

II-123

都市河川の洪水時における植生の影響

開発土木研究所 正会員 佐藤 耕治
 開発土木研究所 正会員 渡邊 康玄
 開発土木研究所 正会員 坂井 一浩

1. はじめに

近年、自然環境に配慮した河道整備が行われている一方で、河道面積の減少や樹木による流れの影響など治水安全度に関する問題が指摘されている。

平成10年9月16日の低気圧の影響による大雨の累計降雨量は札幌市内でも日雨量140mm以上を記録した。市内を流れる豊平川では高水敷まで水位が上昇し、その他の河川でも一部で浸水するなどの被害が出た。

当所内を流れる精進川においても、今回の大雨でヤナギや草本などの影響と思われる水位の上昇が見られた。本研究では今回の精進川での水位を観測し、それを基にして、植生が流れに及ぼした影響について調査した結果を報告するものである。精進川は札幌市を貫流する豊平川の支川で、近年では河川改修に多自然型工法が採用されており、当所より上流の地点では河道断面も拡幅され植生が繁茂し、景観や環境に配慮されている。一方、下流の当所内においても、写真-1に見られるようにコンクリートに覆われた河道内に草本やヤナギが繁茂している状況になっている。

2. 植生の影響を考慮した不等流計算手法

一般に、洪水流を妨げる要因としては河床の形状や植生の存在などをはじめ多岐に渡っており、そのすべてを把握し、計算式に導入することは容易なことではない。しかし、洪水流に大きく影響を及ぼす河道内樹木については、粗度係数を植生の影響も考慮した形で与える方法や、粗度係数とは別に境界混合係数¹⁾を設けて植生の影響を考慮する手法が考えられている。しかし、前者においては粗度係数に様々な抵抗要因が加わってしまうため、水位の変動や植生の生育状況に応じて粗度係数も刻々と変化し、実際的ではない。一方、後者においては洪水の発生した後に痕跡水位を測定し、その結果から境界混合係数を算定するために、洪水の再現計算を実施する必要がある。さらに境界混合係数は正確に算定しなければ計算結果に重大な影響を与える恐れもある。

一方、(1)式において左辺第4項のような植生の影響を考慮した損失項を追加した方法²⁾も提案されている。ここでは精進川の様々な草本類が密生している都市河川にこれらの不等流計算手法を適用する場合について検討を行なった。

$$\frac{dH}{dx} + \frac{d}{dx} \left(\alpha \frac{V^2}{2g} \right) + i_e + \frac{1}{2g} a C_d V^2 = 0 \quad (1) \quad , \quad a = \frac{md}{A_t} \quad (2)$$

(1)式において、 H は水位、 x は河道縦断距離、 α はエネルギー補正係数、 V は流速、 g は重力加速度、 i_e はエネルギー勾配、 a は(2)式で表わされる樹木密度、 C_d は樹木の抗力係数であり、 A_t は樹木を計測した範囲の面積、 m は計測した樹木の本数、 d は計測した樹木の平均樹径である。

表-1 精進川植生密度

下流端からの距離 (m)	植生数 m (本)	植生径 d (cm)	植生高さ (m)	植生密度 a (1/cm)
0.0	114	0.2	1.2	0.228
17.5	52	0.3	1.4	0.156
37.5	48	0.5	1.5	0.240
57.5	47	0.2	0.8	0.094
77.5	23	0.5	1.1	0.115
97.5	20	0.4	1.3	0.080
117.5	49	0.2	1.1	0.098
137.5	30	0.6	1.2	0.180
157.5	44	0.5	1.5	0.220
177.5	0	0.0	0.0	0.000



写真-1 精進川植生繁茂状況

キーワード：河道内樹木、不等流、粗度係数

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 TEL(011)841-1111 FAX(011)818-7036

3. 再現計算結果

精進川における洪水時の観測結果と、境界混合係数の考え方を導入して、水位を再現した結果の比較を図-1に示す。なお、下流端では堰が存在し、段落流れとなっている。

再現水位は植生を死水域と仮定した場合、実測水位に比べ、全体的に高くなる傾向を示した。なお、境界混合係数 f は0.02以下とすると、射流となり、実測と異なる結果となったため、 $f=0.02$ を用いることとした。このため、植生を死水域とすることでは植生の影響を正確に考慮できないと考え、(1)式のような樹木密度を導入した手法により計算を行なうこととした。 f は死水域と同様0.02を与えた。その結果、水位の再現性の向上を確認することができた。

次に、境界混合係数がどのように影響しているのかを検証するために、図-2では植生を死水域とせずに(1)式に表わされる手法において、境界混合係数の考え方を付加させた場合と付加させない場合の計算を行なった。上流側に行くにしたがって、水位の上昇が大きくなり、最大で10cm程度の差が表われ、植生域の低速部が植生以外の流速へ与える影響を無視し得ないことが判明した。

最後に植生が繁茂していなかった場合、水位にどのような影響を及ぼすのかを検討した。

図-4において、下流端から40m付近までを着目したとき、実測水位は上昇しているが、植生がないと仮定した場合については水位上昇が見られず、植生がある場合と最大で50cm程度の水位差が生じ、植生の影響が極めて大きいことがわかる。

精進川の調査結果から、草本は樹木に比べると植生高や径などが遥かに小さく細いため植生密度の値も小さくなり、一見すると、とても流下断面を大きく阻害するほどの影響を与えるとは考えにくい。しかし、今回調査した精進川の流量はピーク時でも $3\text{ m}^3/\text{sec}$ を下回る程度であり、河道断面も小さい河川であったために草本が樹木並みの影響を及ぼしたのではないかと考えられる。

4. おわりに

今回の検討の結果、精進川のような都市小河川では草本類も流れに対して大きな抵抗として働き、維持管理を必要とすることが判明した。また、植生域を死水域とした場合、実際より水位が大きく算出されてしまうことから、植生部分も流速を持つとした(1)式で表わされる方法に境界混合係数の考え方を導入した方法を用いる必要があることが判明した。

今後は、河道内植生が影響して洪水時に著しい水位上昇を招くと予測されたときに、河川環境の保全が求められている現状では全て伐採してしまうことには強い抵抗があり、どの程度の伐採を行えば計画高水位以下の水位を保つことができるのか、といった検討が必要である。

参考文献

- 1) 建設省河川局治水課：河道内の樹木の伐採・植樹のためのガイドライン（案），1994
- 2) 石川忠晴、田中昌宏：開水路流中のかん木の抵抗特性に関する研究、第31回水理講演会論文集，p. 329～333，1987

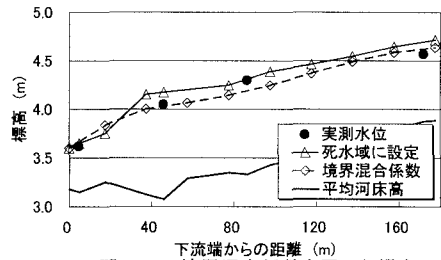


図-1 境界混合係数を用いた場合

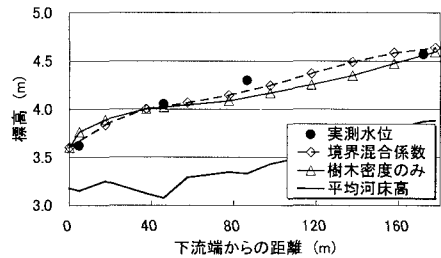


図-2 植生を樹木密度として考慮した場合

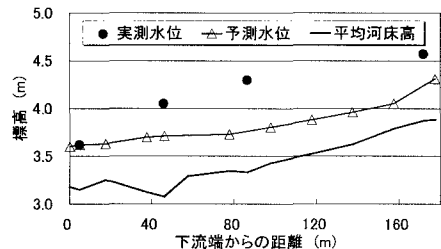


図-3 植生がないと仮定した予測水位