

植生帯を有する流れの変動特性について

佐賀大学理工学部 学 ○ 日吉 和裕 正 渡辺 訓甫
学 小林 孝伸 正 大串 浩一郎

1. まえがき

水路縦断方向に植生帯を有する流れは、植生域と非植生域における流速差に起因する大規模な平面渦による運動量混合を行い、水面にも顕著な周期変動を伴うのが特徴である。^{1), 2)}

本文は、水路断面の半分を模擬植生で被覆したときの流れの変動特性に関して実験的な検討を行ったものである。

2. 実験の概略

幅40cm、長さ20mの変勾配水路の半断面に模擬植生として直径1.5mmの竹製円柱を間隔1.8cmの千鳥に8m区間配置した(図-1)。実験は非水没型で、その間の水深がほぼ一定になるように下流端堰を調節し、流速を直径3mmのプロベラ流速計で、水面変動を容量式波高計で測定した。また、染料を用いた可視化により流況の観察を行った。水理条件は表-1の通りである。

表-1 水理条件

Run	Q (cm^3/s)	i	h (cm)
Run C1	2,609	1/889	5.32
Run C2	3,130	1/636	5.30

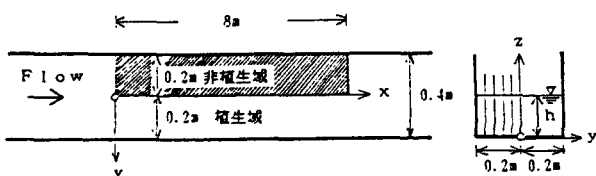


図-1 実験水路

3. 流況

植生帯上流部で比較的滑らかに植生域から主流部への流量集中が行われ、主流部との速度差が増大するにつれて流れは不安定になり水面波が現れる。水面波の通過とともに、植生域の低速流体の流出と主流部高速流体の流入が周期的に行われる(写真-1)。また、写真-2に示すように、主流部の流れも周期的な蛇行流となる。

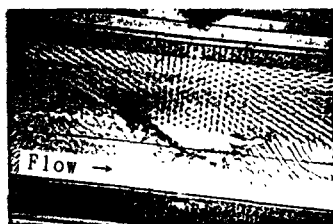


写真-1 (Run C1, $x=5\text{m}$)

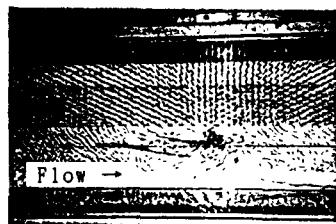


写真-2 (Run C2, $x=4\text{m}$)

4. 水面変動特性

図-2, 3はRun C1について植生域及び主流域における $x=4\text{m}$ 地点の水面変動の時系列とそのスペクトルを示したものである。いずれも低周波成分が卓越し0.2Hz付近に卓越周波数を有する極めて規則正しい水面波が伝播している。このような水面波は $x=2\text{m}$ 付近から顕著に出現し、卓越周波数は殆ど同じである。主流部断面平均流速約22.3cm/sに対して水面波の波速は約15.6cm/sであるから、水面波は主流部流速の約70%で伝播していることになる。周期5.1secから逆算された波長は約80cmである。Run C2においては波速約18.0cm/s、主流部流速26.3cm/s、周期3.3sec(卓越周波数0.3Hz)、波長60cmである。植生域の流速はRun C1, C2とも約5cm/sであるから、Run C2の方は植生域と主流部との流速

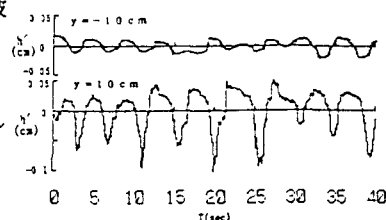


図-2 水面変動の時系列
(Run C1, $x=4\text{m}$)

差が大きく、より短波長、短周期で活発な運動量混合を行っているものと思われる。

5. 流速変動特性

図-4, 5は植生域と主流における流速変動の時系列とスペクトルをRun C1, $x=4\text{m}$, $z=2.7\text{cm}$ の場合について示したものである。植生域で水面変動と同調した流速変動がみられ、主流、植生域とも水面変動と同じ卓越周波数はほぼ0.2Hzである。なお、Run C2における卓越周波数も水面変動と同じくほぼ0.3Hzであり、低周波数領域における水面変動と流速変動は同調している。植生域の水面変動、流速変動及び主流の水面変動は卓越周波数付近にエネルギーが集中しスペクトルのピークがかなり明瞭であるが、主流の流速変動はこれらに比べて広い周波数域にエネルギーが分布している。

図-6は $x=1\text{m}$, 3m における乱れ強度 u'_{rms} (cm/s)の鉛直分布を示したもので図中の数値は y (cm)の値である。植生内の u'_{rms} の分布は一様でかなり小さいが、境界($y=0$)では表面と底面近傍で大きく、 $y=4\text{cm}$ の位置でもみられるように水深中央付近に変動の小さい領域が残され、植生内の低変動の流体塊が主流に流出している。主流の変動速度が増大するにつれて植生内の変動も次第に増加し、 $x=3\text{m}$ 付近では境界での乱れ強度は主流 $y=4\text{cm}$ のそれと殆ど同じ大きさになってしまう。

図-7は植生域と主流における水深中央での乱れ強度 u'_{rms} (cm/s)の流下方向の分布を示したものである。植生域からの変動速度の小さい流体塊の流出により主流部の乱れ強度は一坦減少するが流下するにつれて次第に増加している。 $x=4\sim 5\text{m}$ 下流ではほぼ一定になる。植生域においても上流端から一坦強度を減少させるが $x=2\text{m}$ 付近から再び増加しており、平面波の発達に伴う主流部との運動量交換によるものと思われる。

6. まとめ

水路断面の一部に植生帯を有する流れは、上流部で主流への流量集中が起こり主流と植生帯との流速差を増大させるとともに、植生帯の低速、低変動の流体塊が主流部に流出している。主流と植生帯との流速差は両者間で周期的な運動量交換を惹起し0.2~0.3Hzの大規模な平面渦と、顕著な水面波を形成し、主流も周期的な蛇行流を呈することが実験的に示された。今後は複断面水路で高水数に植生を伴う場合の流れも含めてさらに検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 福岡ら：樹木群の抵抗について，第31回水理講演会論文集，1987.
- 2) 北村ら：植生域と非植生域の流れの干渉についての基礎的研究，土木学会第45回年次学術講演会論文集，1990.

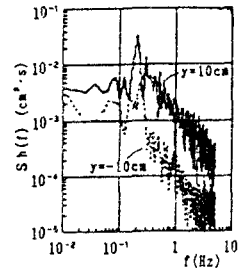


図-3 水面変動スペクトル
(Run C1, $x=4\text{m}$)

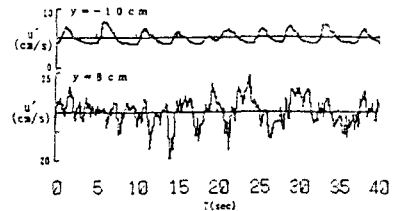


図-4 流速変動の時系列
(Run C1, $x=4\text{m}$, $z=2.7\text{cm}$)

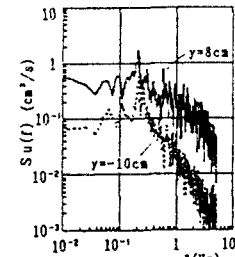


図-5 流速変動スペクトル
(Run C1, $x=4\text{m}$, $z=2.7\text{cm}$)

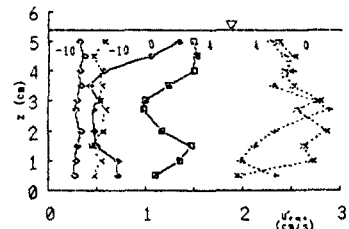


図-6 (Run C1) —: $x=1\text{m}$ ---: $x=3\text{m}$

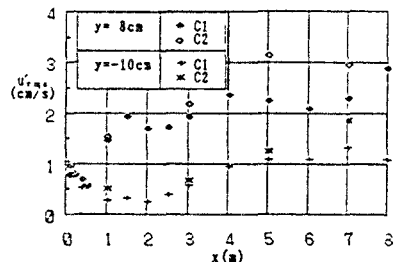


図-7 u'_{rms} の縦断分布