

|              |     |       |
|--------------|-----|-------|
| 京都大学大学院農学研究科 | 学生員 | ○木下篤彦 |
| 京都大学大学院農学研究科 | 正会員 | 水山高久  |
| 京都大学大学院農学研究科 | 正会員 | 藤田正治  |
| 京都大学防災研究所    | 正会員 | 澤田豊明  |

1.はじめに

岩魚の生息環境に与える排砂の影響は水質と河床変動の点から評価することが重要である。本研究では影響評価のための指標を見出すとともに、排砂条件による影響度の差異について現地実験から調べ、影響の少ない排砂条件について検討するものである。

2.実験の概要

著者らは、神通川上流の流域面積0.82km<sup>2</sup>のヒル谷流域で、試験ダム内の0.1mm～2cmの堆積土砂を排砂し、ダムから約200m下流の区間で溶存酸素濃度、浮遊砂濃度、プール内の土砂堆積厚および河岸の水際形状等を調査した。また実験前にヒル谷に養殖イワナを放流し、排砂後の挙動も観察した。ヒル谷は階段状河床形態を呈しており、河床材料は数センチから十数センチの礫からなっている。実験条件は表1のようである。

3.影響評価の手法

まず、水質の点では、濁度および溶存酸素濃度がイワナの生死にとって重要である。とくに濁度については式(1)からストレス・インデックス(*SI*)を求め、表2に示す魚類への影響度レベルを式(2)から評価する方法が提案されている<sup>1)</sup>。

$SI = \log_e(C \cdot T) \cdots (1)$  (影響度レベル) =  $0.738SI + 2.179 \cdots (2)$   
ここに、*C*:SS濃度(ppm), *T*:濁度の継続時間(hr)である。式(1)より、排出土砂に含まれる全濁度物質の量を $Q_T$ 、流量を $Q$ とすると $SI$ は式(3)のように変形されるので、影響度レベルの小さい排砂量および流量を設定することができる。

$$SI = \log_e(Q_T/Q) \cdots (3)$$

次に河床変動の点では、土砂堆積による生息場所や避難場所の消失、遊泳条件の悪化が問題になる。ここでは、河床土砂堆積厚、河岸の水際形状のスペクトル分布を指標としてあげる。プール部の土砂堆積と元河床への回復は、式(4)に示すプールからの流出土砂量の式<sup>2)</sup>によっておおよそ推定できる。

$$\frac{q_{so}}{\sqrt{sgd^3}} = A \left\{ \frac{7.207\alpha^2 q^{4/3}}{sgd(0.745V_w^{1/2} + 0.37q^{2/3})} \right\}^{6.62} \cdots (4)$$

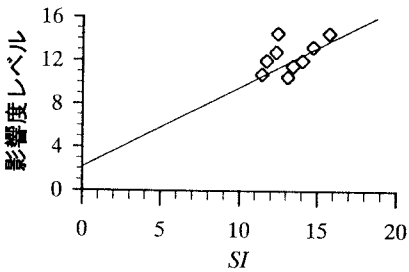
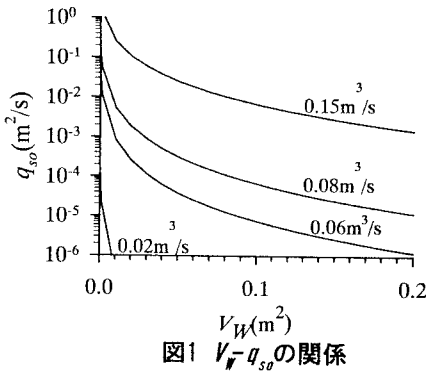
ここに、*A*:係数、 $q = Q/B_{in}$ ,  $s = \sigma / \rho \cdot 1$ ,  $B_{in}$ : プール入り口幅,  $V_w$ : 土砂貯留容量(土砂堆積のためのプールの空き容量),  $d$ : 粒径,

表1 実験条件

| 実験 NO.                                           | I     | II    | III   | IV    | V     |
|--------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 流量(m <sup>3</sup> /s)                            | 0.026 | 0.080 | 0.050 | 0.049 | 0.075 |
| 排砂時間(min)                                        | 210   | 120   | 60    | 120   | 240   |
| 排砂量(m <sup>3</sup> /s)                           | 20    | 49    | 25    | 40    | 50    |
| 単位時間排砂量<br>(×10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> /s) | 1.59  | 6.81  | 6.94  | 5.55  | 3.47  |

表2 影響度レベル

| レベル | 内容         |
|-----|------------|
| 14  | 致死率80～100% |
| 13  | 致死率60～80%  |
| 12  | 致死率40～60%  |
| 11  | 致死率20～40%  |
| 10  | 致死率0～20%   |
| 9   | 成長率の低下     |
| 8   | 生理学的ストレスなど |
| 7   | 生息空間の損傷    |
| 6   | 生物の不健全な状態  |
| 5   | 営巣行動の低下    |
| 4   | 食餌量の低下     |
| 3   | 忌避行動など     |
| 2   | 警戒反応       |
| 1   | 呼吸回数の増加    |



$\sigma$  : 砂の密度,  $\rho$  : 水の密度,  $g$  : 重力加速度である。ヒル谷の空の状態のプールの  $V_W$  はおよそ  $0.2\text{m}^2$  である。図 1 には  $V_W$  と  $q_{so}$  の関係が流量をパラメータとして示されている。この図で単位時間当たりの排砂量に相当する流出土砂量の際の  $V_W$  で排砂時のプールへの最大堆積厚が見積もれる。また、式 (4) で流出土砂量が  $1\text{g/s}$  以下になったとき、土砂の流出がないものとするれば、排砂後のプールの回復度も推定できる。

#### 4.実験結果

##### 4.1 溶存酸素濃度

実験Ⅱ,Ⅳでの溶存酸素濃度を比較すると、流量が大きい実験Ⅱの方が濃度は大きかったが、それぞれの実験で排砂前後の変化はあまりなく、共に環境基準値を越えているので、これらの排砂は岩魚に大きな影響を与えていなかったといえる。

##### 4.2 濁度

まず、岩魚に対する (2) 式の妥当性を確かめるため、水槽実験により影響度レベルと  $SI$  の関係を調べた。図 2 はその結果を示したもので、式 (2) によって濁度の影響評価ができることがわかる。式 (3) より  $SI$  をパラメータとした  $Q$  と  $Q_T$  の関係は図 3 のようになる。この図から  $Q$  と  $Q_T$  から排砂による岩魚への影響度レベルを知ることができる。また実験Ⅰ,Ⅱ,Ⅴの排砂条件を図 3 にプロットすると、 $SI>11$  が岩魚の致死領域であることから、これらの排砂は大きな影響がなかったといえる。事実、これらの排砂実験中に死に至る岩魚は観察されなかった。

##### 4.3 プール部での土砂堆積厚変化

図 4 に実験Ⅰ,Ⅱの土砂堆積厚変化を示す。排砂によってプールが土砂で満杯になり、避難場所や生息場所への影響は大きかったと思われるが、実験Ⅱは実験Ⅰに比べプールへの土砂堆積は少なく、またその後の回復も早かったことが分かった。図 1 によると、実験Ⅰの条件ではプールは土砂で満砂した後、5% 程しかプールが回復しないが、実験Ⅱでは、満砂するものの排砂後十分元の状態に回復する。このことは実験結果と一致する。この図から流量が  $0.06\text{m}^3/\text{s}$  以下になると回復度が悪いことが推察される。

##### 4.4 河岸の水際形状の変化

図 5 に排砂前の、図 6 に実験Ⅳ,Ⅴでの排砂後の水際形状のスペクトル分布を示す。これによると排砂前にはいくつかの卓越周期が存在するが、排砂後は消滅している。このことから排砂によって、岩魚の避難場所となるような多くの水たまりやよどみが消失したことがわかった。

#### 5.おわりに

今回は過去の実験データをもとに水質および河床変動の面で岩魚への影響の少なくなるような排砂条件を検討した。今後はさらに実験を重ねてその精度を高めると共に、ヒル谷以外でも使えるような魚類への影響の少ない排砂条件を考えていきたい。

参考文献 1)Newcombeら,Effects of Suspended Sediments on Aquatic Ecosystems,North American Journal of Fisheries Management 11,1991,2) 澤田,京大博論,1985

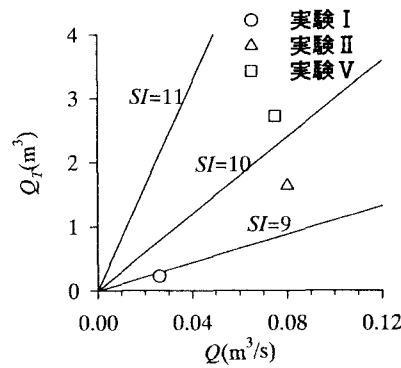


図3  $Q-Q_T$ 関係図

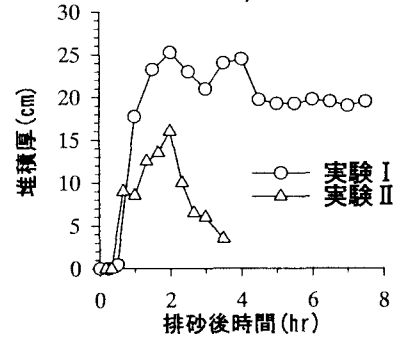


図4 プール部の堆積厚変化

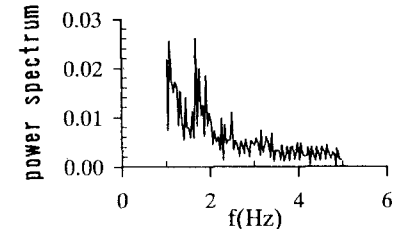


図5 排砂前のスペクトル分布

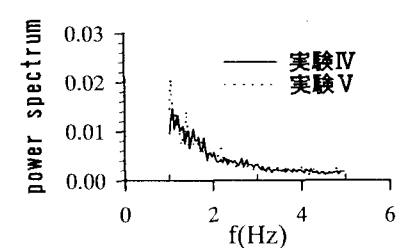


図6 排砂後のスペクトル分布