

水みちの集中・分裂に及ぼす 粒度分布の影響

京都大学防災研究所 正 員 芦田和男 京都大学防災研究所 正 員 里深好文
京都大学大学院 学生員 後藤隆之 京都大学大学院 学生員 〇寺西直之

1. はじめに 土砂生産が活発な山地河川においては広い領域に土砂が堆積していることが多い。その様な場では一般に複数の水みちが形成され、それらが集中・拡幅・分裂を繰り返しながら時・空間的に変動している。混合砂礫床上では、その粒度分布が水みちの変動に対して大きな影響を持つものと思われる。そこで本論は、これに対し、主に実験を中心とした考察を行なうものである。

2. 実験方法及び条件 実験方法及び条件を以下に説明する。幅1m 長さ8m の水路に、図-1に示す粒度分布を有する砂を15cmの厚さに敷き詰めた。初期河床勾配は

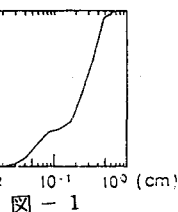


図-1

1/20、河床材料の平均粒径は0.251cm、標準偏差は1.55である。水路上流端から給砂及び給水を行った。給砂に用いた砂は河床材料と同じである。実験開始後540minまでは $5.66\text{cm}^3/\text{sec}$ の一定給砂を行った。これは後述する下流端での流砂量より大きい値となり、この間、水路内は全体的に堆積傾向にあった。実験開始後540min以降には給砂を行っていない、給水は全時間を通じて1.0lit/secの一定量を与えた。以上の方法で2280minまで実験を行った。流れの状態の記録は、水路上方からの写真撮影及びスケッチによって行った。河床形状は、適時、通水を止めて測定した。また、その際に河床での分級の状態を調べるために、適所の河床表面の材料を採取し、粒度分布を調べた。また下流端から流出した土砂量を全量計測し、それをもとに流砂量の算定を行った。

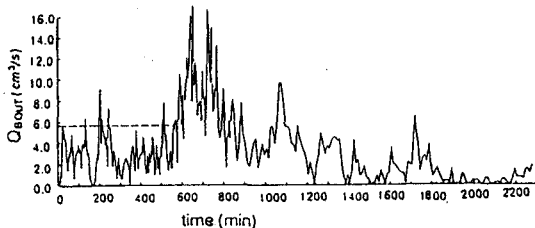


図-2

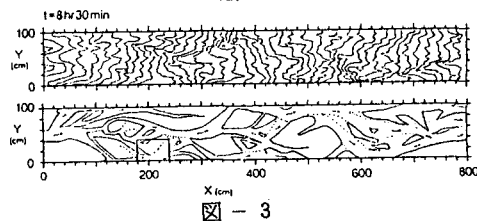


図-3

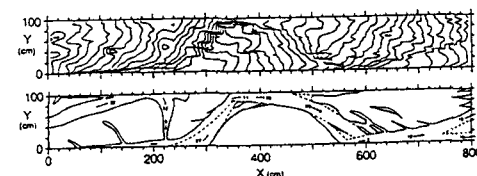


図-4

3. 実験結果とその考察 図-2に、流砂量及び給砂量の変動を示す。ただし実線が流砂量、点線が給砂量を表

す。図-3に通水開始後510minの流況図及び等高線を示す。また図-4には芦田¹⁾の実験の通水開始後540minの流況図及び等高線を示す。これらの実験ではともに、水みちは集中・拡幅・分裂というプロセスを繰り返しながら変動している、しかし、両者を比較してみると、水みちは、本実験の方が、水みちは細かく分裂していた。また水みちの変動速度も大きかった。この様な違いが生じたのは、混合砂を用いたことが主な原因である

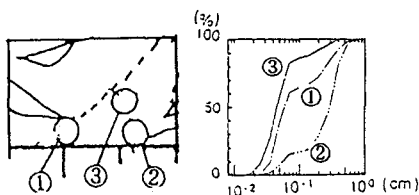


図-5

図-6

と考えられる。尚、その他の原因として、芦田¹⁾の実験はほぼ動的平衡の状態にあったが、本実験では若干の堆積傾向であった、ということが考えられる。しかし、堆積傾向は上流側から進んでおり、下流端近く

ではほぼ動的平衡状態に近いと考えられる。よって、堆積傾向にあることが水みち変動の活発さの主たる原因となっているとは思われない。さて、粒度分布が水みちの分裂過程に及ぼす影響を調べるために、流砂が扇状地状に堆積した部分の分級状態を示す。図-5は図-3の実線で囲まれた部分を拡大した図であり、図-6は図-5の各点の粒度分布を示したものである。ここでは②の地点に流砂が堆積し始めると、水の流れは①から③の方向へ曲げられる。すると、それに流されて慣性力の小さな小粒子もその方向に進む。しかし、大きな粒子は慣性力が大きいため、②の方向にまっすぐ進み、そこで堆積する。その結果②の地点には大粒径の粒子のみで作られた丘が形成される。このことは図-6を見ても明らかである。一様砂の場合には、分裂後の小さな流路が流砂の堆積によって消滅しやすい。しかし、混合砂では上述のような機構により、粒子の選択が行われ、分裂後の小さな流路に流れ込むのは、より限界掃流力の小さな粒子のみである。そのため流路が消滅しにくくなる。以上のような理由により混合砂では、水みちは分裂しやすくなると思われる。

つぎに、給砂を止めた後の水みちの変動及び流砂量の変化を見てみる。まず、給砂を止めた後に流砂量が激増しているが(図-2参照)その理由について考察してみる。図-7は給砂停止直前(通水開始後540min)、図-8は給砂停止30min後(通水開始後570min)の流況図と等高線である。これらを比べてみると、水みちが全体的に集中したことがわかる。これは、流砂の堆積がほとんどなくなり、侵食のみが進んだためであろう。ところで、このように大きな掃流力で侵食が進む場合は、すべての粒子を同様に運搬するために、分級が起りにくく、粒度分布の影響は小さいと思われる。さらに時間が経過すると、侵食が進み、勾配が小さくなっていく。水みちは集中・拡幅・分裂を繰り返して行くものが、序々に掃流力が低下し、アーマールコートが形成されていき、水みちは、侵食されにくくなっていく。そしてアーマールコートの形成がさらに進み河床がほぼ動かなくなり、水の流れは薄く広いものとなる(図-9参照)。尚、アーマールコートが形成された地点の一例として、図-9上の○で示した地点の粒度分布を図-10に示す。但し、一点鎖線で示された粒度分布は、初期材料のものである。

4. まとめ 以上で粒度分布が水みち変動に及ぼす影響を見てきたが、ここでそれをまとめてみる。

- (1) 河床材料が広い粒度分布を持つ時は、水みちが分裂する際に分級が起こる。すなわち、水みちの分裂地点に大粒径のみが堆積され、小さな粒子は流れに沿って流れる。
- (2) (1)のような機構により混合砂の場合は、一様砂の場合に比べて分裂が進みやすい。
- (3) 河床の侵食が進み勾配が小さくなってくると、アーマールコートが形成され、侵食が抑えられる。
- (4) 粒度分布の影響以外に得られた興味深い知見としては、給砂を続けている時よりも、給砂停止後に流砂量が急増する事があげられる。

参考文献 1) 芦田和男・江頭進治・里深好文・後藤隆之：網状流路の流路変動と流砂量，京大防災研究所年報，33号，1990，pp. 241-260

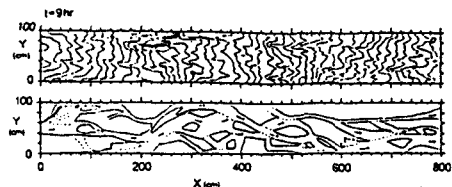


図-7

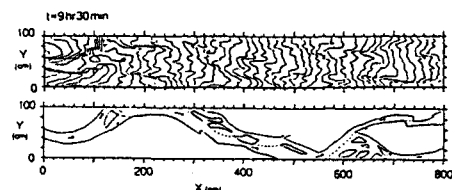


図-8

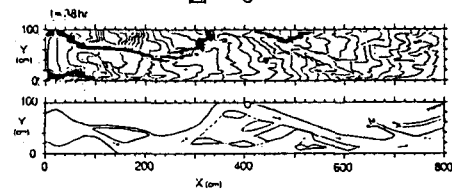


図-9

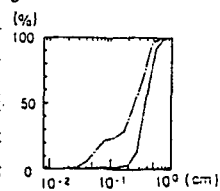


図-10