

II-152

酒沼川における浮遊砂の高水敷上への堆積発生条件

建設省近畿地建大滝ダム工事事務所 正員 鈴木 一孝
建設省土木研究所 正員 平林 桂
建設省土木研究所 正員 山本 晃一

1. 研究目的 洪水後しばしば高水敷に河畔堆積物が残される。高水敷利用計画の策定に際しては河畔堆積物の生じない位置をあらかじめ予測することが重要となる。

当研究室では、酒沼川において洪水後高水敷に残された河畔堆積物の調査を行なった。本研究は、河畔堆積物調査を通じ、河畔堆積物の形成条件を推定したものである。

2. 調査地点の概要 酒沼川は那珂川水系に属する、流域面積446km²、流路延長65kmの一級河川である。今回調査を行なったのは27.90～28.50kmの区間である。この区間は河床勾配が約1/1000であり、自然堤防帯に属する。河道横断面形は複断面を成しており、堤間距離が約100m、低水路幅が約25mである。河床材料は粒径0.5mm以下、1～4mm、10～30mmのものを主体とした混合砂である。

3. 調査項目と方法 調査項目は河畔堆積物の平面分布、厚さおよび粒径の平面的な分級状況、洪水時の高水敷上の流向である。河畔堆積物の厚さは洪水前後の横断測定の結果を比較することにより求めた。粒径は粒度票と比較することにより推定した。

4. 調査結果 図-1は調査区間の河畔堆積物の調査結果を示したものである。図-1より河畔堆積物は高水敷に点在していることがわかる。個々の河畔堆積物に注目すると、横断方向に明瞭な分級が生じており、河岸近くに砂（粒径0.2～0.4mm）が、河岸から離れるとシルト（粒径0.074mm以下）が堆積している。図-2は洪水時の高水敷上の植生の倒れた方向を示したものである。植生は流れにより倒れるので、図-2は高水敷上の流向を示していると考えられる。低水路の流れが高水敷へ乗り上げた箇所は湾曲部の外岸および高水敷高が低い地点である。図-1と図-2とを比較すると、河畔堆積物のある地点は低水路の流れが乗り上げている地点であることがわかる。このことは河畔堆積物が低水路で巻上がった土砂が流水とともに高水敷上に運搬され、流速および掃流力の低下とともに高水敷上に堆積したものであることを裏付けている。

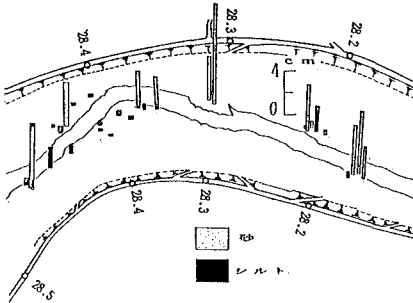


図-1 河畔堆積物の状況

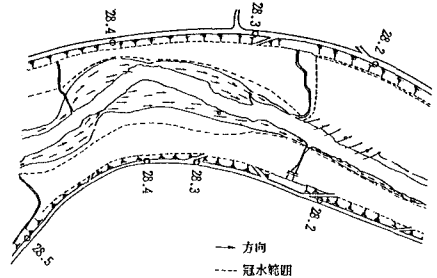


図-2 植生の倒れる方向

5. 堆積条件の推定 次に、調査結果をもとに河畔堆積物の形成条件について検討した。河畔堆積物は浮遊砂が堆積して形成されたものと考えるので、形成条件は浮遊砂の挙動に密接な関係のある無次元量である摩擦速度と沈降速度の比 u_* / w の値により評価できるものと考えられる。無次元量は河畔堆積物の有無に関わらず、20mピッチの断面ごとに求めた。 w は原則的には河畔堆積物の粒径により推定したが、河畔堆積物のなかった地点では粒径を0.25mmと仮定した。これは、調査区間で見られた河畔堆積物の多くが粒径約0.25mmであったからである。 u_* は堆積発生地点における水深 h と水面勾配 I を用い、次式により求めた。

$$u_* = \sqrt{g \cdot h \cdot I} \quad \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

ここに、 g ：重力加速度，である。なお、沼沼川の高水数には植生が多量に繁茂しているが、植生群内部の摩擦速度は以下の考えにもとづき評価した。等流および植生内の流れは周辺の流れの影響を受けないことと仮定し、図-3に示すように検査区間を定める。検査区間内の流体塊に作用する重力の流下方向成分と植生に働く抗力、底面摩擦力、植生上の流れが植生内の流れと混合することにより生じる付加的なせん断力 τ のつりあいを考えると次式が成り立つ。

$$\rho \cdot g \cdot h \cdot l w \cdot B \cdot L - N \cdot C_D \cdot \rho \cdot h \cdot d \cdot V^2 / 2 - \rho \cdot g \cdot h \cdot (n^2 \cdot V^2 / h^{4/3}) \cdot B \cdot L + \tau \cdot B \cdot L = 0 \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{2}$$

ここに、 ρ ：流体の密度， N ：検査区間内の植生の本数， C_D ：抗力係数， d ：植生の直径， V ：植生内の流速， B ：検査区間の植生の幅， L ：検査区間の植生の長さ， h ：検査区間の植生の高さ，である。 d ， N ， h については、現地の植生の繁茂状況を考慮し、 $d = 1 \text{ cm}$ ， $N = 100 \text{ 本/m}^2$ （ 10 cm ピッチに対応）， $h = 1 \text{ m}$ とした。 n は植生内の底面が砂であったので 0.025 を与えた。なお、今回は植生天端から水面までの水深が小さいので②式中の第4項が他の項に比べ小さいと仮定し無視した。②式より、植生内の流速を求め、③式に代入して植生内の摩擦速度 u_* を求めた。

$$u_* = \sqrt{\tau / \rho} = \sqrt{\rho \cdot g \cdot h \cdot (n^2 \cdot V^2 / h^{4/3}) / \rho} \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{3}$$

ただし、この式で求まる摩擦速度は実質の値より小さいと考えられる。これは以下の理由による。現地調査の結果、土砂の多く堆積しているところは植生群と周辺の流れの接点近傍であった。ここでは、周辺の速い流れに連行されて植生群内の流れが増加しているので、③式からもわかるように実質の摩擦速度は計算値よりも大きくなる。また、植生内の流れはかなり乱れていると考えられ、このことも実質の摩擦速度を大きくしているものと推定される。

図-4は調査区間内の様々な地点を任意に選び、その地点における高水数上および低水路の u_*/w_0 の値をそれぞれ横軸、縦軸とし、河畔堆積物がある場合には○、ない場合には×をプロットしたものである。図-4より、河畔堆積物のある地点は高水数で $u_*/w_0 \leq 1$ の条件を示した地点であることがわかる。この条件の範囲内においても河畔堆積物のない地点は図-2よりわかるように低水路の流れが乗り上げなかった地点である。なお、植生のある地点の高水数上の u_*/w_0 の値は $0.0 \sim 0.5$ 程度の値を示しているが、先に述べた理由より実質の摩擦速度は大きく、実質の u_*/w_0 の値は1に近い値をとるものと考えられる。以上のことより、沼沼川における河畔堆積物の発生条件は低水路の流れが高水数へ乗り上げる地点であること、高水数で $u_*/w_0 \leq 1.0$ を示すことの2つが挙げられる。なお、本結果からは定量的に示すことはできないが、高水数の高さまで浮遊する土砂が存在することも河畔堆積物の形成される条件の1つであると考

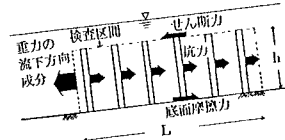


図-3 流体塊に作用する力

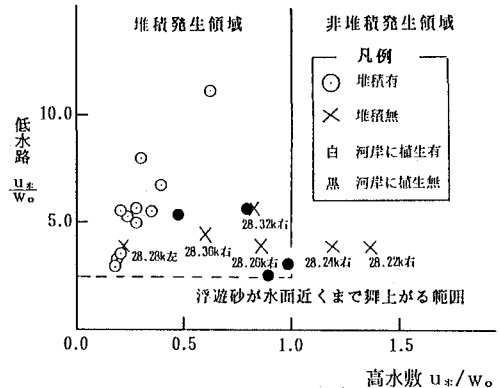


図-4 河畔堆積物の発生条件

えられる。この条件は、浮遊砂の濃度分布を考えれば u_*/w_0 が2～3以上であると推定される。これらの堆積条件は沼沼川と同様の堆積機構を示す自然堤防帯に属する他の河川にも適用できるものと考えられる。

6. 今後の課題 本研究では、高水数に河畔堆積物が形成される条件を示すことができた。今後は浮遊砂の非平衡性や低水路と高水数の接点近傍での横断的な流速分布を考慮し、堆積範囲や分級について検討する。

<参考文献>①伊勢屋：砂床河川における自然堤防の形成，地理予，1980 ②山本：河道特性論，土研資料第2662号，1988 ③福岡，藤田：洪水流に及ぼす河道樹木群の水理的影響，所報第180-3，1989