

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 安瀬地 一作

河川・農業用水路は、洪水流の速やかな流下や、効率的な送排水を目的として計画・設計がなされてきたが、近年では、治水・利水機能に加えて、河岸や水路側岸に植生群を繁茂させたり、杭群を配置することなど、環境への配慮が求められる。植生群や杭群はその流速逓減効果により、浮遊砂の沈降・堆積を促進し、浮遊砂の堆積は更なる植生群の繁茂を促し、同時に、豊かな動植物の棲息環境、親しみやすい水辺環境を提供する。一方、小河川や農業用水路などの幅の狭い水路では、わずかな植生であっても植生は流れを阻害し、安全かつ効率的な水輸送の妨げとなる。そのために、植生群が流れに対してどのような影響を与えるかを水理学・流体力学的に評価しうる、実用的な解析手法の確立が求められている。本論文では水路側岸部に植生群が水没した不等流を対象に、実用的な平面二次元解析モデルの開発を行った。

第1章では、序論、既往の研究をレビュー、研究の目的、方法を述べた。

水路側岸に植生群が水没する流れでは、植生のない流れ領域と植生のある流れ領域との境界で強い乱れが生成され、周期的に形成する渦などを通して、2つの領域の流れを平滑化する三次元的で複雑な流れとなる。これまでいくつかの数値解析手法が提案されているが、流れの複雑さから、乱流の特性を反映する複数の未知パラメータを与えなければならない、また、流れの対象も等流に限定されたり、現時点では実用的手法とはいえない。

植生群が埋没する無限幅の水路流れ（側壁の影響を受けない）を対象に、2, 3章で水深平均した植生抵抗と渦動粘性係数を理論的に導出した後で、4, 5章で水路側岸部に植生群が水没した1, 2次元の不等流モデルを構築するなど、方法が述べられる。

第2章では、水没した植生群の抵抗の流体力学的な定式化を行い、植生抵抗を壁面に分布する摩擦抵抗に等価変換する Manning 粗度係数を理論的に導き、実験結果から検証した。植生群内外の速度分布は、それぞれ、指数分布および対数速度分布として導かれ、これから全断面の平均流速場に対する等価 Manning 粗度係数は、植生高さ、植生密度、水

深、植生の抵抗係数、植生群内の平均流速などで与えることができる。

第3章では、2章と同様の流れ場を対象に、乱流モデルとして渦動粘性型モデルを用いて、半理論・実験的に知られるレイノルズ応力分布（植生群内外で、指数分布、放物線分布）から渦動粘性係数に換算し、水深方向に積分することで、水深平均渦動粘性係数を新たに定式化した。

第4では、水路側岸に水没した植生群を有する不等流の1次元解析モデルを定式化した。断面内の特性をすべて平均化した不等流モデルで、実用上の意義も高いが、2次元解析の初期条件を与える。

5章、6章では、2, 3章で定式化した植生抵抗の等価 Manning 式と水深平均渦動粘性係数を組み込むことで、新たな平面2次元モデルを構築し、具体的な差分計算法(ADI法)、初期条件、境界条件を設定することにより、実験結果および他の解析法との照合から、定式化したモデリングの妥当性と有効性が検証された。

7章では、結論および今後の課題を述べた。

以上のように、本論文は、既存の実験結果や理論的成果を踏まえて、植生と流れの相互作用の結果生ずる、植生抵抗や乱流による運動量輸送（レイノルズ応力）を理論的にモデル化し、その効果を水深方向に平均化を通して、平面二次元モデルに組み込むことにより、新たな解析法を構築、実験によりその妥当性を検証したが、特に、植生抵抗を等価 Manning 粗度係数として理論的に定式化するなど、学術応用上寄与するところが大きい。よって、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。