

洪水氾濫敷上の倒伏樹木の現地調査

開発土木研究所河川研究室
同上

正員 村上 泰啓
正員 渡邊 康玄

まえがき

洪水流の挙動には不明な点が多く実測による裏付けが河川計画に求められている。著者らは昭和63年8月留萌川洪水における蛇行部を含む未改修区間約500mの現地調査を行った。調査対象区間の蛇行部内岸側にトド松植林がされている。洪水流はこれらトド松を倒伏させつつ流下したことが現地踏査により判明した。しかしながら洪水流のピークは夜半に生起しており航測による表面流速の推定が困難であり、洪水流の諸検討が不十分であった。そこで氾濫流の流速をトド松の傾斜角、直径等により推定することを試みた。本報告においては樹木の傾斜角により流速を推定する手法について述べる。

1、洪水特性と峠下災害概況

昭和63年8月25日、日本海上にあった停滞前線の影響により留萌川流域に未曾有の記録的豪雨がもたらされた。峠下地点では25日から26日にかけて総雨量370mm、ピーク雨量82mmに達し、氾濫した洪水流が田畑、家屋に甚大な被害をもたらした。調査対象区間の峠下は留萌川河口から約2.7Kmに位置し、調査対象の約500mは左岸が山付き、右岸が国道で区切られた蛇行区間である。峠下位置図を図-1に示す。洪水流は河道より溢水し左岸の山と右岸の国道に挟まれた堤内地を満流状態で流下し大規模な河岸決壊を引き起こし、さらに樹木の倒伏等の痕跡を残した。

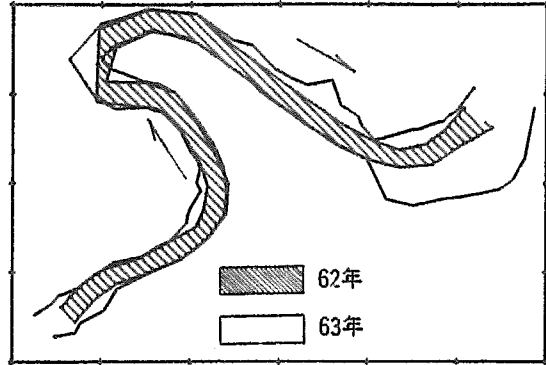


図-1 峠下位置図

2、調査内容

峠下区間での河岸決壊プロセスの把握のために地質調査、植生調査、横断測量、航空写真撮影等を行った。

しかしながら洪水ピークが夜半に生起しており、氾濫流の流速の把握が困難であった。そこで氾濫流の挙動を推定するため、流速の推定を以下に示す方法で行うこととした。

①、植生調査（周辺植生及びトド松の調査）

氾濫敷上に残された植生の傾斜方向より流向を把握した。さらに倒伏したトド松の直径、樹高、幹周、枝張り、傾斜角の測定した。

②、樹木の引張試験（樹木の弾性係数の把握）

峠下区間のトド松において共通していたのは流下方向を向いて傾斜していた点が挙げられる。トド松を弾性体と仮定し、長時間流水によるモーメントを受けた事により、傾斜が固定化されたものすれば、現地のトド松の傾斜角を測定することにより、氾濫流の流速の推定が可能となる。したがってここでは不明であるトド松の弾性係数を把握するためトド松植林地で図-3に示す方法で引っ張り試験を実施した。

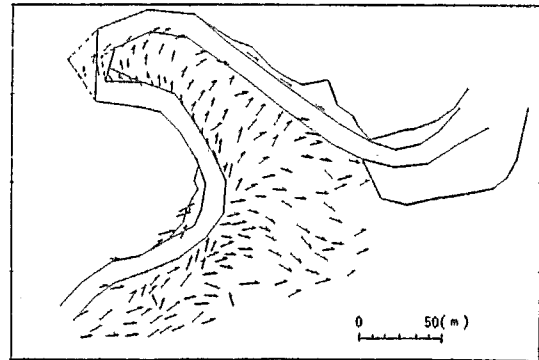


図-2 流向図

3、調査結果

(1) 植生調査

越流水の流線を草木の傾斜、ゴミの付着方向等を観察することにより把握した流線を描いたものが図-2である。

ここで、流線の長さは流速を表現していない。

また調査したトド松は約700本に及んだ。

(2) 樹木の引張試験

トド松植林地において種々の樹高、直径を持つ個体に対し、背筋力計を改造した引っ張り計により、地表から0.6mの高さの部分引っ張り、30°、45°、60°の時点

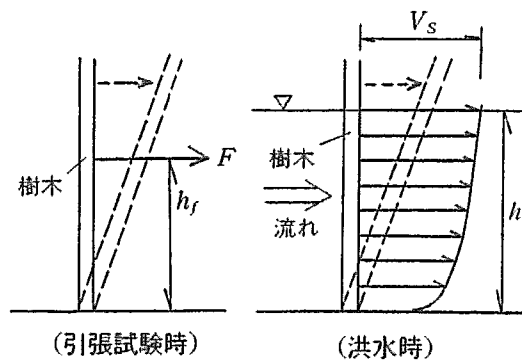


図-3 流速と引張試験との関係

に於ける引張り力を測定した。(60本)

この試験により、トド松直径とヤング率との間に図-5に示すような直線関係がみられることが把握された。

4、流速推定式の検討

洪水流による樹木の倒伏とその時の流速は図-3に示すごとく以下のように結び付けることが可能である。すなわち樹木が流水から受ける抗力 p は

$$p = \frac{\rho}{2} C_d V(z)^2 \dots \dots \dots (1)$$

で表される。ここで C_d ; 抗力係数、 $V(z)$; 高さ z における流速、 ρ ; 水の密度。

樹木の根元にかかるモーメント M は、

$$M = \int_0^h (z p B) dz \dots \dots \dots (2)$$

である。ここで h ; 水深、 B ; 樹木の幅である。

今、流速が $1/7$ 乗則で表されているものとする、モーメント M は、

$$M = \int_0^h \left\{ \frac{\rho}{2} C_d V_s^2 z \left(\frac{z}{h} \right)^{(2/7)} B \right\} dz \quad (3)$$

となる。ここで V_s ; 表面流速である。

一方、樹木の引っ張り試験を図-4に示す様に行うと、樹木にかかるモーメント M は、

$$M = F \cdot h_f \dots \dots \dots (4)$$

にて表される。樹木の幅を高さ方向に一定と仮定すると、流速 V は F を用いて次のように推定することが可能である。

$$V_s = \sqrt{\left\{ \frac{32}{7} F h_f / (\rho C_d h^2 B) \right\}} \dots \dots (5)$$

(5)式を用いて流速を推定したものを図-6に示す。河岸上の氾濫流の流速の違いが定性的に表現されており、局所的な流速の変化も見られる。

5、総合考察

河川敷に生育する樹木はどちらかといえば洪水流下能力を低下させるという理由で伐開されてきたのが実態である。しかしながら近年、河川環境整備に対する意識が変化しておりある程度の自然を残した河川改修方式を採用しようという気運が高まっている。ここでの検討は樹木を河川敷に植樹あるいは残したまま河川改修を進めるといった場合、こういった樹種が洪水に対して抵抗力が強いのか、といった判断をする場合に有効となるものと思われる。今後の検討課題としては樹木の抵抗係数 C_d についての精査、再現した流速の妥当性についての検証等について検討を進めていく必要がある。

最後に本調査を進めるにあたり北大防災研究室の長谷川先生、道口技官には調査手法、結果のとりまとめにあたり貴重な御助言を頂いた。ここに謝意を表すものである。
参考文献

- 1) 長谷川 和義; 沖積蛇行の平面および河床形状と流れに関する水理学的研究
- 2) 村上 泰啓、渡邊 康玄; 昭和63年8月留萌川洪水の河岸浸食について 1989年2月北海道開発局技術研究発表会 講演概要集

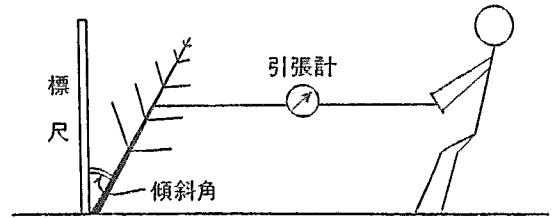


図-4 樹木の引張試験

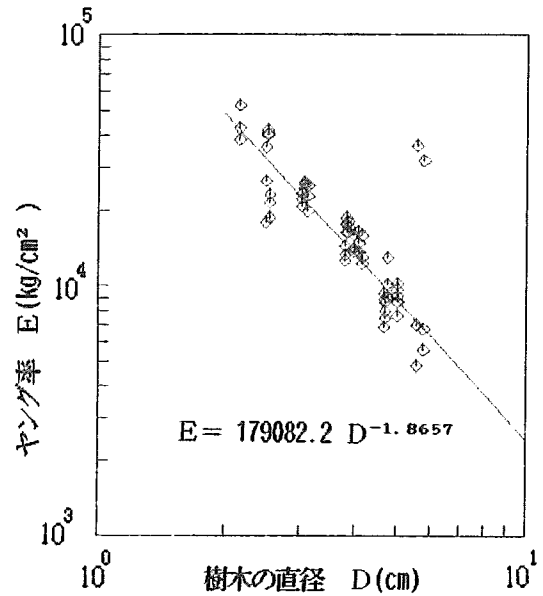


図-5 樹木の径とヤング率の関係

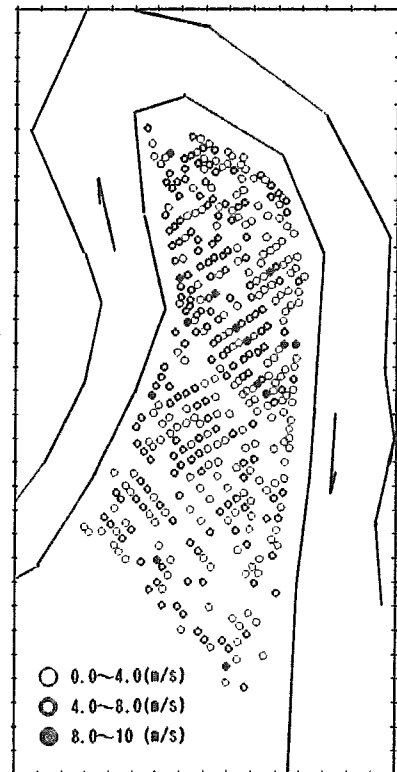


図-6 氾濫流の推定流速図