

II-38

河道の通水能に及ぼす植生の影響の評価

北海道大学工学部 ○学生員 山本 新平
 北海道大学大学院 学生員 松田 敦史
 北海道大学大学院 フェロ-会員 黒木 幹男
 北海道大学大学院 フェロ-会員 板倉 忠興

1. はじめに

従来、河道内の樹木は、出水時の流木化による構造物破壊などの災害発生や、河道断面の減少による流水疎通能力の低下などの理由から極力排除されてきた。しかし、近年は、景観、生態、親水などの環境的観点から、河岸の樹木は見直されている。さらに、河岸植生は河道の粗度を上げ出水時の流速を軽減し、それによる河岸洗堀の防止や、土砂、および構造物などの流出の防止につながる。そういった水理的特徴もあり、近年では河道内に支障のない範囲で樹木を残そうという方向に動きつつある。

そこで私たちは河道の通水能、つまり同じ河道断面でどれだけ流量を流すことができるかという要素と、それにどれだけ河岸植生が影響を及ぼすかについて調査を行った。河道の通水能に関しては、それを表す要素として河道の抵抗係数を用い、それを種々の資料から求めた。そしてそれに影響を及ぼす原因として様々な地形的特長や樹木に限らず草本類なども考えられるが、今回は河岸植生のうち樹木にのみ着目をして、それがどの程度河道の抵抗係数に影響を及ぼすかについて現地の樹林の状態を調査した。

現地の樹林の状態としては、樹林の密度、樹径、樹高、葉や枝の付き始める高さ、観測時の水位、樹齢、その他流水への抵抗になりそうな近辺の様子などを調査するというものである。そしてそれらの調査結果と求めた抵抗係数との関係について考察した。

2. 河道の抵抗計数 f の算出

河道の抵抗係数 f の算出は、平成 11 年度調査の北海道札幌土木現業所の河川流量調査・報告書(測線距離、水深、流速、水面勾配 etc.) をもとに行なった。この解析に用いたプログラムは、測線距離、水深、水面勾配、抵抗係数を与えることで河床断面、および流速分布を求めることができるというものである。その流速分布と実測流速を照らし合わせ、実測値に合う流速分布になるように河床の抵抗係数 f の値を変化させ、結果、観測箇所の河床の抵抗係数 f の値を求めた。その代表例を次図に示す。

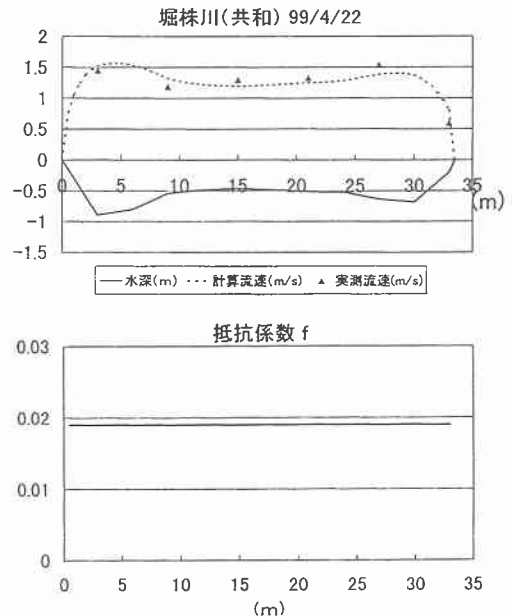
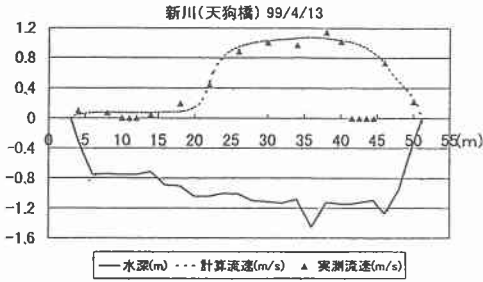


図-1

The evaluation of effect of vegetation on flow of river channel
 by Shinpei YAMAMOTO, Atsushi MATSUDA, Mikio KUROKI, and Tadaoki ITAKURA



抵抗係数 f

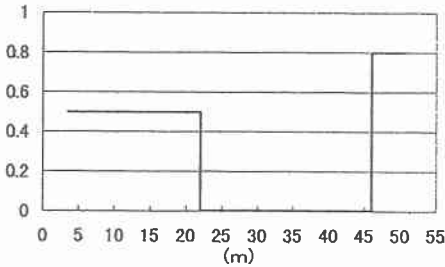
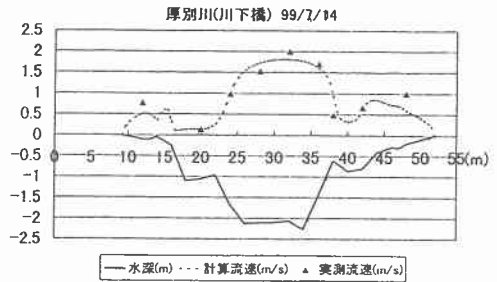


図-2



抵抗係数 f

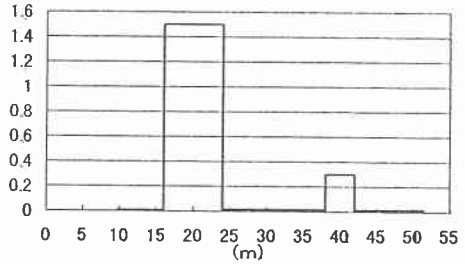


図-3

3、調査

河道の抵抗係数は、様々な地形的特長や樹木に限らず草本類などにも起因すると考えられるが、今回は樹木にのみ着目し、樹木が抵抗係数を上げその場所の流速を下げていると考え調査した。計算したデータの中には図-2、3のように、明らかに抵抗係数が大きい箇所が数箇所あった。それらの箇所の中で石狩圏内の観測地に関しては、実際に現地に行き、樹林帯があればその樹林帯の調査を行った。その調査内容は、樹林帯の密度(単位面積当たりの幹の本数)、及び樹径、樹高、葉や枝のつき始める高さ、樹齢の測定、その他流水への抵抗になりそうな近辺の様子を写真撮影、及びスケッチするというものである。具体的測定方法は、以下の通りである。測定結果は以下の表-1にまとめる。

測定箇所 (河川-観測場所-左右岸)			面積 (m^2)	本数 (本)	樹林の密度 (本/ m^2)	樹径 (cm)	樹高 (m)	葉、枝の高さ (m)	樹齢 (年)
厚別川	川下橋	左岸	36	160	4.44	7.64	4.5	2.0	6
厚別川	川下橋	右岸	36	34	0.94	8.59	8.0	2.0	7
厚別川	上流橋	左岸	36	75	2.50	4.77	6.0	2.5	8
新川	天狗橋	左岸	36	54	1.50	8.91	9.0	2.5	9
新川	天狗橋	右岸	24	73	3.04	6.37	8.0	2.0	8
奈江豊平川	日の出橋	左岸	10	3	0.30	5.09	4.5	1.0	5
奈江豊平川	日の出橋	右岸	30	20	0.67	6.05	6.0	1.5	6
利根別川	大和橋	左岸	5	15	3.00	1.50	8.0	2.0	7
幌向川	岩栗橋	左岸	12	22	1.83	3.50	4.5	1.0	7

表-1 測定結果

- * 樹林帯の密度：樹木のある場所をスタッフで囲み、観測資料から当時の水位が推測できるので、その高さで直径が約2cm以上の幹、および枝の本数を数え、面積で割った。(本/m²)
- * 樹径：樹林帯を代表する平均的な樹木を選び、当時の水位を推測し、その高さの幹周をメジャーで測り、そこから求めた。(cm)

4、抵抗係数 f と調査結果との関係

次に樹林帯を表現する値として樹林帯の密度と樹木の太さ、つまり樹径が抵抗係数の値に関与していると考え、データから求めた抵抗係数の値とそれらの値とを比較してみた。(表-2) 図-4は樹林帯の密度と抵抗係数の値をプロットし線形近似直線を入れたものである。この図を見ると、密度の大きさと抵抗係数の大きさには比較的關係があるように見える。

詳細としては、大きな樹林の中の一部で密度を測定した箇所(●)は偶然かもしれないがきれいに並んでいるように見え、樹林が高水敷全体に在るわけではなく河岸の水際にのみ生えている箇所(▲, ■)は少し外れる様子が見られる。さらに利根別川(■)については、河岸の樹木は出水当時水には浸かっていないのだが、そこから伸びる多くの枝が河道内に垂れ下がっている様子が見られ、これを観測資料の融雪期水位と照らし合わせると、出水当時はこれが水面下に

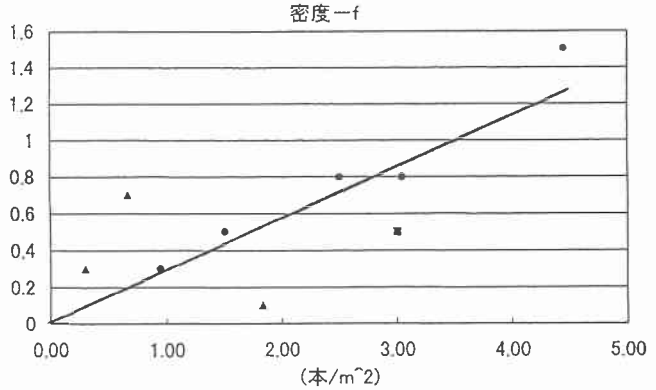


図-4

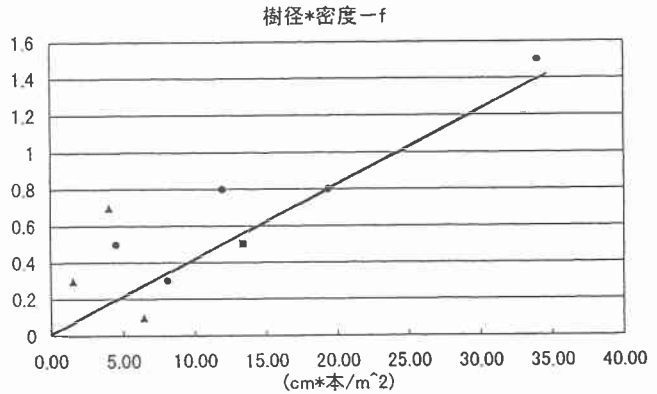


図-5

測定箇所 (河川-観測場所-左右岸)			抵抗係数 f	樹林の密度 (本/m ²)	樹径 (cm)	樹林の密度 * 樹径 (cm*m/m ²)
厚別川	川下橋	左岸	1.5	4.44	7.64	33.95
厚別川	川下橋	右岸	0.3	0.94	8.59	8.12
厚別川	上流橋	左岸	0.8	2.50	4.77	11.94
新川	天狗橋	左岸	0.5	1.50	8.91	13.37
新川	天狗橋	右岸	0.8	3.04	6.37	19.36
奈江豊平川	日の出橋	左岸	0.3	0.30	5.09	1.53
奈江豊平川	日の出橋	右岸	0.7	0.67	6.05	4.03
利根別川	大和橋	左岸	0.5	3.00	1.50	4.50
幌向川	岩栗橋	左岸	0.1	1.83	3.50	6.42

表-2

浸っており、これだけの抵抗係数を形成したのだと思われる。

次に幹の太さも抵抗係数の値に何らかの影響を与えると考え、単に単位面積内の幹の本数(密度)に樹径の値を乗じて表現し、プロットした。(図-5) これを見ると、図-4よりはデータのばらつきが少ないように見える。また、新川右岸と利根別川左岸を比べると樹林帯の密度はほぼ同じ値だが、樹径の大きい新川右岸の方が抵抗係数は大きな値を示している。このことから、一概には言えないが樹径が大きければ抵抗係数の値も大きくなるのではないかと思われる。今後はさらに樹径と抵抗係数との関係について調べていきたいと思う。

5、考察

樹木は川の流れに対して比較的大きな抵抗となり、河道の通水能に大きな影響を及ぼしている。今回、その河道の通水能に及ぼす樹木の影響を抵抗係数という数字で表し、大きな数字を出した箇所(樹林帯)の密度と樹径がその抵抗係数にどう関係しているかを調べた。結果、我々は抵抗係数 f と樹林帯の密度、樹径には何らかの関係があり、概ね密度、樹径が大きくなれば抵抗係数 f も大きくなるという見解を持った。ただ、まだ6つの河川で9つのデータと絶対的データ数が少なく十分に深い分析ができていないので、さらに多くのデータを集めていかねばならないと思う。

今回の結果の中で樹林帯の密度と抵抗係数の関係に関しては、河岸の水際にだけ樹木があるケースは関係がばらついてはいたが、大きな樹林の中の一部で密度を測定したケースに限っては、密度と抵抗係数は比較的良好な相関を示している。今回は単に単位面積当たりの幹の本数で樹林を表現したが、今後は樹林の表現の仕方も更に改良していきたい。また、樹径の取り入れ方も単に密度に乘じただけであるので、そちらも検討していきたいと思う。

河道の抵抗係数は樹林の密度や樹径だけに限らず様々な要因が考えられる。その一つとして前にも述べたが樹林自体の大きさ、つまり樹林が小さいと値がばらつくということ。樹木のしなり具合、つまり樹木が完全に寝るくらいしなってしまうとあまり抵抗は大きくないのではないかということ。樹木の水への浸かり具合、つまり葉や枝のある高さよりも水位が高いか低いかでその抵抗も変わってくると思われること。さらにはゴミの引っかけ具合、樹木に限らず草本類の抵抗、橋脚などの土木構造物の抵抗、そして河道の凹凸などの地形的特徴なども河道の抵抗係数、河道の通水能に影響を及ぼしていると思われる。それらも今後考慮していく予定である。

6、参考文献・資料

- 1) 北海道札幌土木現業所：中の川外十三河川情報システム河川流量調査・報告書(1999年)
- 2) 北海道札幌土木現業所：大雨時・融雪期の流量観測資料(1999年)
- 3) 三宅 洋：北海道大学修士論文“石狩川の河岸植生調査と樹木粗度の評価に関する研究”(1998年)
- 4) 松田 敦史：北海道大学卒業論文“石狩川の河岸および樹木の調査”(1997年)