

図-2 利根大堰におけるサケの遊上状況



写真-1 サケの産卵床が確認されている箇所

(2) 烏・神流川におけるサケの産卵場の把握

烏・神流川のサケの産卵場の分布状況を把握するため、2007年より現地踏査及び関係機関へのヒアリングを実施し、その結果をサケ産卵場マップとして作成した(図-3)。

サケ産卵場マップ及び現地踏査の結果によると、サケの産卵場は早瀬と平瀬の境界や、淵から早瀬になる付近に多く見られた(写真-1)。また、産卵床としては間隙のある砂礫があり、河床が堅く締まっていない構造をしていた。産卵床は図-4のような構造をしていると考えられる。

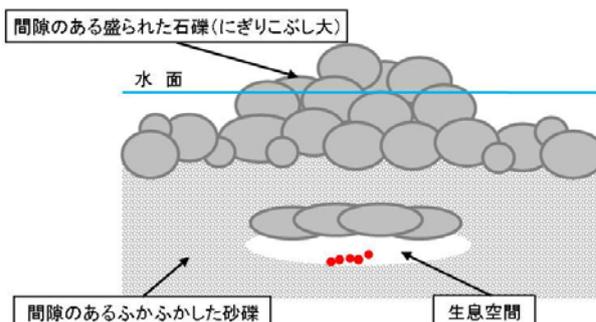


図-4 サケの産卵床のイメージ

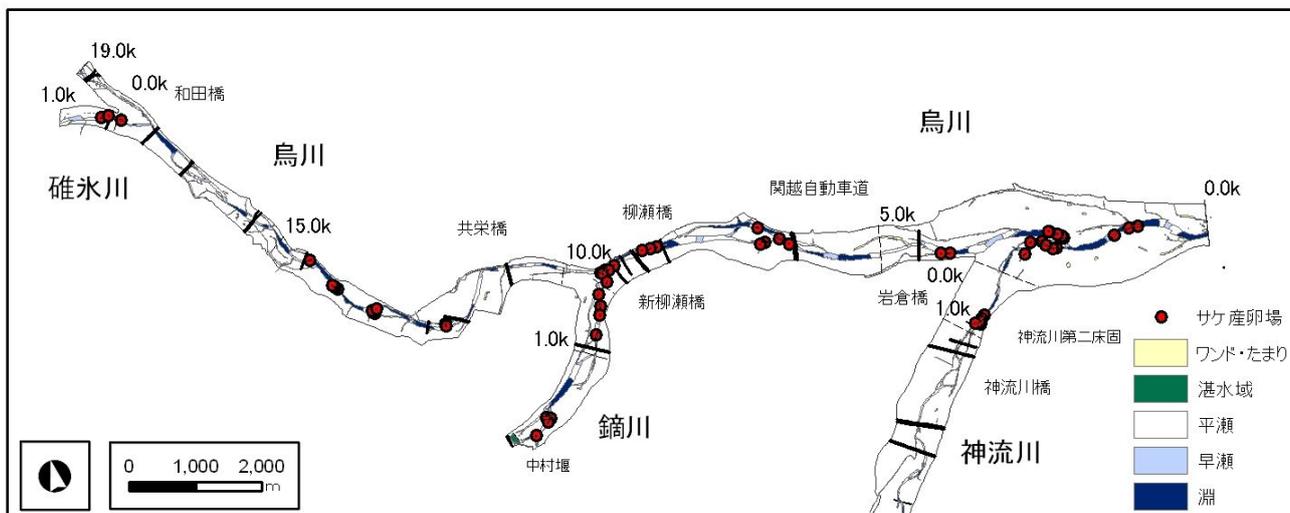


図-3 サケ産卵場マップ

3. 濁水の影響把握調査

次に、河川の濁水がサケの産卵等へ与える影響を把握するために行った現地試験の概要と調査結果について以下に述べる。濁水によるサケの産卵等への影響としては、濁水成分(細粒分)の堆積に伴う空隙の間詰り作用による通水性の悪化や、孵化後の生息空間が減少することで、サケの生存率が低下することが想定される。そこで、河

床の空隙状況と孵化後のサケの生存率の関係を把握するため、実際にサケの卵を烏川の河床に埋設する現地試験を実施した。これから得られた結果と既往文献でいわれている孵化実態との関係を比較し、試験の有意性を確認した。

(1) 試験箇所

現地試験箇所は、河川内での工事施工箇所の直下流2箇所(A, B地点)及び工事施工による濁水発生の影響

が少ない2箇所（C、D地点）の計4箇所を選定した（図-5）。

A地点及びB地点における工事は、橋脚補強工事及び護岸修繕工事で、施工期間は橋脚補強工事は11月～翌3月まで、護岸修繕工事は11月～翌5月まで、仮締め切りは土砂及び大型土のうで実施しており、水替えポンプで排水を行っていた。どちらも、烏・神流川においては、通常行われている施工方法であった。

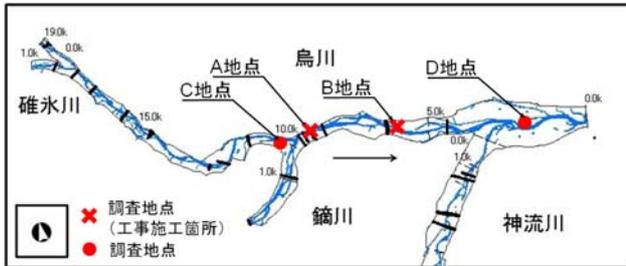


図-5 試験箇所

(2) 試験方法

試験方法は、サケの卵を購入し、バイパートボックスに100粒ずつ分取し、カゴに設置後、河床に埋設した。バイパートボックスは孵化状況確認用と稚魚化状況確認用の2種類準備した。稚魚化状況確認用のバイパートボックスについては、ボックスをネットで覆い、稚魚がボックスから逃げ出さないようにした（写真-2）。

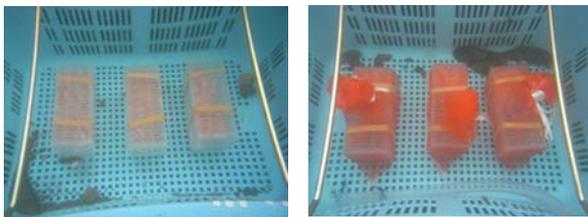


写真-2 バイパートボックス設置状況
(孵化状況確認用とネットで覆った稚魚化状況確認用)

カゴを河床に埋設する際には、現地の土砂を使用し、自然な状況を再現した。

また、河床の空隙状況と孵化・稚魚化後の生存率の関係を把握するため、濁水発生の影響が少ないC、D地点については、上記の他に、カゴを埋設する際に、土砂の細粒分を重量比で「細粒分60%」、「細粒分90%」にしたもので埋め戻したものを追加した。

設置後は、間隙水・表面水の水温、濁度等の計測を実施した。

調査結果は、「孵化状況」と「稚魚化状況」の2回の時期に分けて確認を行った。それぞれ、孵化したもの・稚魚化したものを計測した「孵化率」・「稚魚化率」と、孵化・稚魚化して生存していたものを計測した「生存率」をまとめた。

なお、バイパートボックスの設置は12月1日に行い、「孵化状況」の確認は12月27日、「稚魚化状況」の

確認は翌2月7日に行った（写真-3）。



写真-3 孵化状況と稚魚化状況

(3) 試験結果

a) 「孵化状況」(図-6, 7)

「自然河床」の状況ではA地点、B地点及びC地点の3地点では孵化率が約9割、生存率も約9割であった。D地点では孵化率が約1割と多くの卵が孵化前に死亡していた。

細粒分を加えた場合、C地点では孵化率が4～9割、生存率は約3割であった。「細粒分90%」のケースでは孵化後に死亡する固体が多く見られた。D地点では孵化率が0～9割、「細粒分60%」のケースでは孵化率も生存率も高い結果が出たが、「細粒分90%」のケースではほぼ孵化前に死亡していた。

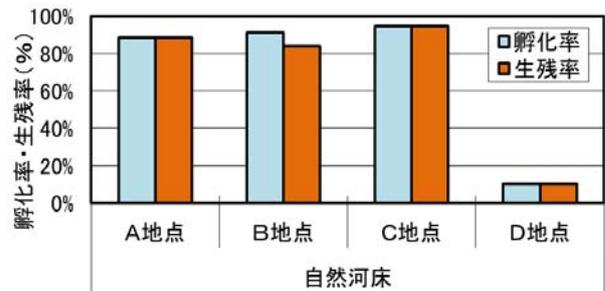


図-6 孵化状況（自然河床）

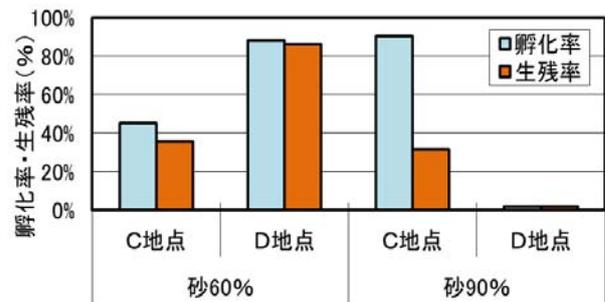


図-7 孵化状況（細粒分）

b) 「稚魚化状況」(図-8, 9)

「自然河床」の状況では、稚魚化率は6～9割、生存率は4～9割であり、A地点、B地点はいずれも9割であった。C地点では、稚魚で死亡しているものが比較的多く見られた。D地点では孵化前に死亡しているものが多く見られた。細粒分を加えた場合はC地点においては稚魚化率約9割、生存率約8割と共に高かった。D地点では稚魚化率が1～7割、生存率はほぼ0割であり、「細粒分90%」のケースでは多くが孵化前に死亡していた。

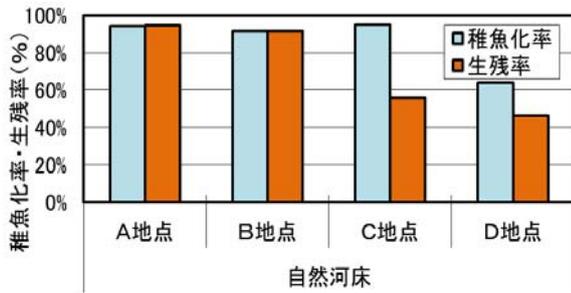


図-8 稚魚化状況 (自然河床)

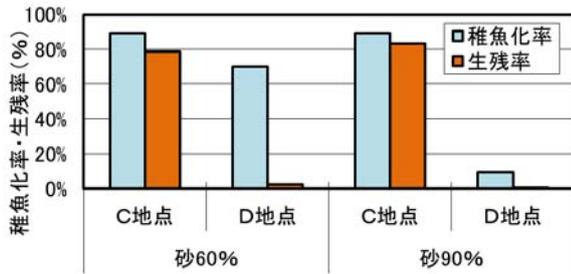


図-9 稚魚化状況 (細粒分)

4. 考察

(1) 出水による河床の攪拌

卵を設置した数日後にまとまった降雨があり、烏川の水位が観測地点において約50cm程度上昇する出水があった。出水後の間隙水の水温の変動をみると、C地点では一定に水温が保たれているのに対し、D地点では水温の低下傾向が示されていた(図-10)。これはD地点において出水により河床が攪拌されたことを示唆している。孵化直前の卵は表面が破裂しやすく、衝撃に弱いと言われている。水温の低下は冷水環境を好むサケにはほとんど影響しないが、出水が発生したことで、D地点の河床に埋設した卵が攪拌され、衝撃を受けたこと等により、孵化前に多くの固体が死亡したと推定される。

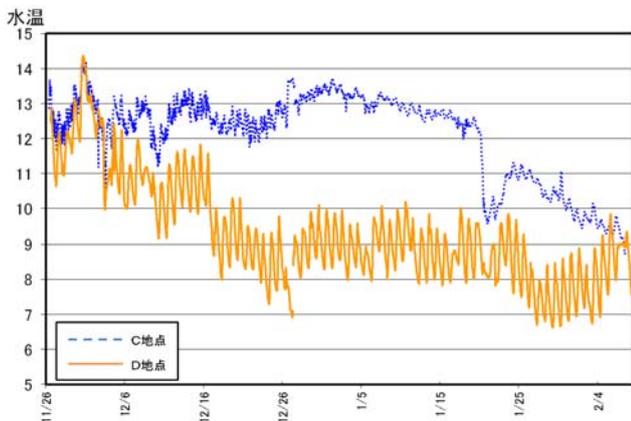


図-10 C地点、D地点における間隙水温の変化

(2) 河床材の空隙状況とサケの生存率の関係

河床材の空隙状況とサケの生存率の関係については、

既往の文献調査によると、礫の空隙サイズを表すFredle指数とサケの孵化・稚魚化期の生存率には相関関係がみられ、Fredle指数が大きくなると生存率が高くなる傾向にある。

A, B及びC地点におけるFredle指数は、「自然河床」では5~8程度であり、生存率は9割程度であった。一方、C地点の「細粒分」の実験ではFredle指数は1程度であり、現地試験においても孵化後の生存率が低いことが確認された。特に「細粒分90%」については、回収時のパイパートボックス内が細粒分で満たされており、卵の孵化率は高かったが、孵化後の生存率は低かった。これは、孵化後の稚魚の移動空間が確保されなかったことが要因としてあげられる。

また、「稚魚化状況確認用」においては、「細粒分60%」、「細粒分90%」でも孵化率・生存率共に高かった。これは稚魚逸脱防止のため、パイパートボックスをネットで覆ったことにより、ボックス内への細粒分進入が抑制され、稚魚の移動空間が確保されたことが要因としてあげられる。

A, B及びC地点におけるFredle指数とサケの「孵化状況」の生存率の相関図を示す。既往文献と比較しても概ね同様の傾向が得られている(図-11)。

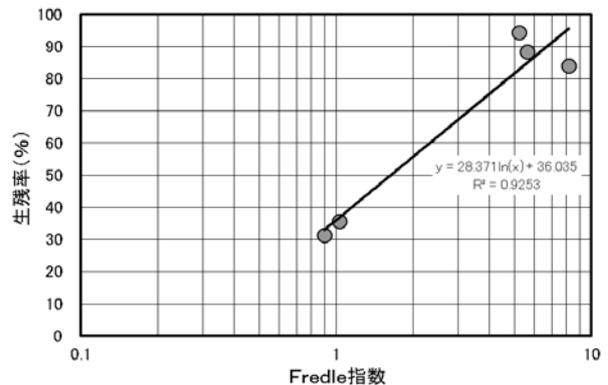


図-11 今回の現地試験におけるFredle指数と生存率の関係

(3) 工事による濁水の影響

工事施工箇所の直下流A, B地点については、孵化率、稚魚化率、生存率ともにC地点の「自然河床」と変わらない結果であった。工事施工箇所においては、濁水の発生を抑制する対策を実施しており、河川水が強く濁るほどの濁水の発生はなかった。

(4) 試験結果

本試験の結果から、細粒分の堆積による間詰めや孵化直前の産卵場所の河床攪拌は稚魚の生存に大きく影響することがわかった。さらに、河道特性にもよるが、比較的河床勾配があり、礫河原の烏・神流川(セグメント1, 2-1)においては、通常の河川工事で発生する表流水の濁り程度では影響が小さいことが明らかになった。

5. さいごに

サケの孵化等に関しては、通常の河川工事等による濁水の影響は小さいが、細粒分の堆積や河床攪拌など産卵場所への直接のダメージは影響が大きいことが明らかになった。

今回の結果を踏まえ、サケの産卵場や生態と河川工事の関係性をまとめ、工事の実施時期、対策工法等について記載した「烏川におけるサケの保全対策マニュアル（案）」を作成している。今後も産卵場所や、工事施工後の状況について把握し、河川事業、河川管理等の実施に活かしていくことが必要である。