

流下方向に密度が変化する樹木群を有する流れの特性

広島大学工学部 正会員 福岡捷二
 広島大学工学部 正会員 渡辺明英
 広島大学大学院 学生会員 三代俊一
 広島大学工学部 学生会員 ○西野菜穂

1. 序論

複断面河道の低水路河岸沿いに縦断的に樹木群が繁茂している場合、樹木の繁茂領域と主流の間での周期的な渦の発生に伴い運動量交換が生じることが知られている。実際に繁茂している樹木群は密度が一様でないことが多い。そこで本研究では、これまで研究がなされていなかった流下方向に密度が変化する樹木群を有する流れの特性について調べその構造を明らかにすることを目的としている。

2. 実験方法

図1は実験水路の断面図を示す。水路長28m、幅0.8m、粗度係数0.011、勾配1/500、複断面直線水路の片側半分を表している。流量は29(l/s)で通水し、上流が粗で下流が密である場合と、比較として樹木群の密度が縦断的に一定である場合について縦断水位、流速、水位変動を測定し、樹木密度変化の影響を考察する。

3. 樹木群を有する河道模型による実験

3-1. 縦断水位

図2は縦断水位の変化を示す。密度が一様である場合はほぼ等流であるのに対し、密度が変化する場合、粗な樹木群が繁茂している領域での水位が上昇し、その下流にまで影響を及ぼしている。これは、樹木群の密度の変化が洪水位に影響することを示している。

3-2. 平均流速

図3は水深平均流速の横断分布を示す。上流部は高水敷と低水路の流速の差が小さいが、下流部に行くに従い差は大きくなる。流量の大部分を流下させている低水路では、平均流速は上流部で遅く下流部で速くなっている。

3-3. レイノルズ応力

図4はレイノルズ応力分布を示す。図をみると、樹木群付近の流速差が大きい部分はレイノルズ応力が大きくなっている。樹木群より離れた部分では平面渦の外側になるので、レイノルズ応力は小さくなる。低水路内でのレイノルズ応力の分布は上流部も下流部もほとんど同じである。

3-4. 平面渦のコンター

図5は条件付き抽出によって得られた水位変動の瞬間像を水位コンターで示したものである。上流部(a)、下流部(b)ともに樹木群付近に大規模な平面渦を表す水位変動が生じており、そのため谷状に水面が低くなる部分と、その渦と渦の間の水面の高い部分が現れている。これらの図は約1波長分を捉えているが、この現象は流下方向に連続し

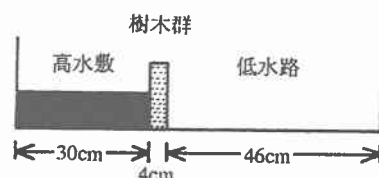


図1 実験水路の断面

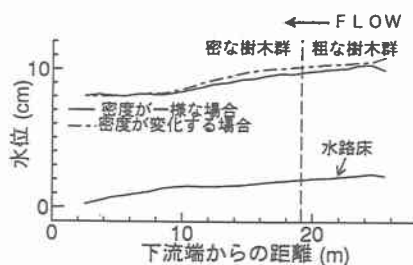


図2 縦断水位の比較

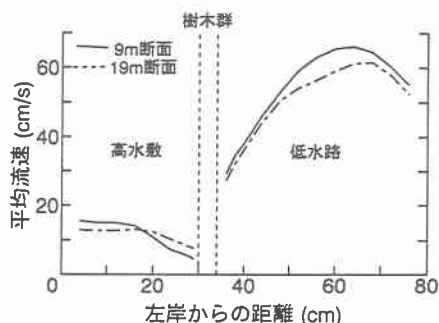


図3 水深平均流速分布

ている。周期渦の基本的な構造は同じであるが、樹木群が密な下流部がより大きく、水位変動も大きくなっている。

3-5. 可視化

写真1は、平面渦を可視化したものである。樹木群付近にアルミ粉末を流すことによって、アルミ粉が平面渦のせん断面に集まり渦の輪郭に沿って流れ、蛇行している様子が分かる。

3-6. 平面渦の周期、波長の縦断的な変化

図6は周期渦の平均波長の縦断的な変化を示す。上流部で見られる波長の増加は、流れ自体が発達段階にあることを示す。樹木群の密度変化部(19m断面)より下流において、波長が増大しているが、密な繁茂領域に入ってもすぐにはこれらの変化は現れず、5mほど下流の位置から次第に影響が現れてくるのが特徴である。

図7は、スペクトル解析の結果である。流下距離によって卓越周期が増大していき、密度変化部の下流(11m断面付近)で複数のスペクトルピークが現れている。

4. 結論

- ・粗な樹木群の繁茂領域の方が平面渦の大きさ、水面変動の振幅は小さい。
- ・粗な樹木群の繁茂領域の方が流速が遅く水位が上昇している。
- ・低水路内でのレイノルズ応力分布はほぼ同じであり、樹木群密度はそれほど影響しない。

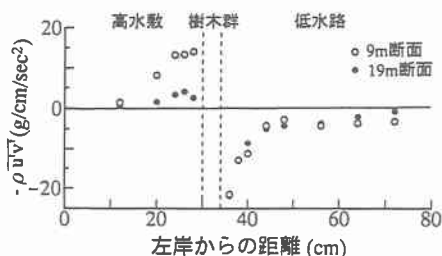
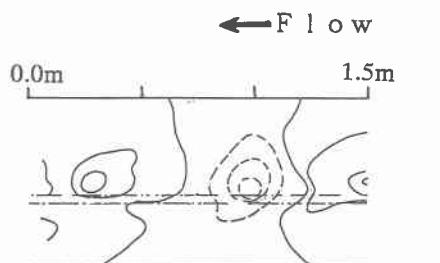
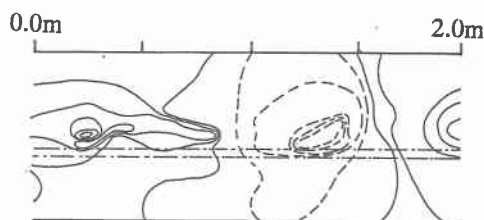


図4 レイノルズ応力分布



(a) 下流端から19mの地点(粗な領域)



(b) 下流端から9mの地点(密な領域)
等高線間隔 0.10(cm)

—— 高 ——— 低
図5 平面渦の水位コンター

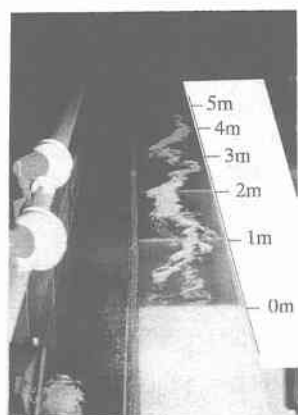


写真1 平面渦の可視化

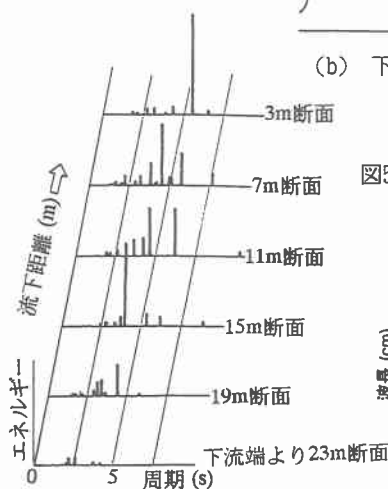


図7 平面渦の卓越周期

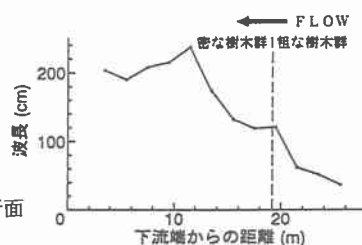


図6 平均波長の縦断的な変化