

阿南高専 学 ○上原千明 阿南高専 正 湯城豊勝
阿南高専 正 遠野竜翁 徳島大学 正 岡部健士

1. はじめに

近年、河道内の植生繁茂領域の拡大とともに、樹木の成長も顕著になり、樹木の管理・保全が重要な課題になっている。このため、植生水理に関する研究成果が数多く報告され、植生を伴う河床上の流れや掃流砂量に関する研究が進められてきた。本研究では、今まで明らかにされていなかった樹林帯中における浮遊砂の濃度分布を計測し、その特性を明らかにした。

2. 水理条件

実験には、長さ 12m、幅 0.4m の水路を使用した。図-1 に、実験で使用した樹木状植生モデルの概要を示す。この植生モデルは、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想定し、アルミ管に 5 本の銅線を差し込み、その先端にゴムチューブをかぶせたものである。実験では、このような植生モデルを水路床の 7.2m の区間に一様な密度で配列した。配列パターンは、図-2 に示すような縦・横断方向間隔が 12cm×12cm の千鳥状とした。

濃度は、循環流で定常濃度をつくったのち、配列メッシュ内の単位領域で空間平均された鉛直分布と、それぞれの高さにおける平面分布が求められた。前者の計測は採水方式、すなわち自作の 3 連式サイフォンを使用した。図-2 に示す 3 本のライン上を、5 分間水平移動して採水した。

一方、単位領域内における濃度の平面分布の計測は、図-2 の○点において濁度計を利用して行った。濁度から濃度への較正は先に述べた採水によるデータから行った。

実験条件を表-1 に示す。ここでは水深 h を 6.0cm に固定し、流量 Q と水路床勾配 i を変化させたものと、水深が樹冠部頂点になったものを行っている。実験に用いた粒子は比重 1.42、粒径 0.1mm のほぼ一様な塩化ビニル製のものである。沈降速度は、ルベイの式で求めると 0.225cm/s になった。

3. 実験結果および考察

3.1 空間平均された濃度の鉛直分布

平面的に積分平均された濃度 $\langle C \rangle$ の鉛直分布の計測結果を図-3 に示す。ここに、 y は水路底からの高さである。参考のためにラウス分布曲線を破線で併記している。水深 6.0cm に対する計測値はラウス分布特有の逆 S 字状の様相を呈するものの、樹冠部においてはふくらむようになり、高い濃度になっている。これは、底面付近の高濃度の浮遊砂が通常の乱流より多く上方

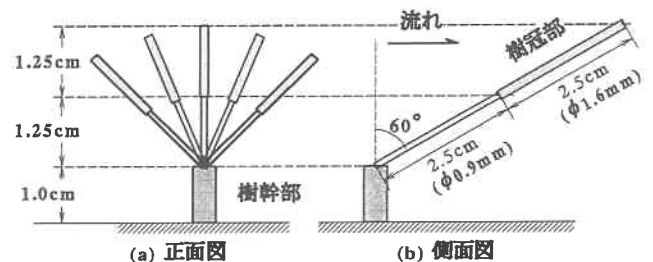


図-1 実験で用いた植生モデルの単体

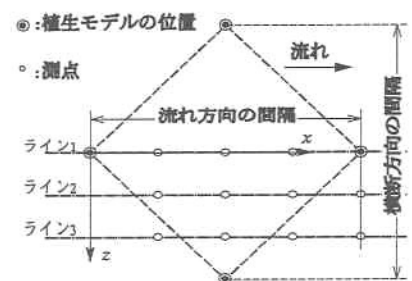


図-2 配列メッシュ内の測線と測点位置

表-1 水理実験

ケース	流量 Q (l/s)	勾配 i	水深 h (cm)	平均流速 V_m (cm/s)
1	5.45	1/1000	6.0	22.7
2	6.75	1/667	6.0	28.1
3	7.65	1/500	6.0	31.9
4	3.20	1/500	3.5	22.9

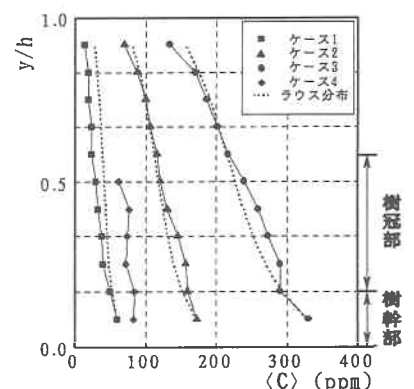


図-3 平面的に平均された濃度分布

へ輸送されたと考えられ、この原因は、樹冠部下方に発生する組織的渦構造¹⁾によるものと思われる。

一方、ケース4に対しては、水深方向に対する濃度の一様化の傾向が見られる。原因は、低濃度の場合の特徴、もしくはケース3の場合より大きな組織的渦構造によって濃度の一様化が助長されたとも考えられる。しかし、低濃度の場合しか実験できていないので、今後高濃度の場合の実験もさらに必要である。

3.2 濃度の平面分布の偏差

ケース3において、濃度の平面分布特性を調べるために、空間平均値からの偏差 c'' の分布を図-4に示す。水の流れは紙面の上方から下方に流れている。濃度の平面内変化は水路底で大きく、水面では小さくなっている。水深の半分以下において、濃度は縦断的に変化しないものの、横断的には変化している。水深の上半分においては、濃度の縦断的变化がわずかに見られる。

濃度の横断的变化は水深の下方と上方では異なり、水深の下半分では植生モデルを結ぶ線上で大きく、植生モデルの中間部では低くなっている。水深の上方においては、図には表示されていないが c'' は植生モデルの線上で低くなり、しかも中間部で高くなって、水深下方のものとは正負が逆転する領域も現れる。

3.3 濃度の dispersive flux²⁾

ある高さにおける浮遊砂輸送の収支式を、メッシュの単位領域について積分平均すると次式を得る。

$$-\varepsilon_t \frac{d\langle C \rangle}{dy} + \langle C''v'' \rangle = w_f \langle C \rangle \tag{1}$$

ここに、 ε_t :拡散係数(cm^2/s)、 w_f :沈降速度、 C'' :空間的平均濃度からの偏差、 v'' :鉛直方向流速の空間的平均値からの偏差、 $\langle C''v'' \rangle$:濃度の dispersive flux である。ケース3を例にとって大きさの項別比較をして図-5に示す。

底面付近では dispersive flux 項と拡散項がほぼ等しくなり、樹幹頂部において dispersive flux 項が極端に大きくなって拡散項はほとんど0である。さらに樹冠部中央で再び両者は等しくなって交差しているが、植生頂部よりやや下方で dispersive flux 項はほとんど0となり、重力項と拡散項が釣り合っている。このように各項の大小関係は複雑に入れ替わっている。

以上のように、樹木状植生帯を通過する浮遊砂の濃度特性、すなわち濃度の鉛直分布ならびに平面分布、さらに濃度の dispersive flux について考察した。今後、水深や樹木密度などが異なる場合のデータ集積に努めていきたいと思う。

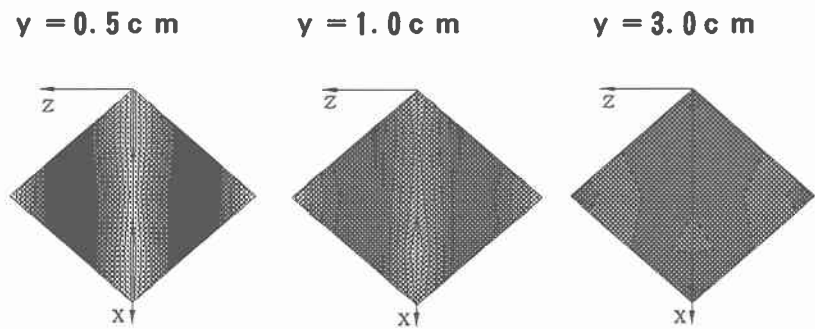


図-4 濃度偏差の平均分布

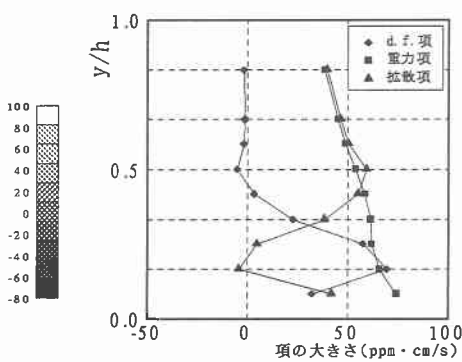


図-5 式(1)における各項の大きさ

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法，水工学論文集，第45巻，847-852，2001。
2)湯城豊勝・岡部健士：樹木状植生を持つ河床上の流れの浮遊砂濃度の形成機構，水工学論文集，第46巻，701-706，2002。