

PI-07 砂防ダムからの排砂による濁水が魚類に与える影響

京都大学大学院
京都大学大学院農学研究科
京都大学防災研究所

○木下篤彦・吉清守
藤田正治・水山高久
澤田豊明

1.はじめに

魚類の生息環境への排砂の影響は濁度の点からも評価しなければならない。本研究では岩魚の致死率と濁度の関係を水槽実験によって調べ、その結果を用いて排砂の際の濁度による岩魚への影響を評価し、さらに岩魚への影響の少ない排砂条件について検討した。

2.実験の概要

著者らは、神通川上流の流域面積 0.82km² のヒル谷流域において、高さ 4.7m、幅 7.5m の試験ダムから排砂実験を行っている。ヒル谷はアーサーコートが発達しており、階段状河床形を呈している。土砂濃度の計測は、試験ダムから約 200m 下流の足洗谷まで

の区間で排砂前後に採水を行っている。また実験前にヒル谷に体長 20cm の養殖岩魚を放流し、排砂後の挙動を観察した。ダムから排出した土砂の粒度分布は図 1 の通りである。排砂後、採水ポイントに掃流砂が到達する前に浮遊砂として流下していた土砂の粒径は 1mm 以下であったことから、ここでは濁度物質としては 1mm 以下のものを対象にする。図 1 より排出土砂のうち約 45% が濁度物質の生成源と考えられる。排砂実験は 1997 年から 5 度行われており、各実験条件は表 1 のようである。ただし、全通過濁度物質量は採水した濁水中の粒径 1mm 以下の土砂量と濁水の継続時間から濁度物質の合計量を推定したものである。また、実験 I, II の土砂濃度の変化は図 2 のようであった。

表 1 実験条件

実験 NO.	流量 (m ³ /s)	排砂量 (m ³)	全通過濁度物質(1mm 以下) (m ³)
I	0.026	20	0.23
II	0.080	49	1.64
III	0.050	25	
IV	0.049	40	
V	0.075	50	2.72

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

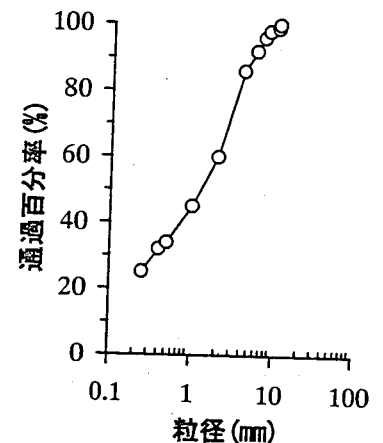


図 1 排出土砂の粒度分布

3.影響評価の手法

濁度による魚類への影響評価については Newcombe らによって、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。

$$SI = \log_e(C \cdot T) \dots (1)$$

$$(\text{影響度レベル}) = 0.738SI + 2.179 \dots (2)$$

ここに、C:SS 濃度(ppm), T:濁度水の継続時間(hr)である。そこで式(2)の岩魚への妥当性を確かめるため、岩魚を用いた水槽実験を行った。異なる濁度に設定した 6 個の水槽に岩魚を 5 匹ずつ入れ、それぞれの水槽で経過時間と岩魚の生存率の

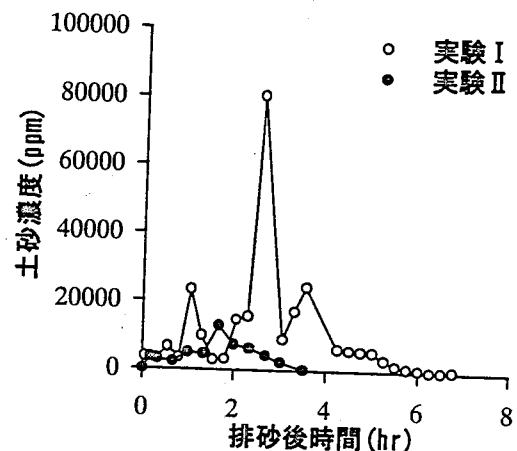


図 2 土砂濃度変化

関係を調べた。設定濃度は1,000、6,000、20,000、50,000、150,000、450,000ppmである。ただし実験に用いた濁質成分はパルクレーで平均粒径0.009mmである。また各水槽ともエアポンプで一定の溶存酸素濃度を与えてある。図3はその結果を示したもので、それぞれの濃度と経過時間からSIが分かり、致死率から影響度レベルが分かるので、図4のよう

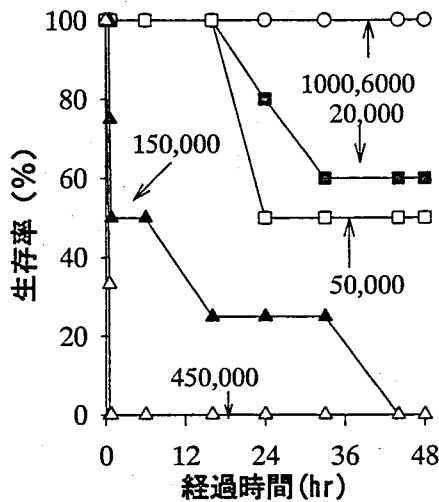


図3 経過時間と生存率

なSIと影響度レベルの関係が分かる。図4に式(2)を描くと、式(2)が水槽実験の結果をよく表しており、岩魚は式(2)から濁度による影響評価ができることが分かった。

4. 実験結果

排砂開始から再び土砂濃度が0に近づくまでの間を継続時間とすると実験I, II, Vの濁度とその継続時間は図5のようになる。SI>11が岩魚の致死領域であることから、これらの実験は岩魚にとって致死となる濁度ではなかったといえる。またこのことは実験中に死に至る岩魚が観察されなかったことから確認された。さらに全通過濁度物質量を Q_T 、流量を Q とすると式(1)は式(3)のように変形され、濁度物質が全て流送されるものとすれば、各実験に対して図6のようなSIをパラメータとしたときの Q と Q_T の関係が分かる。

$$Q_T = e^{SI} \cdot Q \quad (3)$$

実験I, II, Vについて表1より Q と Q_T を図6に描くと、それぞれの実験で、岩魚が死に至る限界流量を求めることができる。図6より、実験Iでは0.005m³/s以下、IIでは0.015m³/s以下、Vでは0.030m³/s以下がそれぞれ岩魚の致死流量であったことが分かる。また表1より排砂量のうち約3.3%が濁度物質として流下することが分かり、例えば図7のように排砂量と Q から濁度による岩魚への影響度レベルを知ることができる。

5. おわりに

今回はヒル谷で濁度の面から魚類への影響の少なくなるような排砂条件を検討し、その結果、排砂量と流量から岩魚への影響度レベルをおよそ推定できるようになった。今後はさらに排砂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について考えていきたい。

参考文献：1) Newcombe, C.P and Macdonald, D.D: Effects of Suspended Sediments on Aquatic Ecosystems, North American Journal of Fisheries Management 11, 1991

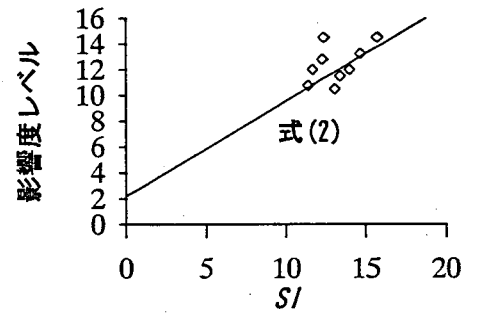


図4 SI-影響度レベル

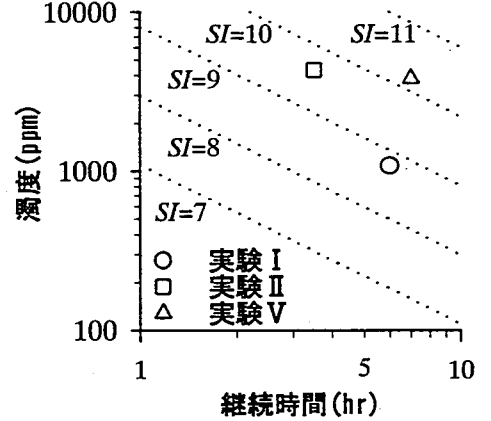


図5 濁度-継続時間

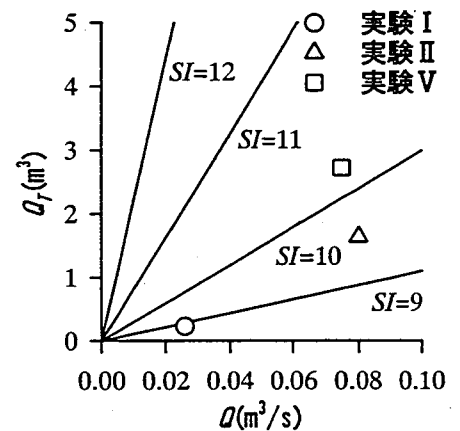


図6 Q-Q_Tの関係

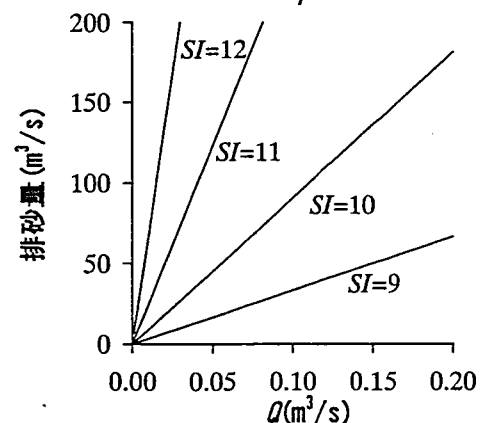


図7 Q-排出土砂量