

国土交通省
 京都大学防災研究所
 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
 藤田正治
 水山高久
 澤田豊明

1. はじめに

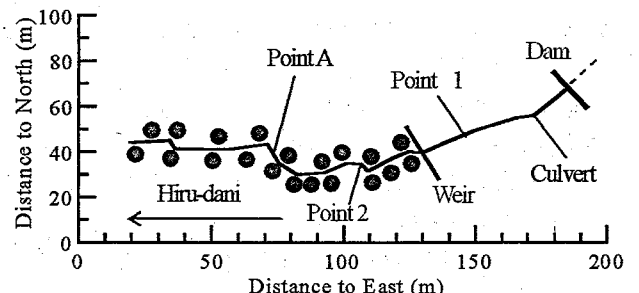
山地河川において排砂を行うと条件によっては河床に多量の土砂が堆積し、溪流魚の避難場所となるようなプールや瀬の局所的な空間が土砂で埋まり、生態系に大きな影響を与えることが考えられる。これまで著者らは、溪流魚の代表としてイワナを例に挙げ、河床への土砂堆積の影響を調査する目的で、1997年から毎年神通川水系蒲田川上流ヒル谷で排砂実験を行ってきた¹⁾²⁾。本研究では、河床への土砂堆積量と避難空間の減少との関係を明らかにする。まず、堰堤からの排砂実験を行い、上流のプールから下流のプールへの土砂移動の状況、それに伴う局所的な空間への土砂移動を調査した。次に、個別のプールに対する給砂実験を行い、プールへの土砂堆積量と局所的な空間の容積との関係を詳細に調査した。最後に、河床への土砂堆積によるプールの容積変化と局所的な空間の変化との関係から溪流魚への影響の少ない排砂方法を求める手法について検討する。

2. 排砂によるプールからプールへの土砂移動について

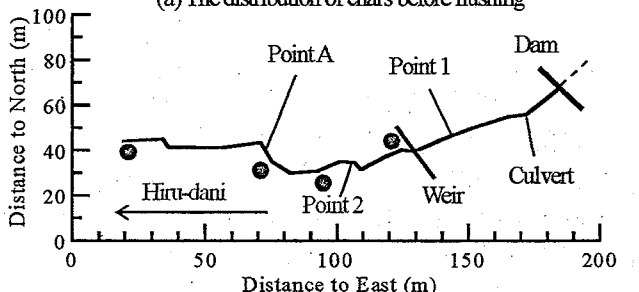
土砂堆積に伴う局所的な空間への影響の実態調査を目的として、1999年7月28日に排砂実験を行った。図-1にヒル谷の地図を示す。実験を行ったヒル谷の流域面積は0.85km²である³⁾。この流域では天然イワナが生息するものの、個体数は少なく、毎年養殖イワナの放流が行われている。観測区間は堰堤から下流の足洗谷との合流点までの約190mの区間で、途中には暗渠と取水堰がある。この区間の平水流量は0.032m³/s、河道幅は1~2m程度で、平均勾配は0.14である。ヒル谷の堰堤は京都大学防災研究所徳高砂防観測所の調査研究用に設置され、堰堤の高さは4.7m、幅は7.5mで左右に排砂ゲートが2つある。

1999年の排砂では、ダム下流で溶存酸素濃度、プール内の水深分布、イワナの分布の時間変化を調査した。また、溪流魚への影響を調査する目的で排砂前に取水堰より下流の代表的な大きさのプールに1匹ずつ計20匹の体長20cmの養殖イワナを放流しており、これらについてのみ調査対象とする。ただし、イワナの放流は実験直前に行っており、生理生態的な影響を調査するには必要条件をクリアしていないと考えられ、あくまで試行的に放流したものである。なお、排砂時の流量は0.049m³/s、空隙を含む排砂量は40m³、排砂時間は2時間であった。

実験では、図-2、3に示すようなプールではステップ下の空間に、瀬ではお河岸の淀みに避難するイワナが観察され、これらの場所が避難場所になると考えられる。プールでは、ステップ下の空間は流れの中心と比べると流速が小さいので溪流魚は体力の消耗を抑えられると考えられる。また、瀬では河岸がえぐれているために水際線が河岸側に突き出ている場所が淀みとなる。淀みは流れの中心と比



(a) The distribution of charrs before flushing



(b) The distribution of charrs 2 days after flushing

図-1 ヒル谷の地図及び試行的に放流したイワナの排砂前後の分布の排砂前後の変化。矢印は流向を、黒丸は1匹のイワナの定位地点を表す。

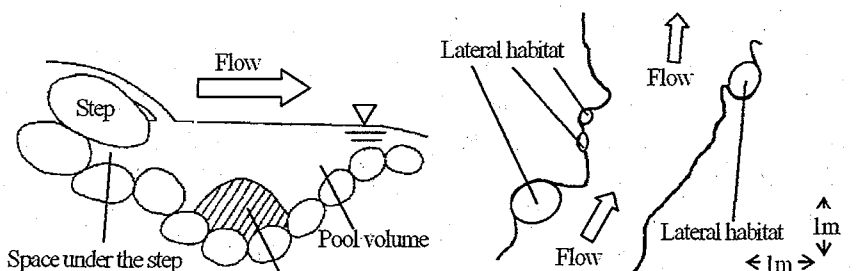


図-2 プールの縦断形の模式図

図-3 Point Aの瀬での水際線の平面図

表-1 給砂実験の実験条件

	Date	Pool NO	Average diameter of sediment (mm)	Supplied sediment volume (m ³)	Supply time (min)	Water discharge (m ³ /s)	Pool volume before supplied (m ³)	Volume of space under the step before supplied (m ³)	Number of charrs before supplied
Case I	7/15	Point 1	1.4	0.12	15	0.056	0.086	0.142	10
Case II	7/15	Point 1	3.0	0.12	15	0.056	0.086	0.142	10
Case III	7/15	Point 1	6.2	0.16	20	0.056	0.086	0.142	10
Case IV	8/14	Point 2	3.0	0.18	7.5	0.025	0.091	0.028	5
Case V	8/14	Point 2	5.9	0.20	8.0	0.025	0.091	0.028	5

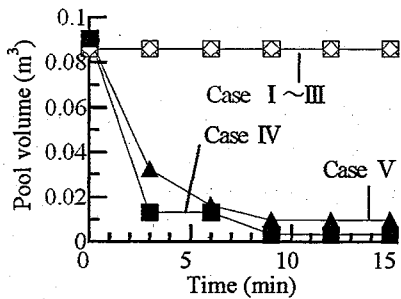


図-4(a) プールの容積の時間変化

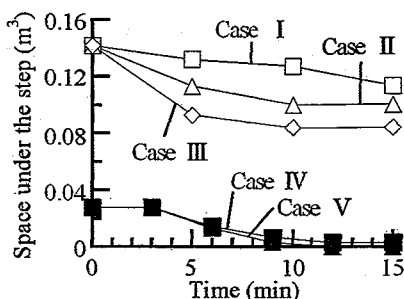


図-4(b) ステップ下の空間の容積の時間変化

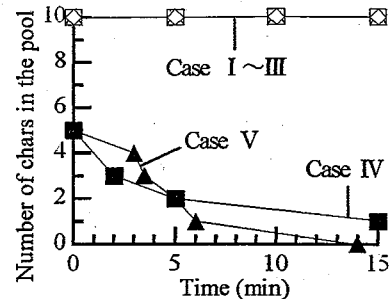


図-4(c) イワナの個体数の時間変化(参考図)

べると流速が小さいので溪流魚は体力消耗を抑えられると考えられる。なお、実験ではプールの埋没によって20匹中16匹のイワナが土砂堆積によって避難場所を奪われ足洗谷へ追い出された。

3. 個別のプールに対する土砂堆積量と局所的な空間の容積との関係を調べる実験

2003年夏期にヒル谷でプールに対する給砂実験を行った。個別のプールに給砂を行い、プールの容積とステップ下の空間の容積の時間変化を調査した。なお、本実験でも2.の排砂実験と同様にプールへの土砂堆積による溪流魚の挙動を試行的に調査する目的で実験前にイワナを放流している。なお、砂はイワナが定位した後にプールの上流から流水に乗せて供給した。プール出口にはトラップが設置されており、プールから追い出されたイワナの数を数えた。実験は図-1に示すPoint 1, 2のプールを用いて行われ、実験条件は表-1に示す実験条件の下で5回行われた。Case I~IIIは、プールに砂が貯まらない条件でステップ下の空間が確保されるかどうかを確認する実験であった。Case IV, Vは、プールに砂が貯まり、プールの容積とステップ下の空間の容積との関係を調べる実験であった。藤田ら¹⁾の研究から、プールへの土砂堆積量の程度は流量、給砂する砂の粒径に依存するため、目的に応じて各Caseで流量、給砂する砂の粒径が異なる。また、1回の実験が終わるとプールに堆積した砂を人為的に取り除き、さらに流水でも取り除いてから次の実験を行った。

図-4(a)に給砂後のプールの容積の時間変化を示す。Case I~IIIではプールの容積は全く減少しなかったが、Case IV, Vではほぼ0となった。(b)に給砂後のステップ下の空間の容積の時間変化を示す。プールの容積が変化しなかったCase I~IIIではステップ下の空間はほとんど残されたが、プールの容積が大きく減少したCase IV, Vではほぼ0となった。(c)に給砂後のプール内のイワナの個体数の時間変化を示す。あくまでも参考図であるが、プールの容積が減少せず、ステップ下の空間が残されたCase I~IIIではイワナは流されず、プールの容積がほぼ0となりステップ下の空間が消失したCase IV, Vではほとんどのイワナがプールから流された。

4. プールの容積とステップ下の空間の容積との関係について

藤田ら¹⁾のモデルでは排砂後の単位幅当たりのプールの容積 V_w を求めることができる。そこで V_w とステップ下の空間の容積との関係を求める。まず、ステップ下の空間の容積を V_e 、プールに土砂がたまっていない状態の V_e を V_{e0} とし、 V_e と V_{e0} の関係を以下の式(1)のように表す。

$$V_e = \gamma \cdot V_{e0} \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 γ :係数である。 γ について、給砂前の単位幅当たりのプールの容積 V_w の大きさを V_{w0} とおくと、個別のプールへの給砂実験のCase IV, Vにおいて V_w/V_{w0} と γ の関係は図-5のようになった。内挿線は、 V_w/V_{w0} が1から0.25までは γ は減少していない。この時、土砂は図-1の斜線部のようにプール中心部にマウンド状に堆積するものステップ下の空間には堆積しなかった。 V_w/V_{w0} が0.25から0.08までは γ は直線的に減少している。この時、プールでは堆積土砂のマウンドが大きくなり土砂はステップ下の空間にも侵入した。 V_w/V_{w0} が0.08以下ではステップ下の空間は完全に土砂で埋まり、 V_e は0になった。プールへの土砂堆積量が少なければ避難空間が全て確保されるため溪流魚への影響は少ないと考えられ、図-5から避難空間への影響の無い給砂前の単位幅当たりのプールの容積 V_w を求めることができるので、藤田らのプールの河床変動モデル¹⁾と合わせれば影響の少ない排砂条件を検討できると考えられる。

5. おわりに

本研究では、排砂実験、個別のプールに対する給砂実験を行い、溪流魚の避難空間への影響の少ない排砂条件を求める手法について検討した。今後は、藤田らのモデル¹⁾と合わせた影響評価モデルについて検討を行う。

参考文献

1)藤田正治・澤田豊明・水山高久・木下篤彦:砂防ダムからの排出土砂の移動とそれが溪流環境に与える影響, 水工学論文集, 第44巻, p.1215-1220, 2000, 2)木下篤彦・水山高久・藤田正治・澤田豊明・吉清守:ヒル谷における人為的排砂のイワナへのインパクト, 河川技術論文集, 第7巻, p.363-368, 2001, 3)澤田豊明:山地流域の土砂流出に関する研究, 京都大学博士論文, p.18-20, 51-85, 1985, 4)木下篤彦・藤田正治・水山高久・澤田豊明:排砂に伴う濁水によるイワナへの影響評価法, 水工学論文集, 第47巻, p.1129-1134, 2003

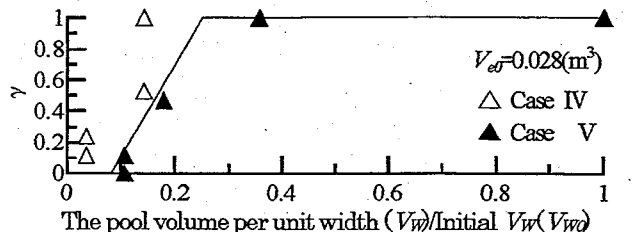


図-5 V_w/V_{w0} と γ の関係。 γ はステップ下の空間の容積(V_e)をその初期値(V_{e0})で除した値。ラインは内挿線である。