

河口部の土砂堆積に関する研究

長崎大学工学部 学生員 ○福田謙一郎

長崎大学工学部 正 員 野口正人

1. まえがき

河川が海域に注ぐ河口部では、往々にして、流速低下に伴う土砂堆積が著しくなり、河川管理を行っていくうえで大きな問題となる。もちろん、このような問題の解決にあたっては、河川側ならびに海側の両方からの土砂供給について調べねばならないが、以下では、第一段階として前者の影響について考察した。

2. 土砂堆積状況の調査

土砂堆積予測の数値シミュレーションを行う前に、まず、対象水域での土砂堆積状況について調べる。この種の調査を定量的に行うためには、基本的には現地調査によらねばならないが、経費等の面から制約を受けている。また、土砂流送が主として洪水時に起こることを考えれば、土砂堆積変化の詳細を知ることの困難さが容易に推測される。

上述されたことから、ここではリモートセンシング・データを用いて、深度分布を求めようと試みた。図-1は、ランドサット・データ(バンド6)による諫早湾のシュード・カラー画像であり、1988年10月8日のものが示されている。本画像中の計算対象領域に対して、深度の違いによる分類を行ったものが図-2であり、湾内の深浅状態を表示しているものと考えられる。なお、絶対的な海底位置を求めるためには、グラウンド・ツルースによらねばならぬことは当然である。このほかにも、撮影時の気象状態による影響を除去すること等、解決せねばならない問題も多いが、リモートセンシングにより、広い範囲にわたる土砂堆積変化の経年的調査が容易に行えるものと思われた。

3. 土砂堆積予測の数値シミュレーション

河口部では河川流速が減少し、場合によっては閉塞問題が発生する。また、前述された諫早湾では締切工事が進行しており、防災調節池の有効利用を考えた場合、流送土砂の実態について充分に把握しておく必要がある。このようなことから、本節では2次元流を対象にした土砂堆積予測の数値計算法について検討した。解析に用いられた基礎方程式は、以下に示された連続方程式・運動方程式ならびに土砂の質量保存式である。

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{h} \right) = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_{x0}}{\rho} \quad (2)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{h} \right) = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_{y0}}{\rho} \quad (3)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial (U-U_0)C}{\partial x} + \frac{\partial (V-V_0)C}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\epsilon_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\epsilon_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) - W_0 C \quad (4)$$

上式中の記号は慣用されるものであり、説明を省略する。計算を有限要素法で行うため、三角形3節点要素に対して(1)～(4)式を離散化すれば次式が得られる。

$$A^{(1)}_{nn} \frac{\partial H_n}{\partial t} + B^{(1)}_{nn} M_n + C^{(1)}_{nn} N_n = D^{(1)}_{nn} (q \cdot n) \cdot x \quad (5)$$

$$A^{(2)}_{nn} \frac{\partial M_n}{\partial t} + B^{(2)}_{nn} \left(\frac{M}{h} \right) - \epsilon_x M_n + C^{(2)}_{nn} \left(\frac{N}{h} \right) - \epsilon_y M_n + D^{(2)}_{nn} H_n$$

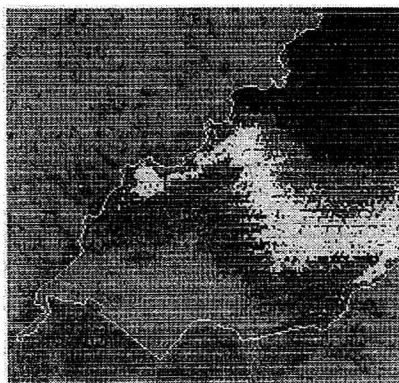


図-1 リモートセンシング画像



図-2 深度分布

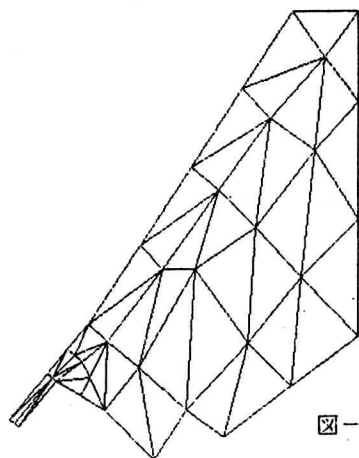


図-3 計算に用いられた有限要素

$$+F_{nkn}^{xx} \left(g n^2 \frac{\sqrt{M^2 + N^2}}{h^{7/3}} \right) \dots_k M_n = F_{nkn}^{xx} \left\{ \left(\frac{q}{h} \right) \dots_k \cdot n M_n \right\} \cdot (6)$$

$$A_{nkn}^{xy} \frac{\partial N_n}{\partial t} + B_{nkn}^{xy} \left(\frac{M}{h} \right) \dots_k N_n + C_{nkn}^{xy} \left(\frac{N}{h} \right) \dots_k N_n + D_{nkn}^{xy} H_n$$

$$+F_{nkn}^{yy} \left(g n^2 \frac{\sqrt{M^2 + N^2}}{h^{7/3}} \right) \dots_k N_n = F_{nkn}^{yy} \left\{ \left(\frac{q}{h} \right) \dots_k \cdot n N_n \right\} \cdot (7)$$

$$A_{nkn} \frac{\partial C_n}{\partial t} + B_{nkn} U_k C_n + C_{nkn} V_k C_n + D_{nkn} U_k C_n$$

$$+F_{nkn} V_k C_n + F_{nkn} W_k C_n = G_{nkn} \left\{ \left(\frac{q}{h} \right) \cdot n C_n \right\} \cdot (8)$$

時間についての離散化は、implicit型の差分法によりなされた。計算は連続方程式ならびに運動方程式を同時に解き、得られた流れに対して土砂の輸送方程式を解くこととした。なお、計算の詳細については講演時に譲る。

4. あとがき

河川が海域に注ぐ河口部では、しばしば土砂堆積が問題になるが、本論では、リモートセンシング・データを用いた土砂堆積変化の調査について触れるとともに、数値シミュレーション法について言及した。今後、実際のケースを対象にして計算を進めたい。最後に、データ処理に協力して戴いた大学院生の高西春二・坂下智慎の両氏に感謝致します。