

徳島大学大学院 学生員 ○吉村 毅
 徳島大学大学院 学生員 上原 大輝
 徳島大学工学部 正会員 岡部 健士

1.はじめに 近年、植生を伴う河床上の流れに関する実験的研究が行われ数々の有用な成果が挙げられているが、それらの信頼性は、実験室レベルの現象についてはほぼ確認されているものの、実河川での現象に関しては、洪水発生時における詳細な水理観測の困難さのために比較資料が皆無の状態であり、信頼性の裏付けが全くされないという問題がある。そこで、本研究では樹木群落を通過する気流（自然風）の計測はさほど困難ではないことに注目し、その計測資料から水流である洪水流に対する樹木群落の抵抗特性を把握するという新たな手法を検討するための実験を行った。

2. 実験内容 本実験では、長さ約 7m、幅 0.42m、高さ 0.32cm の風洞に図-1 のような直立した樹幹部と流れによって撓んだ枝の樹冠部を持つ樹木を模した植生模型を配置した。植生モデルは、直径 0.4cm のアルミ管に外径 0.16cm のゴムチューブを先端に着けた直径 0.09cm の銅線を 5 本差し込んだのち、下流に 60° 折り曲げている。このような植生模型を図-2 のような千鳥状に配列した。

実験では風洞下流端近くの等流区間で代表メッシュを選び、図-2 の”・”に示す位置の鉛直測線上において流下方向の流速成分をピトー管により計測した。

3. 実験結果および相似性の検討 本実験より得られた風速および、湯城・岡部ら¹⁾の同一の植生模型を用いた水路実験の計測資料より水平面内平均化流速の鉛直分布図を作成して図-3 に示した。ここで、水平面内の平均化は流域のティーセン分割に類似した考えで行っている。図より、両者とも植生層の下部では速度勾配が非常に小さくなっていることが分かる。これは、樹冠部の高さにある高速流の潜り込みによるものであり、水流と気流の流況は定性的に非常によく似た傾向を示すことが確認できた。また、植生層内の分布型に着目すると、水流では流速が緩やかな S 字的変化を示しているが、気流ではその傾向があまり顕著ではない。この原因として、水流では植生模型を迂回する流れが、水面による拘束のため、より下方に集中するのに対して、気流では拘束を受ける境界面が存在せず、流れが自由に上方に、分散できることが考えられる。

つぎに、流速の平面分布状況の代表例として底面近傍(y=0.4cm)と植生頂(y=3.5cm)の位置におけるものを図-4 に示す。ここに、平面内の局所

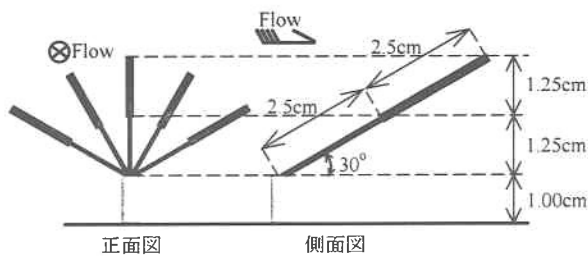


図-1 樹体モデルの概要図

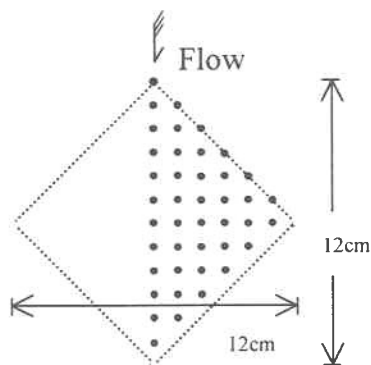


図-2 配列格子内の配列

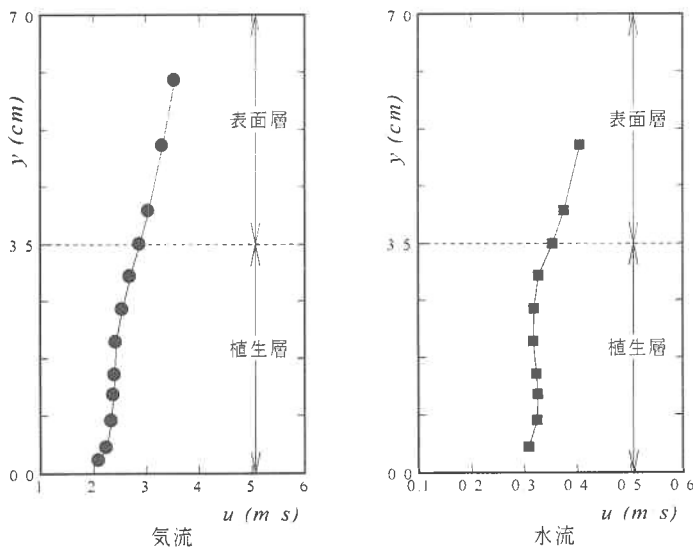
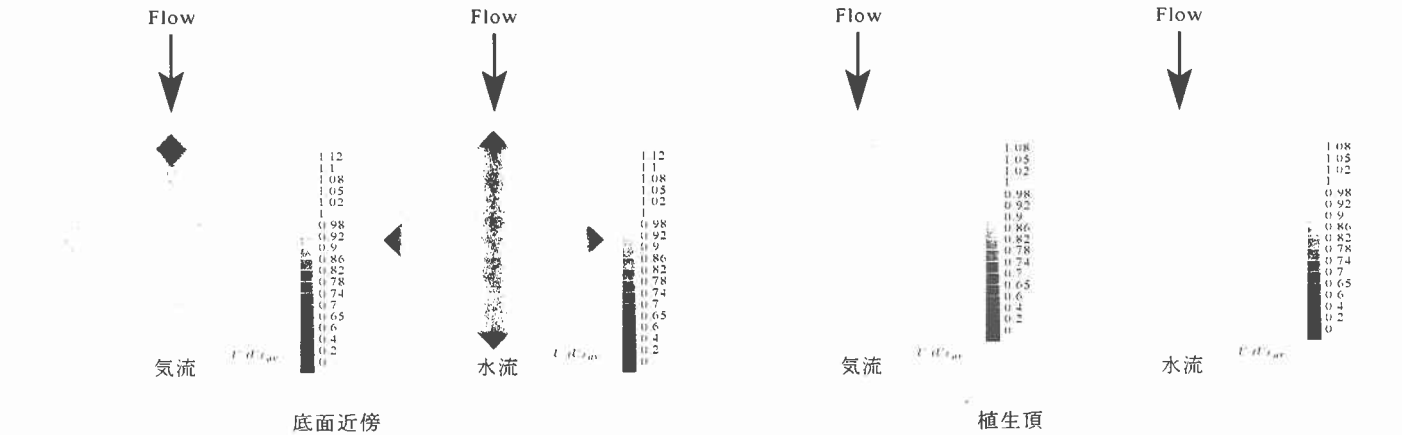


図-3 水平面内平均化流速分布図

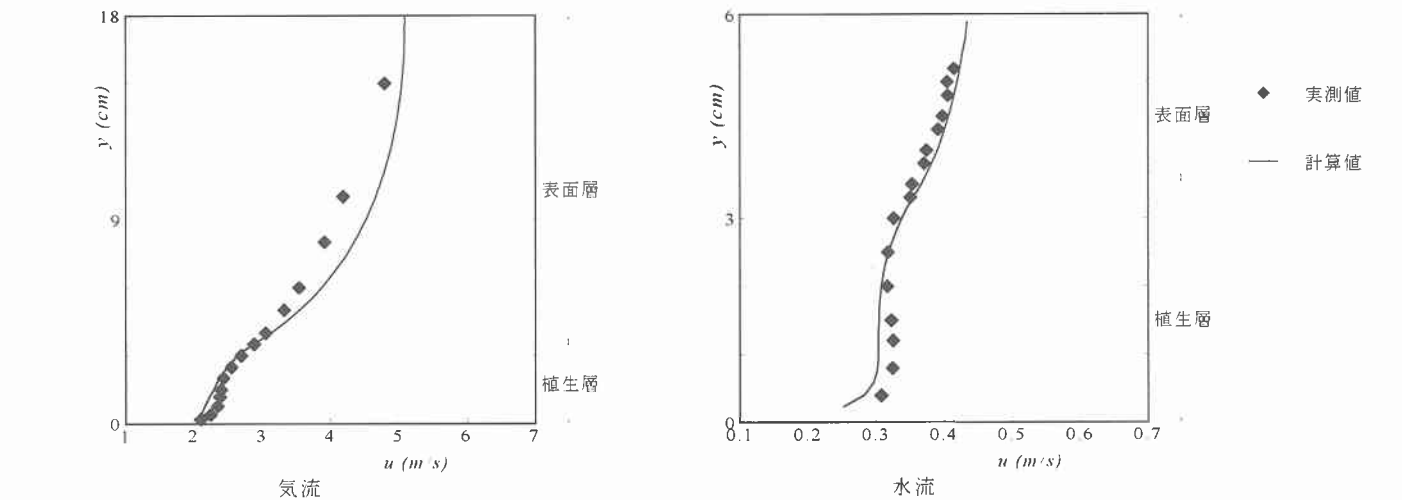
流速はその平面内平均値で無次元化されている。底面近傍での結果を比較すると、両者ともに植生模型の配列線を中心とする帯状部が低速域、その両端の帯状部が高速域になっているが、流速差は気流のものが水流のものより小さくなっている。一方、植生頂の位置での結果をみると、水流の場合には上述のように流速が横断方向に変化する傾向が保持されているのに対して、気流の場合には主流方向の流速差が卓越するようになっている。これらの原因は、やはり、前述した植生模型を迂回する流れの特性の相違によるものである。



図－4 流速の平面分布図

4. 数値計算 図－3に示した平面内平均化流速分布を再現する数値計算を試みた。数値計算では湯城・岡部らが、清水²⁾らの基礎式を基に構築した1次元k-ε乱流モデルを使用した。境界条件として風洞床からの高さ $y(=18\text{cm})$ での流速 $u_\infty (=490\text{cm/s})$ を与えるとともに、速度勾配を0とした。収束計算の初期値としては、いわゆるハイパボリック・タンジェント型の流速分布を与えた。k-εモデルのパラメーターには、湯城・岡部らが水流の場合について同定した値をそのまま用いた。

以上のようにして得られた計算値と実測値を比較すると図－5のようである。参考のために水流での結果も示している。図より、流速分布の定性的な傾向はある程度良好に再現されているが、河床付近での流速の再現性が悪いといった問題が生じており、今後は、一部のモデル定数に対しての修正の必要性がある。



図－5 数値計算結果

参考文献

- 1) 湯城豊勝・岡部健士・濱井宣明：樹木状植生を持つ河床上の流れの乱流構造とその数値解析法、水工学論文集、第45巻、pp.847-852、2001
- 2) 清水・辻本・中川：直立性植生層を伴う流れ場の数値計算に関する研究、土論集、No.447/Ⅱ19、pp.35-44、1992