

ハビタートに及ぼす植生の影響について

金沢大学工学部 正 員 辻本哲郎
 金沢大学大学院 学生員 泉 倫光
 金沢大学工学部 ○越村賢司

1. はじめに

近年、植生帯を伴う流れに関する研究は数多く行われているが、それらのほとんどは理想化された断面形状や植生配置を施したものとなっている。流れによって土砂が運ばれ、地形が形成され堆積域は陸化し、植生が繁茂し始めて再び流れに、そして生態系へも影響を及ぼしているというサブシステムが確立している。実河川では、河道内地形とそこに繁茂する植生によってハビタートとしての環境に多大な影響がもたらされる。そこで本研究では、実河川においてある対象区間の微地形調査と植生調査を行い、浅水流解析によって流れの分布をハビタートと関連づけて検討した。

2. 現地調査と流況

現地調査は金沢市を貫流する犀川の中流部(写真1)の河道内において流下方向に180m区間においてスタジア測量による地形調査と植生調査を行った。図-1に現地調査による器械設置点(低水護岸天端)を0としたときの等高線図を示す。右岸側に堆積域が存在しており堆積域全体にわたりツルヨシ、ヨシ、ススキ群落が繁茂していた。路床勾配は低水護岸天端の実測より1/500であった。また、過去10年間の犀川の当該地点での流量データより図-2に示す超過確率分布を描き、その図より外挿して表-1に示す流量(10年確率、1年確率、豊水、年平均、平水、低水、渇水)を得た。

3. 数値計算の適用

植生が非水没の場合、流れ場は充分2次元的なものとなり水深スケールでの構造は平均化し流下方向と横断方向だけの変化を考慮すればよい平面2次元流としての取り扱いが有効である。乱流モデルには $k-\epsilon$ モデルを採用し、地形を取り込んだ平面2次元(浅水流)解析を行った。基礎式をコントロールボリューム内で積分した後、スタグガート格子を用いて離散化し、SIMPLE法より水深と流速場を求める。植生帯内では(1)式で定義される形状抵抗を与え、植生帯外では形状抵抗をゼロとする。

$$F_x = \frac{1}{2} C_D \lambda U \sqrt{U^2 + V^2}, \quad F_y = \frac{1}{2} C_D \lambda V \sqrt{U^2 + V^2} \quad (1)$$

(U, V): 流下・横断方向の平均流速, F_x, F_y : 植生粗度に作用する抗力の反力, C_D : 抗力係数, λ : 植生密生度

計算領域は実際には流下方向に180mであるけれども計算の収束性を高めるために上流部と下流部においてそれぞれ60mずつ助走区間を設けて全体として300m区間とし、横断方向には60mとした。今回の計算では流下方向に5m、横断方向に2mのメッシュに区切りそれぞれに地形データを入力した。実際の流れは路床摩擦のため鉛直方向の速度勾配に関係する乱れエネルギーの生成があるはずだが、平面2次元解析ではこれが表せないので実際調査したときの平均粒径をKeuleganの式を用いて各メッシュにより水位の変化による底面粗度を算出した。境界条件として上流端で流入流量、下流端で水位を与える。下流端の水位はマニング式より求められた数値を採用した。また、側壁の流速境界条件はスリップ条件を課し壁関数法を適用した。また、そこでの乱れエネルギーの設定には局所平衡の条件を用いている。水際の処理においては、あらかじめ各メッシュにおいて水位が0.1m以下となると陸地と認識するように設定して計

写真1

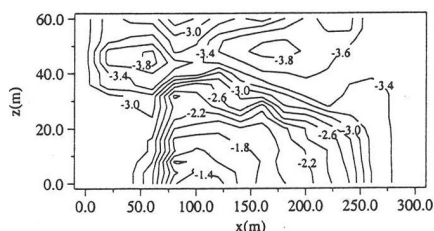


図-1 等高線図

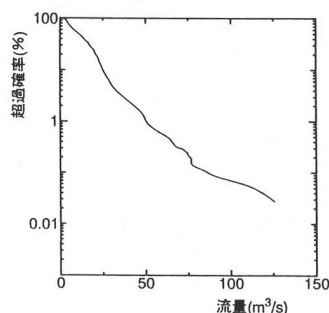


図-2 超過確率分布

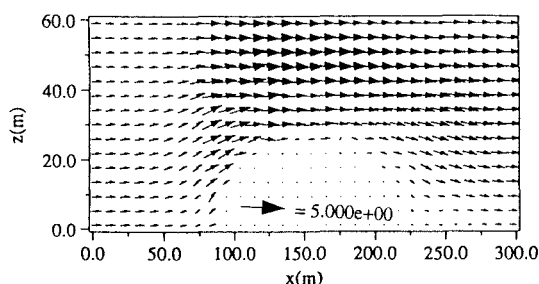
表-1 犀川流量

流量名	流量(m³/s)
10年確率	126.0
1年確率	75.0
豊水流量	20.0
年平均流量	14.0
平水流量	11.7
低水流量	5.3
渇水流量	2.6

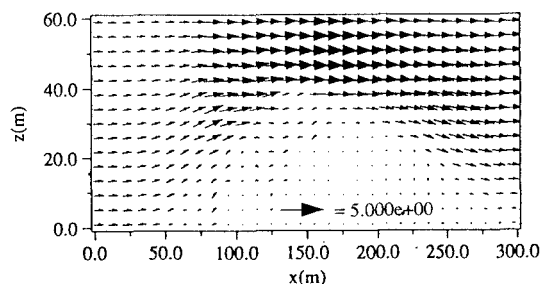
算を行った。

4. ハビタートに及ぼす植生の影響

本報告では、10年確率流量($126\text{m}^3/\text{s}$)について植生密度を $0.8(\text{m}^{-1})$ の場合と裸地の場合とで計算を行い比較検討した。図-3には流速のベクトル図、図-4に主流速 U の等値線図を示す。ベクトル図より植生があるケースでは左岸側に流量集中が確認されるが、裸地のケースではそれ程顕著に認められない。等値線図より裸地の場合 $x=140$ 付近で最大流速位置が存在していたが、植生があるケースにおいては最大流速位置が下流側に移動して $x=150\sim 180$ の広い領域にわたり高速流となり、左岸低水護岸に及ぼす影響も無視できない。図-5には水位の等高線図を示す。等高線の 0.0 の領域では陸地を示しており、植生がある場合と裸地の場合の比較において著しい水位の上昇は観察されない。そこで、生態系への関心が高まっており水生生物の中でも比較的速い流れを选好するといわれている代表的な魚種であるアユを例に挙げて考察を行う。アユの選好速度¹⁾は一般に $1.2\sim 1.8\text{m/s}$ とされているが、この場合植生が繁茂することによって減速域が形成され待避場所としての生息領域が拡大することが伺える。植生の存在によって横断方向に流速分布をなめらかに低流速域から高速流域まで作り出すことによってアユだけでなくそれぞれの魚種に見合った速度領域に存在すると考えられる。植生は流速分布を変化させることによって、水生動物など生態系存続の基盤となっている。

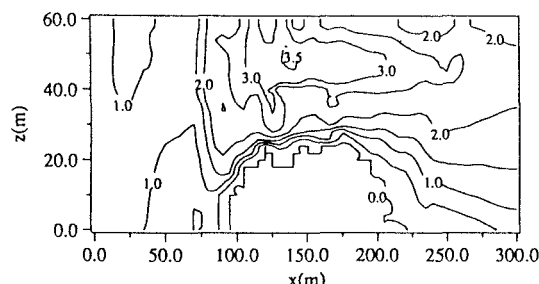


裸地

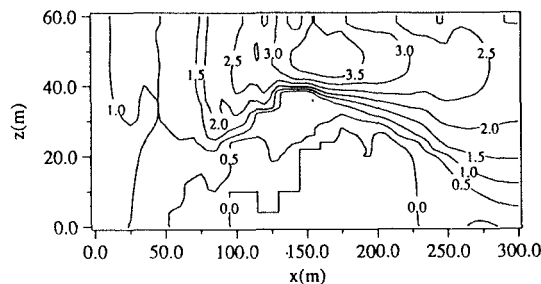


植生

図-3 流速のベクトル図

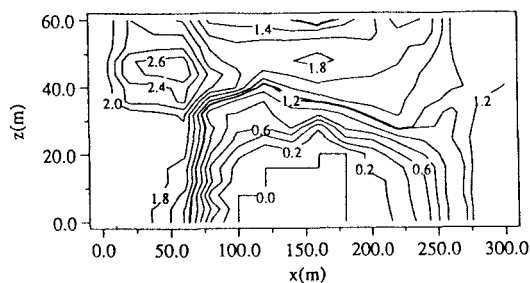


裸地

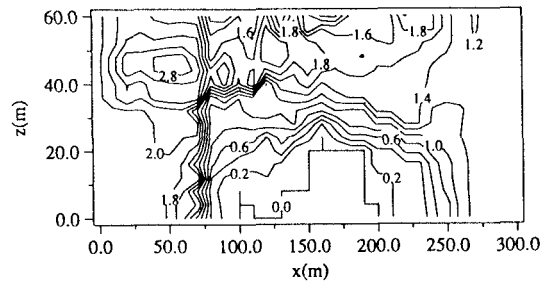


植生

図-4 流速の等値線図



裸地



植生

図-5 水位の等高線図

5. おわりに

本研究では犀川を例に挙げて地形調査と植生調査を行い、数値計算によって流れの分布をハビタートと関連づけて検討した結果、植生の存在によって横断方向に指数関数的な流速分布を形成し、河川生態環境を向上させるうえで植生の存在がある方が良い影響を与えるということが判断できた。

参考文献：1) 魚道の設計シンポジウム，ダム水源地環境整備センター，1992。