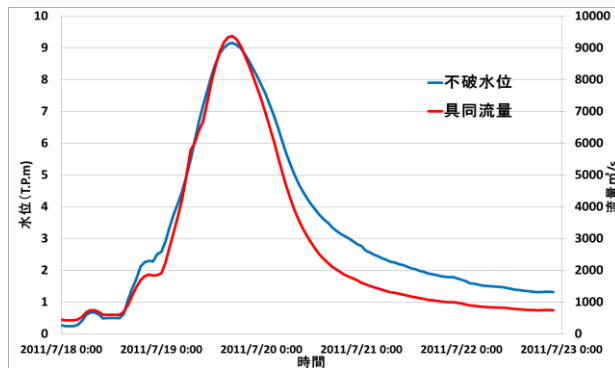


図-2 解析に用いた流量と水位のハイドログラフ
(平成 23 年 7 月洪水の実測値)

3. 解析結果と考察

図-3、図-4、に検証流量 $1000\text{m}^3/\text{s}$ 、 $6000\text{m}^3/\text{s}$ における無次元掃流力の分布と流速ベクトルを示す。図-3 より流量が $1000\text{m}^3/\text{s}$ の場合は高流速部において無次元掃流力が 0.06 を越えている箇所を確認できるが全体的にはまだ越えていない箇所がある。しかし、アユ産卵場が形成されている区間は $1000\text{m}^3/\text{s}$ の流量の時点ではほとんどの区間で無次元掃流力が 0.06 を越えている。流量が $2000\text{m}^3/\text{s}$ に達すると低水路における区間で無次元掃流力が 0.06 以上となった。流量 $3000\text{m}^3/\text{s}$ を境に無次元掃流力が 0.06 を越える区間が増加していく箇所が少なくなり、図-4 のように流量が $6000\text{m}^3/\text{s}$ を越えると 9.6k~9.8k の区間を除いて河床が攪乱する区間が増加しなくなることを確認することができた。図-5 に平水時の 10.6k~10.8k と 12.6k 付近のアユ産卵場の水深と流速ベクトルを示す。この 2 ヶ所は平成 23 年度で前年と比べて産卵場の面積が広がった区間である。図-5 より産卵場の範囲の水深はそれぞれ約 0.5m~0.8m、約 0.5~1.1m 程度となっていることがわかった。また、流速もある程度あることが分かり、数値上ではそれぞれ 1.14m/s、0.7 m/s となっていた。他の産卵場の水深や流速として 9.8k~10.1k では水深が約 0.5m~1.1m で流速が 1.67m/s、11.5k 付近では水深が約 0.5m~0.8m で流速が 0.87m/s となっていることを確認することができた。

3. 結論

平水時の流速分布と水深ではアユの産卵場は水位が約 0.5m~1.1m で流速が 0.7m/s~1.67m/s となっており、9.6k~13.0k の産卵場の条件は流速と水深がある程度必要で、洪水時には河床の攪乱が生じやすくなっていることが条件であると考えられる。今後、アユの産卵場を増やしていくためには $6000\text{m}^3/\text{s}$ 以下の流量規模においても河床攪乱が起こる区域を広げる方策を検討する必要がある。9.6k~13.0k 区間においては、河床の切り下げ事業が予定されており、今後本研究室では効果的な河床の切り下げ方法(切り下げ高、範囲等)について本研究室で実施した二次元河床変動解析を用いて、詳細なモニタリング結果と比較しながら検討する予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省 中村河川国道事務所：平成 23 年度自然再生事業モニタリング調査業務報告書，平成 24 年 3 月
- 2) 竹内善幸，青木研，渡邊雄二，加村大輔：四万十川入田地区における砂礫河原再生モニタリング中間結果について，河川技術論文集，第 13 巻，pp119-112，2007

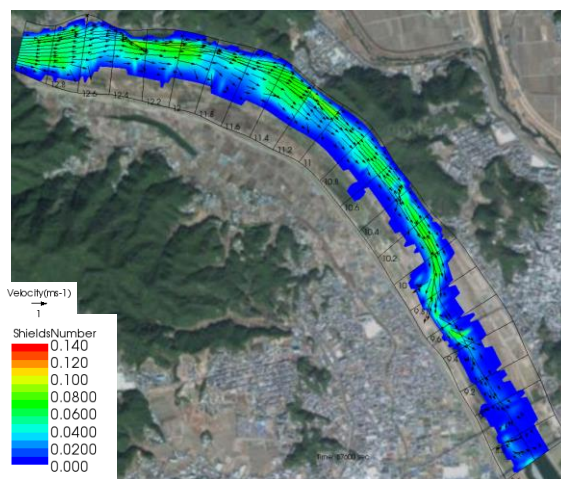


図-3 検証流量 $1000\text{m}^3/\text{s}$ における無次元掃流力の平面分布と流速ベクトル

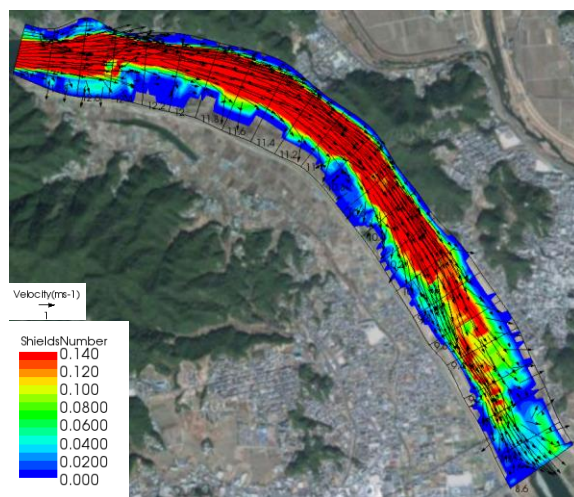


図-4 検証流量 $6000\text{m}^3/\text{s}$ における無次元掃流力の平面分布と流速ベクトル

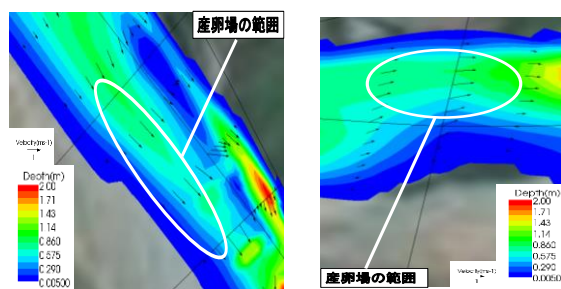


図-5 平水時の 10.6k~10.8k 区間と 12.6k 付近の水深と流速ベクトル