

河畔林破壊が河道の抵抗に及ぼす影響

The effect of river channel resistance to destruction of river-side trees

北海道大学工学部
北海道大学大学院
北海道大学大学院
北海道大学大学院

○学 生 員 五味 慎輔(Shinsuke Gomi)
学 生 員 山本 新平(Shinpei Yamamoto)
フェロー会員 黒木 幹男(Mikio Kuroki)
フェロー会員 板倉 忠興(Tadaoki Itakura)

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、近年では景観、生態、親水などの環境的観点から、さらには河道の粗度を上げ出水時の流速を軽減するといった水理学的観点から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。

そこで本研究ではまず河岸植生のうち樹木のみに着目し、それがどの程度出水時の流水の抵抗になるかを調べて、次に雪堆積場として利用されている札幌市豊平川における河畔林の破壊状況の調査を行った。

2. 河畔林の抵抗の評価

河畔林の抵抗を評価するために河道の抵抗係数 f を北海道札幌土木現業所の河川流量調査報告書（側線距離、水深、流速、水面勾配 e t c ）をもとに算出した。計算によって求めた流速分布と実測流速を照らし合わせ、実測値に合うように f の値を変化させる。その代表例を次図に示す。

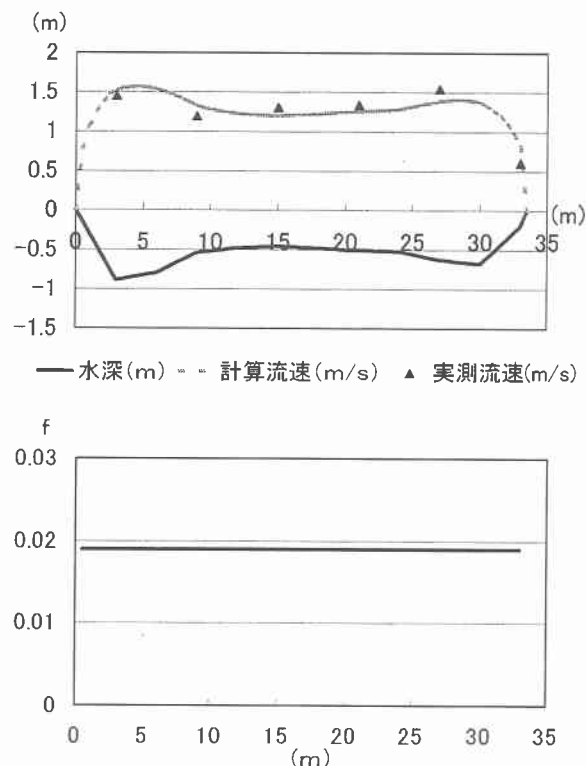


図-1 堀株川横断面図

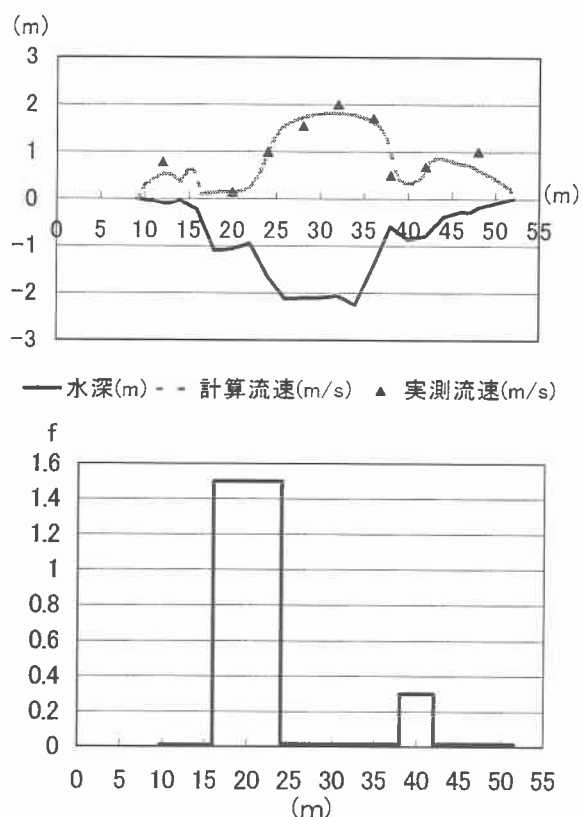


図-2 厚別川横断面図

図-1では、 f の値が一定で実測流速と計算流速がほぼ一致している。しかし、図-2では明らかに実測流速が落ち込んでいる部分があり、その部分の f の値を上げてやることで、計算流速が実測流速に近づく。

河道の抵抗には、橋脚などの土木的構造物や様々な地形的特徴などが考えらるが、今回は樹木のみに着目した。さらに河畔林の大部分がヤナギであったために他の樹木に関しては考慮しなかった。計算したデータの中には図-2のような明らかに抵抗が大きくなっている箇所があった。そこで、石狩圏内の河川に実際に行き河畔林があればその調査を行った。

調査の内容は、出水当時の水位の高さにある単位面積当たりの幹および枝の本数と、その河畔林を代表する平均的な樹木を選んで樹径、樹高、樹齢を測定するというものである。具体的な調査結果は以下の表-1にまとめる。

表－１ 測定結果

測定箇所 (河川-観測場所-左右岸)			f	単位面積当たりの幹、 枝の本数 (本)	樹径 (cm)	樹高 (m)	樹齢 (年)	本数×樹径 ² (阻害面積) (cm ²)
厚別川	川下橋	左岸	1.5	4.44	7.64	4.5	6	259.16
厚別川	川下橋	右岸	0.3	0.94	8.59	8.0	7	69.36
厚別川	上流橋	左岸	0.8	2.50	4.77	6.0	8	56.88
新川	天狗橋	左岸	0.5	1.50	8.91	9.0	9	119.08
新川	天狗橋	右岸	0.8	3.04	6.37	8.0	8	123.35
奈江豊平川	日の出橋	左岸	0.3	0.30	5.09	4.5	5	7.78
奈江豊平川	日の出橋	右岸	0.7	0.67	6.05	6.0	6	24.52
利根別川	大和橋	左岸	0.5	3.00	1.50	8.0	7	6.75
幌向川	岩栗橋	左岸	0.1	1.83	3.50	4.5	7	22.42

・単位面積当たりの幹、枝の本数

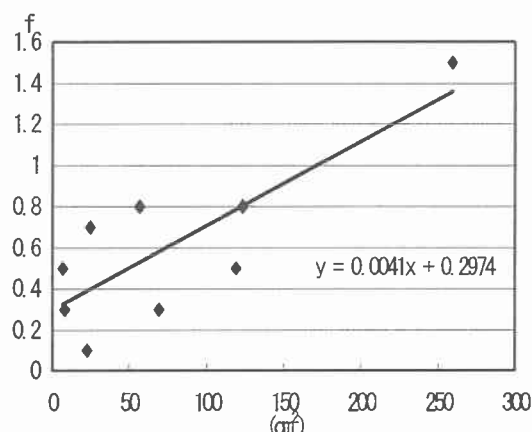
樹木のある場所を 3m×3m の範囲でスタッフで囲み
出水当時の水位の高さにある幹および枝の本数を数え
て面積で割った。

・樹径

その河畔林を代表する平均的な樹木を選んで幹周をメ
ジャーで測り、そこから求めた。

次に河畔林の抵抗を表現するために阻害面積(単位面
積当たりの幹および枝の本数×樹径²)と f の値をプロ
ットし、線形近似した。(図－３)

図－３から樹径が大きくなり本数が増えると阻害面
積が増え f の値も大きくなるという比較的良好な相関が
示された。



図－３ 阻害面積－f

3. 豊平川河畔林の調査

豊平川の高水敷は札幌市の雪堆積場として利用され
ている。今回の調査の目的は平成 11 年度に雪堆積場
として利用された地点とその対岸の河畔林の状態を比
較しその破壊状況を調べるというものである。雪堆積
場となっていた地点は雪で河畔林が押しつぶされ、対
岸と比べて出水時における抵抗が小さいのではないか
という予測に基づいてである。調査内容は河畔林の日

線の高さにおける単位面積当たりの幹および枝の本数、
樹径、樹高、樹齢の測定、その地点の様子の写真撮影、
そして、その地点に生えている樹木（ヤナギ）の種類
を特定するというものである。なお測定方法は、石狩
圏の他の河川と同様である。測定結果は以下の表－２
にまとめる。表中の網かけが雪堆積場として利用され
ていた地点で、その他が対岸である。

表－２ 豊平川測定結果

測定箇所 観測場所-左右岸		単位面積当たり の幹、枝の本数 (本)	樹径 (cm)	樹高 (m)	樹齢 (年)	本数×樹径 ² (阻害面積) (cm ²)	ヤナギの種類
環状北大橋下流	右岸	5.56	3.18	2.9	5	56.23	タチヤナギ
環状北大橋下流	左岸	1.56	9.87	7.5	13	151.97	タチヤナギ
雁来大橋下流	右岸	4	4.14	4	5	68.56	タチヤナギ
雁来大橋下流	左岸	0.89	11.78	9.7	13	123.5	タチヤナギ
南 1 9 条大橋上流	右岸	2.78	5.1	3.2	7	72.31	エゾノカワヤナギ
南 1 9 条大橋上流	左岸	0.89	10.83	7	12	104.39	タチヤナギ
南 2 2 条大橋上流	左岸	2.44	5.73	2	5	80.11	タチヤナギ
南 2 2 条大橋上流	右岸	1	9.55	7.5	9	91.2	エゾノカワヤナギ
ミュンヘン大橋下流	右岸	3.33	4.46	2.5	5	66.24	エゾヤナギ
ミュンヘン大橋下流	左岸	2.22	7	6.3	7	108.78	エゾヤナギ
豊水大橋上流	右岸						
豊水大橋上流	左岸	2	9.78	7	9	194.83	タチヤナギ

・ヤナギの種類

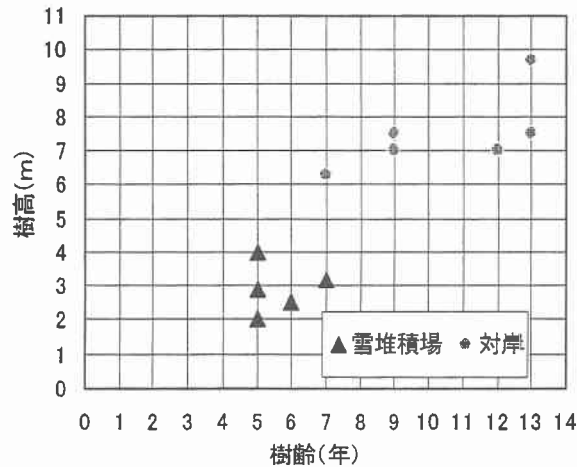
高水敷には多種多様のヤナギが生えているが、今回は
調査対象の河畔林に最も多く生えていたヤナギをその
代表とした。

・豊水大橋上流右岸

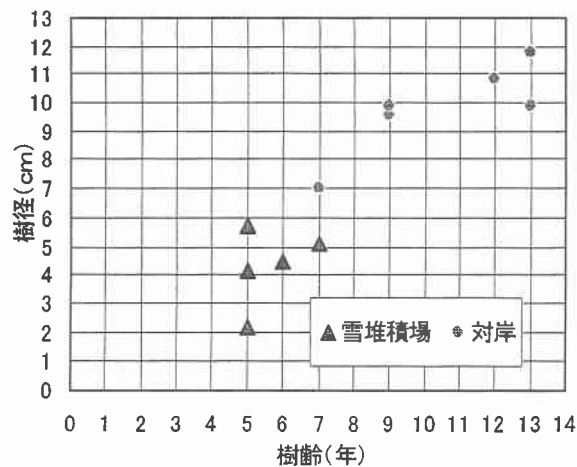
この地点は雪堆積場として利用されていたのだが、階
段護岸になっており高水敷に河畔林の存在は確認でき
なかった。

表－２の単位面積当たりの幹、枝の本数は雪堆積場になっていた地点のほうが対岸より大きな値を示している。この理由としては幹の本数は対岸とあまり変わらないが雪堆積場のほうが地面に近い位置で枝別れしている若い木が多かったためだと考えられる。

次に雪堆積場になっていた地点とその対岸の河畔林の状態を比較するために樹齢－樹高、樹齢－樹径の関係をプロットした。(図－４、図－５)



図－４ 樹齢－樹高



図－５ 樹齢－樹径



写真－１ 環状北大橋下流右岸

図－４、図－５から雪堆積場の河畔林は若い木が多く、樹高および樹径が小さい値を示していることがわかる。このことから河畔林が捨てられた雪や作業機械によって押しつぶされたり傷つけられたりしたと考えられる。また、調査を行った際に雪堆積場の河畔林に多数の倒木が確認されたことから推測できる。(写真－１)

4. 豊平川河畔林の抵抗

豊平川における出水時の各地点の流量観測は行っておらず河川流量調査報告書が得られなかったために側線距離、水深、流速、水面勾配の実測値を使って計算により直接 f の値を求めることができなかった。そこで他の河川を調査して得られた阻害面積と f の関係(図－３に示した近似式)を用いて逆算した。すなわち式－①の X に調査した各地点の値を代入し、豊平川河畔林の f の値を求めた。

$$Y = 0.0041X + 0.2974 \quad \text{--- ①}$$

Y : 抵抗係数

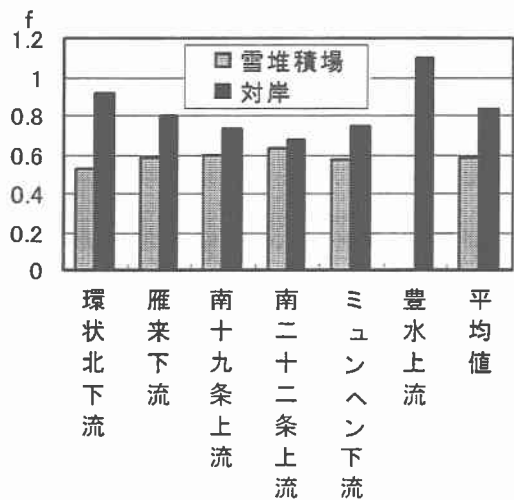
X : 阻害面積 (単位面積当たりの本数×樹径²)

表中の網かけが雪堆積場として利用されていた地点でそれ以外が対岸である。

表－３ 豊平川河畔林の f 値

測定箇所	本数×樹径 ² (阻害面積) (cm^2)	f
観測場所一左右岸		
環状北大橋下流右岸	56.23	0.53
環状北大橋下流左岸	151.97	0.92
雁来大橋下流右岸	68.56	0.58
雁来大橋下流左岸	123.5	0.80
南19条大橋上流右岸	72.31	0.59
南19条大橋上流左岸	104.39	0.73
南22条大橋上流左岸	80.11	0.63
南22条大橋上流右岸	91.2	0.67
ミュンヘン大橋下流右岸	66.24	0.57
ミュンヘン大橋下流左岸	108.78	0.74
豊水大橋上流右岸		
豊水大橋上流左岸	194.83	1.1

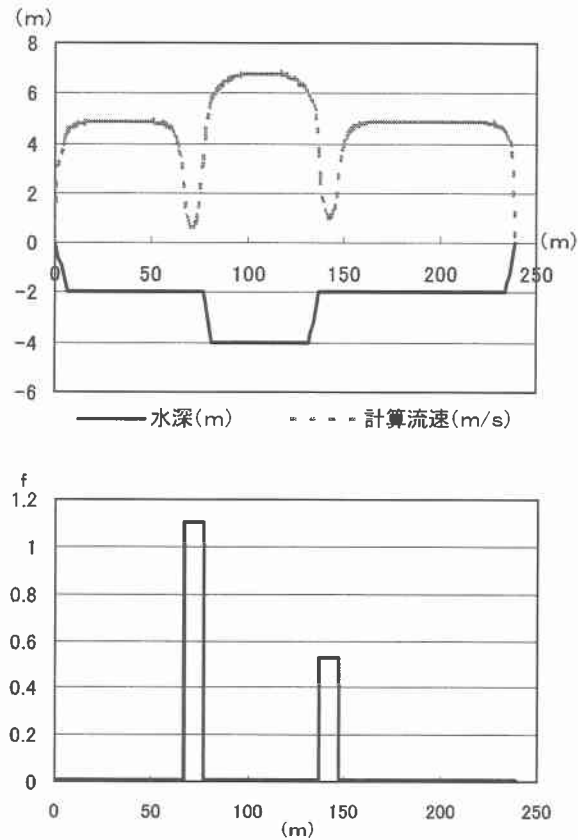
次にこの表－３をグラフにした。(図－６)



図－６ 雪堆積場と対岸の f 値の比較

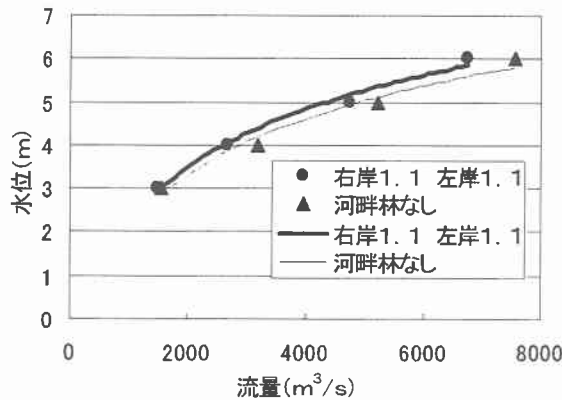
図－6から雪堆積場はその対岸と比較して出水時の抵抗が小さくなると考えられる。

次に豊平川に近似させた仮想の複断面の高水敷に河畔林の抵抗（幅10m）を与えて流速分布を求めた。豊平川河畔林のf値の中で最大値（ $f=1.1$ ）と最小値（ $f=0.53$ ）を左右岸にそれぞれ与え流速の差を比較した。（図－7）



図－7 仮想複断面における流速分布

さらに、河畔林の有無による流量を比較した。（図－8）



図－8 流量－水位

以上のことから左右岸における河畔林の抵抗の違いは流速、流量に影響を及ぼしている。すなわち、河畔林は出水時における流速、流量を押さえているので過度の破壊は避ける必要があると考えられる。

5. まとめ 考察

河畔林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、出水時において河畔林が通水能に及ぼす影響を抵抗係数という数字で表現した。河畔林の単位面積当たりの幹、枝の本数および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ち、豊平川高水敷の河畔林について雪堆積場として利用されていた地点とその対岸を比較して調査を行った。結果は4で述べた通り例外なく雪堆積場の f の方が小さくなった。

今回の結果から考えられることは、雪堆積場の河畔林は冬の間に捨てられた雪や作業機械によって押しつぶされ破壊されてしまうということ。これは実際に調査を行った時、倒木や若い木が多かったことから考えられる。このため雪堆積場の河畔林は出水時における抵抗が小さくなるので流速が増し、河岸洗掘などの被害が起りうる。

以上のことからまず、計画的な雪堆積場の変更が求められる。これは毎年同じ場所に雪を捨ててしまうとその地点だけ河畔林の破壊が進行し、出水時における抵抗が急激に落ちる可能性があるからである。また景観、生態、親水の面からも過度な河畔林の破壊は避ける必要がある。

今後の研究課題としては、今回ヤナギの種類や河畔林の形態（樹林帯の大きさ、形、樹高）による抵抗の違いを調べるまでには至らなかったことをふまえ、上記のことや護岸の種類による河畔林の状態の違いを研究していきたい。また、今回主に河畔林の破壊状態について調査したので、来年の豊平川河畔林の再生状態について調査し、さらに多くの河川でデータを集めていきたい。

6. 参考文献

- 1) 北海道札幌土木現業所：中の川外河川情報システム河川流量調査・報告書
- 2) 北海道札幌土木現業所：大雨時・融雪期の流量観測資料
- 3) 佐藤 孝夫：北海道樹木図鑑
- 4) 三宅 洋：北海道大学修士論文“石狩川の河岸植生と樹木粗度の評価に関する研究”
- 5) 山本 新平：北海道大学卒業論文“河岸植生を有する河道の流速分布に関する研究”