

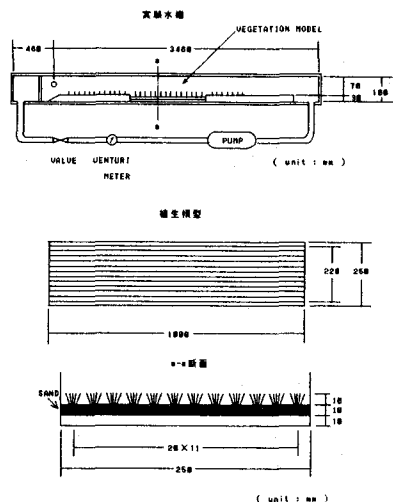
底泥の流送限界に及ぼす植生の影響

徳島大学大学院 学生員○喜田 将司

徳島大学工学部 正会員 中野 晋

1. はじめに ヨシなどの群生する干潟はその自浄作用や生態系保護の面でも重要な意味を持っている。この干潟の形成には底質の移動が重要な意味を持つ。そこで本研究では底泥の巻き上げ実験を植生の有無に分けて行い、底泥の流送限界を測定した。

2. 実験装置および実験方法 実験は全長3.92m, 幅0.25m, 高さ0.1mの矩形管路で行った。管路中央部には長さ100cm, 幅25cm, 高さ3cmの底泥床区間を設けた。モデル底泥には所定の含水比に調整したカオリナイト(ASP600)を用いた。植生モデルにはアクリル板に人工芝を接着して用いた。人工芝は幅1mm, 高さ2cmの偏平な塩ビ片約20枚を束ねたものを約12500(本/m²)の密度で設置した。これは現地でのヨシ群落(100~150本/m²)の1/10模型に相当する。実験方法は固定床と移動床についてそれぞれ植生の有無に分けて行った。まず固定床においてはピトー管により底泥床区間中央部の各高さにおける流速を測定した。移動床については流量をバルブによって調整していき、各流量ごとに採水を行い、SS濃度を測定した。また植生有の実験では底泥床区間の前後に植生モデルと同様に人工芝を接着した。



3. 実験結果および考察

(1) 固定床上での流速分布

移動床実験に先立ち、アクリル固定床上、人工芝植生上の流速分布を測定し、対数則を用いて流量と摩擦速度 U_* の関係を求めた。植生上で測定した流速の鉛直分布を図-2に示す。植生内部では外部の流速に比べて小さく、ほとんど一様となり、植生帯の底面に作用するせん断応力を評価することは困難であった。植生帯での抵抗則について清水ら¹⁾が明らかにしているが、これと同様に以下のようにモデル化を図った。

$$\tau_0 = \tau_b + \tau_v \quad (1)$$

$$\tau_0 = (1/2) C_D N B k \rho v'^2 \quad (2)$$

ここで τ_0 は全抵抗力、 τ_b は河床での摩擦抵抗、 τ_v は植生の抵抗である。ここで τ_v は図-2より τ_b に比べて微小であると考えられる。そこで $\tau_0 \approx \tau_v$ とみなせる。植生1本の単位面積にかかる抗力を $\tau = (1/2) C_D \rho v'^2$ とすると、式(2)で全抵抗力が表される。ここで C_D は抗力係数、 ρ は水の密度、 v' は植生内での代表流速、 N は単位面積あたりの植生密度、 B は植生の直径、 k は植生の高さである。これより摩擦抵抗係数 f の表示式として

$$f = 4 C_D N B k \left(\frac{v'}{v} \right)^2 \quad (3)$$

が得られる。流速分布の測定から $v'/v = 0.17$ とし、 $C_D = 1.0$ とした時の f の値と実測値の比較を図-3

図-1 実験水槽および植生モデルの概略図

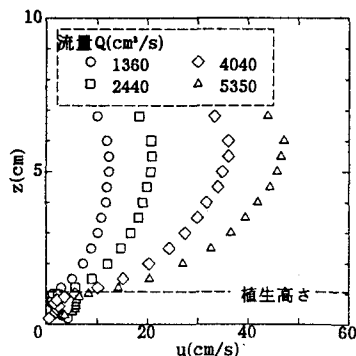


図-2 流速分布(植生有)

に示す。この図には清水ら¹⁾ がアクリル棒を植生模型として用いた実験データも併示したが、植生密度の違いによってかなり異なることがわかる。

(2) 底泥の移動限界掃流力

移動限界掃流力の判定についてはSS濃度が急激に上昇を始める底面せん断応力を移動限界掃流力であると定義した。底泥の巻き上げ実験は含水比を10段階に変えて行った。このうちSS濃度の急激な上昇がみられたのは含水比の高い7種類(290%以上)の底泥であった。このうちの4種類の含水比の流量とSS濃度の関係を図-4に示す。これまでの多くの研究で移動限界掃流力は降伏値の1/2乗に比例するとされている。本実験でも同様の傾向がみられた。この式を(4)式に、移動限界掃流力と降伏値の関係を大坪、藤平³⁾、村上ら⁴⁾、Migniot⁵⁾のデータと比較したものを図-5に示す。なお、○は植生なしの場合で、●は植生ありの場合である。

$$\tau_c \propto 0.2\tau_y^{1/2} \quad (4)$$

また、底泥の降伏値については鶴谷ら⁶⁾の式

$$\tau_y = 1.494 \times 10^6 \times W^{-2.452} \quad (5)$$

を用いた。

(3) 植生周辺の底泥の移動限界掃流力

植生がある場合の巻き上げ実験の含水比については3段階に変えて行った。この時の含水比は(2)の場合よりも大きいものとなった。これは植生内部の流速が小さくなるため植生のない場合と同一流量を流す場合と比べて底泥に作用するせん断力は大幅に低下するためと思われる。そこで植生のある場合の方が巻き上げが起りにくいと言える。次に移動限界掃流力と降伏値との関係を求めた。これを図-5の植生なしの場合の図と同様に示す。この図より植生周辺の移動限界掃流力についても降伏値の1/2乗に比例すると思われる傾向がみられる。しかし、植生周辺の底泥に作用している摩擦速度を測定するのは困難なため、ここでのせん断応力は(1)の植生有の場合の摩擦速度から求めたもので、この摩擦速度は植生上の流速分布を対象としているため、植生周辺の底泥に作用しているせん断応力として評価できない。今後植生内部の流速分布から求めたせん断応力に基づいて議論する必要がある。

謝辞：本研究の一部は文部省科学研究費一般研究(C)(代表、徳島大学、岡部健士助教授)の補助による。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 清水・辻本・中川・北村：土木学会論文集 No. 438, 1991.
- 2) 大坪：京都大学学位論文, 1984.
- 3) 藤平依彦：徳島大学修士論文, 1991.
- 4) 村上・菅沼・佐々木：港湾技研報告, Vol. 28, 1989.
- 5) Migniot, p.c: Houille BL anche, 23, (7), 592-620, 1968.
- 6) 鶴谷・中野・鷹濱：港湾技研資料, No. 566, 1986.

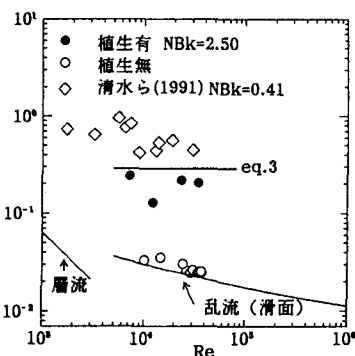


図-3 Re数と摩擦損失係数の関係

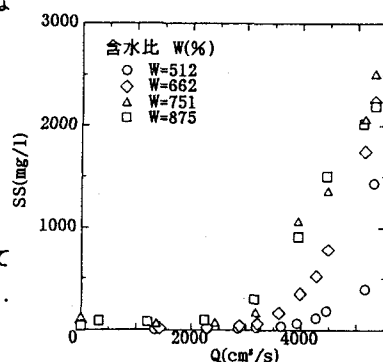


図-4 流量とSS濃度の関係

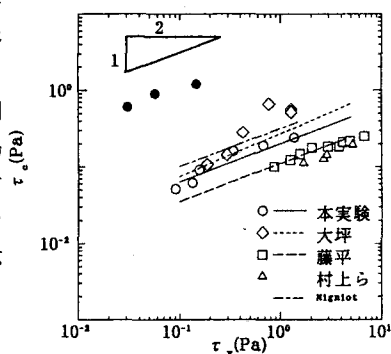


図-5 降伏値と移動限界掃流力の関係