

河道内樹木の流水抵抗への影響に関する基礎的調査研究

名城大学大学院 学生員 ○伊東玲奈
名城大学理工学部 正会員 新井宗之

1. はじめに

河道内における樹木は洪水時には水位上昇を引き起こし、治水を妨げる原因の一つとなる。しかし、通常時には貴重な自然環境であり憩いの場といえる。また、多くの動植物が生息・生育する環境でもある。そのような役割を考えると河道内における樹木はむやみに伐採せず、治水を行える程度に残存すべきだといえる。その方法として、樹木の抵抗を知り、それを考慮した洪水時における水位上昇を検討する必要がある。そこで本研究では洪水時において河道内樹木が水位上昇に対する影響を知るため、基礎的調査検討を行った。



図-1 調査範囲

2. 河道内樹木繁茂状況調査

ともに愛知県を流れている天白川の上流における、a)植田川（支川）とb)天白川（本川）を対象に河道内樹木繁茂状況調査を行った。図-1に調査範囲を示す。両河川は名古屋市天白区において合流しており、この調査では合流点から源流までを調査範囲とした。a)植田川では長久手町までの9300mの区間、b)天白川では日進市までの12800mの区間において調査を行った。樹木が洪水時に与える流水抵抗の影響を考慮し、水路、高水敷および裏のり面に繁茂する樹木を調査対象とした。また、高水敷から天端までの高さが平均的に4.5～5m程度であったことから4.5m以上か否かを目安とした樹木数について調査した。調査項目として図-2に示すように樹木の大きさを流れに与える要素として調査した。

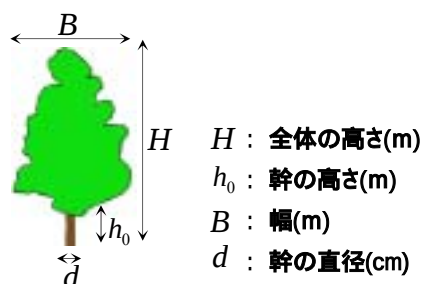


図-2 樹木繁茂調査における調査

3. 調査結果

図-3に調査結果として各河川における樹木の繁茂位置を示す。各河川における樹木数はa)植田川が184本、b)天白川が136本であり、樹木の分布状況をみると、両河川とも合流点から中流にかけて多く分布していることがわかる。また、図-4に両河川の流域と樹木の分布状況を示す。縦軸に200m区間の樹木数、横軸に合流点からの位置をそれぞれ記している。また、図中の上半分が右岸側、下半分が左岸側の分布となっており、棒グラフでは樹木の高さHが4.5m以上、4.5m未満の樹木数をそれぞれ表している。これをみるとa)植田川では4.5m未満の樹木が半数以上を占めており、b)天白川では全体的に4.5m以上・4.5m未満の樹木が同じ位の割合で繁茂していることがわかる。また、幹の高さ h_0 に着目すると両河川とも幹がなく根元から枝分かれている樹木が全体のほとんどを占めていることがわかった。



図-3 植田川・天白川における樹木の繁茂位置

4. 調査結果の考察

樹木がまばらにある河道内の粗度係数は高水敷表面による抵抗 W_f 、樹木の幹部分の抵抗 W_d 、および樹冠部の抵抗 W_u とすると合成粗度係数を N として次のように示されている¹⁾。

キーワード 河道内樹木、流水抵抗、天白川、樹冠部、抗力係数

連絡先 〒468-0004 愛知県名古屋市天白区塩釜口1-501 名城大学理工学部 TEL 052-832-1151

$$N^2 = \frac{h^{1/3}}{\rho g u^2 B} (W_f + W_d + W_u) \quad \cdots (1)$$

ここに、 h ：水深、 ρ ：水の密度、 u ：平均流速、 g ：重力加速度、 B ：水路幅。

先の樹木調査から天白川や植田川では幹部分がほとんどなく、樹冠部の樹木が大半であることから $W_d=0$ として抵抗項は W_f と W_u とすると¹⁾、

$$W_f = \frac{\rho g u^2 n_b^2 B}{h^{1/3}} \quad \cdots (2) \quad W_u = \frac{1}{2} a B C_D \rho h u^2 \quad \cdots (3)$$

より合成粗度は次式のようなのである。

$$N = \left\{ n_b^2 + \frac{a}{2g} C_u a_u h^{1/3} \right\}^{1/2} \quad \cdots (4)$$

ここに、 n_b ：高水敷の粗度係数、 a ：単位高水敷あたりの樹木本数、 a_u ：樹冠部の投影面積、 C_u ：樹冠部の抗力係数。抗力係数 C_u はレイノルズ数(Re)や枝葉の生育状態に大きく変化し、実測された値は $C_u=0.4\sim 1.5$ が報告されている¹⁾。枝葉の生育状態で季節によって変化するため、正確な値を定めることは困難である。したがって、抗力係数の変化の幅は予測誤差の範囲と考えることができる。そこで、抗力係数 C_u が水深に与える影響をみるため、調査結果をもとに浸水する樹木による影響の試算を行った。その結果を図-5 に示す。a)に植田川の場合、b)天白川の場合である。いずれも樹木密度の比較的高い、合流点に近い区間の試算である。樹木密度は200m 区間における樹木数からの樹木密度と、その中でさらに樹木が集中している50m 区間の樹木密度による試算を行った。試算に用いる樹木の投影面積 a_u は個々の樹木の投影面積を求め平均値を用いている。また、試算にあたり高水敷の粗度係数は $n_b=0.02$ とし、天端高がほぼ4.5mであるので、水深を $h=4.5\text{m}$ 、抗力係数 C_u を $C_u=0.6$ とした流量を流す水深として試算している。河床勾配は現地での実測値を用いている。図-5 a)は植田川の場合で200m 区間の樹木密度 $a_u=0.00283$ 本/m²の場合（◆印）、抗力係数 $C_u=0.6\sim 1.2$ の変化で水深0.91mの差を生じることを示している。50m 区間の樹木密度 $a_u=0.00600$ 本/m²の場合（■印）、抗力係数 $C_u=0.6$ で0.66mの水深の上昇があり、抗力係数が $C_u=1.2$ でさらに1.16mの水深が増えることを示している。同様に図-5 b)は天白川の場合で、200m 区間の樹木密度 $a_u=0.00125$ 本/m²の場合（◆印）、抗力係数 $C_u=0.6\sim 1.2$ の変化で0.85mの水深差を生じ、50m 区間の樹木密度 $a_u=0.00233$ 本/m²の場合（■印）、抗力係数 $C_u=0.6$ で0.33mの水深の上昇があり、抗力係数が $C_u=1.2$ でさらに水深1.00mの差が生じることを示している。以上のように樹冠部の抗力係数により大きく水深に影響し、また、樹木密度の平均値のとり方によっても水深に影響することがわかる。

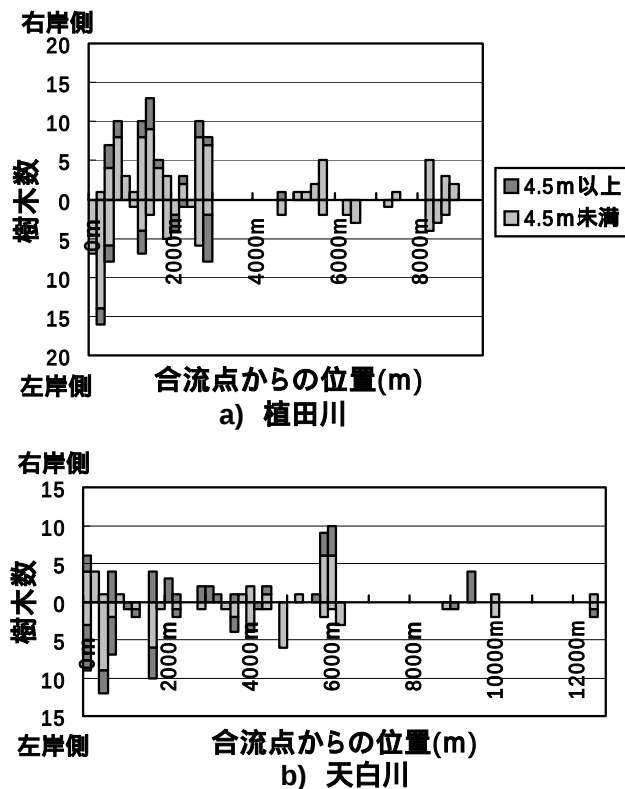


図-4 樹木繁茂状況図

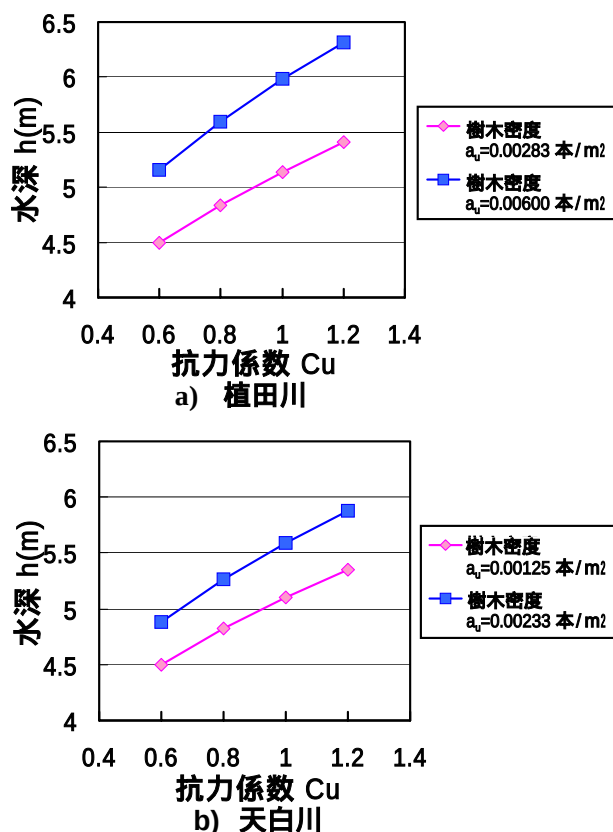


図-5 抗力係数が水深に与える影響

参考文献 1)例えば(財)リバーフロント整備センター編；河川における樹木管理の手引き，山海堂，1999。