

## 二次元水域への土砂の流出に伴う三角州の発達機構

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 澤 井 健二  
 京都大学 大学院 学正員 謝 正倫

### 1. まえがき

河口部、湖、野水池など、広い水域に土砂が流出する場合、しほは三角州が発達する。著者らは昨年、三角州の発達・変動ならびに、それが上流河道に及ぼす影響について、詳細な実験を行い、その特性を明らかにした。本研究はそのような三角州の発達機構と土砂収支の観点から検討し、定式化を図ろうとするものである。

### 2. 実験結果の定式化と計算モデル

三角州の発達機構と土砂収支の観点から検討するために、砂州形状の関数近似を試みる。個々の流路変動をならした比較的長い時間スケールで見ると、三角州の平面形状は、図-1に示するような座標軸を用いて、次式で表されるような楕円の一部として近似される。

$$\left(\frac{x-x_c}{r_x}\right)^2 + \left(\frac{y}{r_y}\right)^2 = 1 \quad (x \geq 0) \quad (1)$$

ここに、 $x_c$ は、河口から楕円の中心までの距離、 $r_x$ および $r_y$ はそれぞれ楕円の長径および短径の半分である。三角州の長さ( $L_x$ )、幅( $L_y$ )とこれらの変数の間には、次の関係がある。

$$L_x = x_c + r_x \quad (2)$$

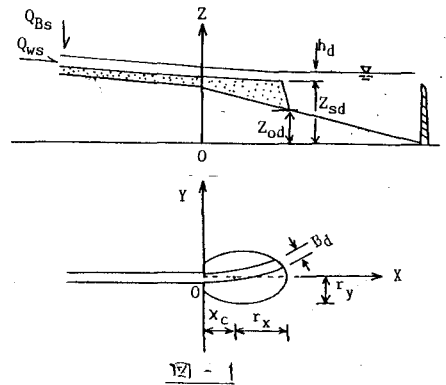
$$L_y = 2r_y \quad (3)$$

これらの変数はいずれも時間の関数で、時間の経過とともに増大するが、初期の段階を除くと、 $\frac{L_x}{L_y}$ はほぼ一定に保たれており、さらに $x_c$ もほぼ一定値として近似できるであろう。つぎに、三角州の縦断形状は、各実験ケースごとに異なるが、それぞれのケース内においては、流路変動をならしたやや長い時間スケールで見ると、水路部はほぼ平行に上昇し、三角州の表面は河口部を頂点とし、水面からわずかな高さを底部とする、錐面として近似される。したがって、水路部上流端での給砂量を $Q_{Bs}$ 、三角州前縁を通過する流砂量を $Q_{Bd}$ とすると、流砂の連続式は次式で表される。

$$Q_{Bs} - Q_{Bd} = (1 - \lambda) \left[ A_0 \frac{dZ_{so}}{dt} + \frac{1}{3} \frac{d}{dt} \{ A_d (Z_{so} - Z_{sd}) \} \right] \quad (4)$$

ここに、 $\lambda$ は空隙率、 $A_0$ は水路部の水平投影面積、 $A_d$ は三角州の水平投影面積、 $Z_{so}$ は河口部の河床高、 $Z_{sd}$ は三角州前縁の河床高である。 $Q_{Bd}$ は、三角州前縁での水理量によって定まるが、三角州上には流路が形成され、それが時間とともに激しく変動する。いま、各時点における三角州前縁での全流路幅の代表値を $B_d$ 、そこを通過する流量を $Q_{Bd}$ とすれば、平均

Kazuo ASHIDA, Kenji SAWAI and C. L. SHIEH



的な水理量の間に次の関係が成り立つ。

$$Q_{wd} = B_d \cdot h_d \cdot u_d = \varphi \cdot B_d \cdot h_d \cdot u_* d \quad (5)$$

$$Q_{bd} = B_d \cdot q_{bd} \quad (6)$$

ここに、 $h_d$ は三角州前縁の流路部分の水深、 $u_d$ は摩擦速度、 $\varphi$ は流速係数、 $q_{bd}$ は単位幅流砂量である。一方、三角州の前縁を通過した土砂は、ほぼ安息角を保って砂州を拡大させるので、次の土砂収支式が成り立つ。

$$Q_{bd} = 2(1-\lambda) \int_0^{L_x} \frac{\partial y}{\partial t} (z_{sd} - z_{od}) dx \quad (7)$$

ここに、 $z_{sd}$ は砂州前縁法肩の河床高、 $z_{od}$ は砂州前縁法尻の河床高である。

三角州前縁において全流量のうちどの程度が流路部分に集中するかは明らかでないが、ここでは係数 $\alpha$ を用いて、

$$Q_{wd} = \alpha \cdot Q_{ws} \quad (8)$$

と表しておく。ここに、 $Q_{ws}$ は上流端での給水量である。以上の諸式を与えられた初期条件と境界条件のもとで解くことにより、三角州の発達過程の概況をシミュレートすることができる。境界条件としては、三角州前縁法肩の水位が下流端水位に等しいものとする。すなわち、

$$z_{sd} + h_d = \text{const.} \quad (9)$$

### 3. 計算条件ならびに計算結果

以上の仮定のもとに、図-2に示す条件における三角州の発達過程をシミュレートし、実験値と比較すると、図-3のようである。ただし、 $B_d$ 、 $x_c$ 、 $\frac{L_x}{L_y}$ 、 $h_d$ は時間的に変化しないものとし、実験によって得られた代表的な値を用いた。また、 $\alpha$ の値には0.8を用いた。流砂量式には、芦田・道上式

$$q_{bd}/u_* d = 17 \tau_* (1 - \frac{\tau_c}{\tau_*}) (1 - \frac{u_{*c}}{u_*}) \quad (10)$$

を用い、また、 $\varphi = 15$ とした。

### 4. あとがき

本計算には、多くの仮定が含まれており、今後、各パラメータの与え方や、モデルそのものの改良を図る必要があるものの、三角州の発達機構の概況をある程度表し得ているものと考えられる。

### 参考文献

芦田和男・澤井健二・謝 正倫：二次元水域への掃流砂の流出に伴う砂州の発達・変動過程に関する研究，第31回水理講演会論文集，1987，pp.731-736。

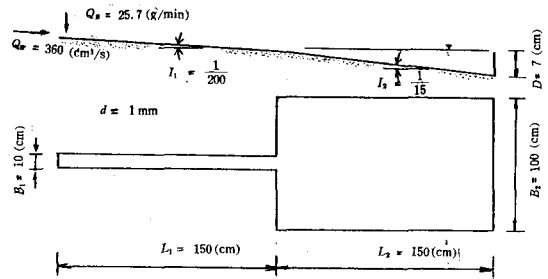


図-2

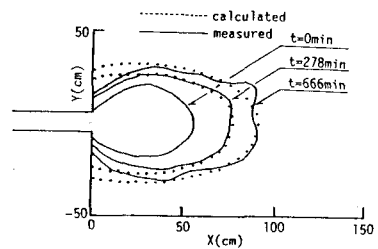
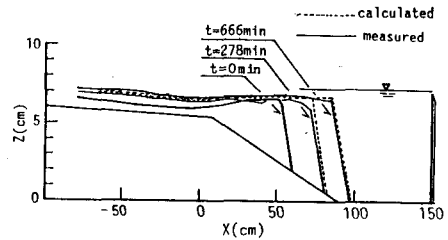


図-3