

II-47

水制の土砂捕捉機能に関する研究

北海道大学大学院 学生員 山田 浩次
北海道大学工学部 正 員 黒木 幹男
北海道大学工学部 正 員 板倉 忠興

1. はじめに

本研究では、水制の基本的な形態の1つである不透過、非越流型の水制を対象として、水制間隔 L と水制長 l の比と水制の土砂捕捉機能との基本的な関係を固定床水路に於いて実験的に調べたものである。移動床実験では、 L/l が小さいほど土砂堆積効果が高いと報告されているが¹⁾、固定床におけるトレーサーを用いた実験で、洗掘・堆積の機構を調べ、その理由を明らかにすることが目的である。

2. 実験

実験は幅30cm 長さ10mの可傾斜水路を用いて $L/l=2$ および4の2つのケースに付いて実験を行った。水制模型は長さ5cm、厚さ1mmのアクリル製で、水路壁に直角に取り付けられる。また、流量一定の条件のもとで水路勾配を調節し、常流（ $I=1/400$ ）、射流（ $I=1/200$ ）各1ケースずつの実験を行った。

実験1では、平坦床矩形水路の片側に水制の模型を6個とりつけ、トレーサー（径3mm、長さ4mmの円筒形のプラスチックペレット）を最上流側水制先端付近の一点から連続的に供給し、水制の間に捕捉される粒子の割合を調べた（表-1）。

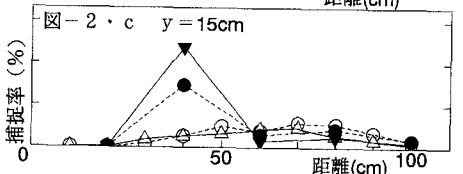
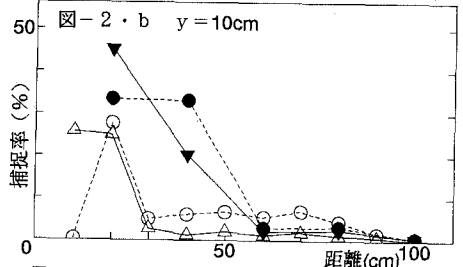
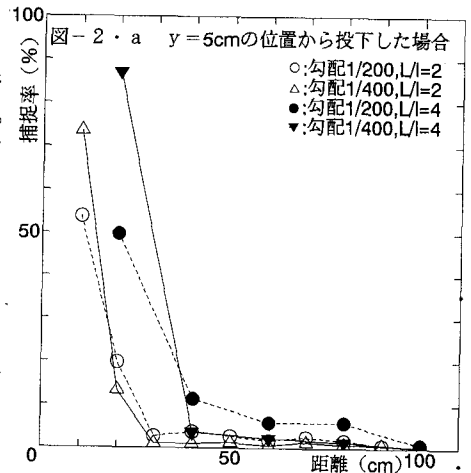
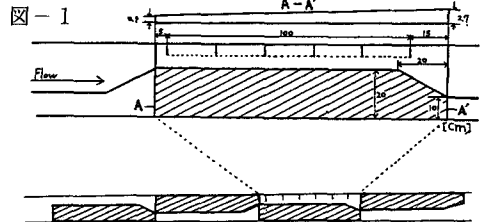
流れの常・射流に関わらず、 $L/l=2$ のケースの捕捉割合は低く、これは移動床実験で L/l が小さい方が水制内の土砂堆積量が大であるとする結果とは逆である。移動床実験では河床に砂州が存在していることがこのような不一致の理由の1つではないかと考え、次の実験2および3を実施した。

実験2では、水路中に図-1に示すような砂州の模型を置き深掘れ部への流れの集中、流向の偏りが生ずるようにして、より実際の状況に近づけて実験を行った。これは、単列砂州の形成された川の深掘れ部（水当たり部）に多くの水制が設置されているという状況を模擬している。

流向の偏りを考慮して、トレーサーは水制先端付近（ $y=5$ cm）からだけではなく、 $y=10$ cm、15cmおよび20cmの位置からもトレーサーの投下を行った。図-2・a、bは、 $y=5$ cmおよび10cmの場合の捕捉割合の分布である。上流区間で大量に捕捉され、それ以降は低く安定するが、大量捕捉される区間は L/l

表-1

河床勾配	$L/l=2$	$L/l=4$
1/400（常流）	27.9	28.6
1/200（射流）	22.8	16.6



$l = 2$ のほうが短い。

図-2・cの $y = 15 \text{ cm}$ の場合は、トレーサーは上流側の1～2個の水制の部分へは運搬されない。それより下流側では、 $L/l = 2$ では、ほぼ一様に捕捉されピークがみられないのに対して、 $L/l = 4$ では、顕著なピークが認められる。 $y = 20 \text{ cm}$ では、トレーサーは水制域に向かうことなく流下し、捕捉率は0である。

実験3では、はじめに水制間に置いたトレーサーがどれほど流失するかを調べた。実験2の砂州模型を用い、水制域をネットで主流部と分離し、そこに一定数のトレーサーを均一に敷きならした後ネットを外し、トレーサーの動きを調べた。新たな流失がなくなったところで再びネットで水制域を区切り、流失数を調べた。

流失率の縦断分布は図-3に示すようになる。全体的に $L/l = 4$ の方が流失率が高く、平均的には $L/l = 2$ の2.5～3倍になっている。実験2での捕捉率の違いよりはるかに顕著である。

3. 洗掘・堆積機構の考察

実験3までの結果から、洗掘・堆積機構の考察を試みた。

実際の河川ではもちろん、水路の流れでも、流砂は横断方向に一樣ではなく分布を持っていると考えられる。特に、砂州の発達した流れでは、深掘れ部では非常に流砂量が少ないことがこれまでの観察によってわかっている。

実験2～3のデータをもとに、捕捉率分布と流失率を定め、砂州上の流砂量の横断分布を図-4中に示す様に仮定すると、各水制間の堆積土砂量は次のように求めることができる。

仮定した横断方向の流砂量分布から各投下位置に粒子を分配し、それぞれを実験2のデータをスムージングした捕捉率分布を用いて縦断方向に分配する。その捕捉量に実験3の得た流失率を掛けて、流失分を再度下流に分配する計算をおこなう。同様の計算を繰り返し実行すると、最終的に水制間に堆積する土砂量比を算定できる。

計算の結果を図-4に示す。図では、水制域の単位面積当たりの値にするために、全流砂量に対する捕捉比を $L \times l$ で割った値で表してある。

最終的に各水制間に捕捉されるトレーサーの個数（単位面積あたり）は $L/l = 2$ の方が $L/l = 4$ にくらべて、ほぼ2倍程度に大きくなっている。

4. おわりに

砂州河床の流砂量分布を考慮した本モデルで、移動床実験の結果を定性的には説明することができたものとする。トレーサーの捕捉率の縦断分布は $L/l = 2$ と4で極端な違いがないことから、流失率の違いが大きなファクターとなっているものと考えられる。

