

岡山大学工学部 正 員 名 合 宏之
 岡山大学大学院 学生員 内 田 輝明
 岡山大学大学院 学生員 〇 田 邊 大次郎

1. まえがき

本研究は、流域内における河道災害の発生分布特性を河道特性の面から検討したものである。河道災害の指標としてはある河道区間における単位河道長あたりの年平均被災件数を用いている。また、河道特性の指標としては、洪水流の特性と密接に関係する「河道フルード数」なる量を定義し、その値を用いている。調査では対象流域として岡山県東部を流れる吉井川流域を取り上げた。

2. 河道災害特性指標 N_r

本研究では、災害特性指標としてある単位河道長あたりの年平均被災件数 N_r (件/km・年) を用いる。ここに、河道区間としては Strahler 位数の変化する区間を採用する。この値は、岡山県における昭和32年から55年まで(昭和33年、34年を除く)の災害復旧工事目録見書より抽出された各河道ごとの被災件数を、各河道長および年数で除したものである。なお、河道災害の内容はほとんどすべてが護岸・根固めの洗掘破壊である。図1は N_r の Strahler 位数 i (1次から6次) に対する変化を示している。この図より N_r の値は、平均的には2次、3次河川で大きくなっていることがわかる。 N_r の値を3次河川について見ると、その平均値は0.467 (件/km・年) であるが、河川によっては0 (件/km・年) から0.847 (件/km・年) まで分布している。このように流域内で災害の多い河道・少ない河道がかなり明確に認められる。

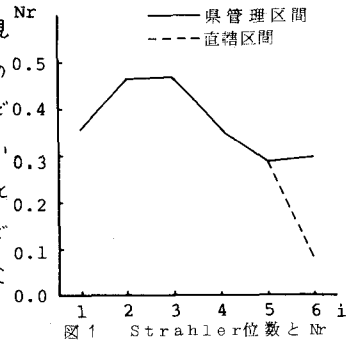


図1 Strahler位数と N_r

3. 河道特性指標としての河道フルード数 F_r

ある河道区間において河川断面を満水に近い水深で流れている状態を想定し、その場合の区間内の平均的なフルード数を河道フルード数と定義し、次式で表現する。

$$F_r = v / \sqrt{g h} \quad \text{--- (1)}$$

ここに、 v : 平均流速 (m/s), h : 水深 (m), g : 重力加速度 (m/s²)

河川断面を長方形で近似し、平均流速を Manning 公式で表現すると、

$$F_r = (h^{2/3} / n \sqrt{g}) (1 + 2 h/B)^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad \text{--- (2)}$$

ここに、 n : Manning の粗度係数 (m^{1/3}・s), B : 河川幅 (m), I : 河床勾配

河道区間としては、災害特性指標と同様に Strahler 位数の変化する区間を採用する。式(2)において、水深 h および河川幅 B の値としては、現地調査によって得た各河道区間の平均値を用いた。河床勾配 I については、5万分の1地形図より河道長および高差 H を読みとり、 $I = H/L$ として算出した値を用いた。Manning の粗度係数 n の値としては、2次河川については0.035 (m・s), 3次から6次河川については0.030 (m・s) を用いた。以上より式(2)で求められる河道フルード数は、対象とする河道区間における大洪水時のフルード数の概略値を与えていると考えることができる。またこのようにして得られる河道フルード数の精度はその構成要素の不明確さの程度に依存する。水深 h , 粗度係数 n , 河床勾配 I の値における誤差の範囲を考慮し、各位数の河川の平均的なフルード数に対する変動範囲を求めると、どの位数の河川についても最大±33%程度である。図2は以上のようにして求めた河道フルード数 F_r の Strahler 位数 i (2次から6次) に対する変化を示したものである。図2より河道フルード数 F_r の値は、Strahler 位数が大きくなる程、即ち下流に向うにつれてほぼ直線的に減少している

ことがわかる。また洪水時においては、2次・3次河川の流れは平均的に射流であり、4次・5次および6次河川の流れは平均的に常流であることがわかる。同じ位数の河川における河道フルード数の分布を3次河川について見ると、その平均値は1.26であるが、河川によって0.20のような小さな値から、2.16のような大きな値まで幅広く分布している。

4. 災害分布と河道フルード数

図3は2次河川以上の吉井川流域の全河道区間について、 Fr と N_r の関係を示したものである。この図で特徴的なことは Fr が0.5～1.3の間では被災件数が0となるような河道区間が存在せず、 Fr がその領域より大きい値および小さい値で N_r が0の河道区間が現われていることである。いまひとつは、各 Fr に対する N_r のばらつきがばげしいために明確ではないが、 N_r は $Fr=1$ 近傍で大きくなり、それより離れるに従って徐々に減少していることである。この Fr の変化に対する N_r の変化をより明確にするため、ある Fr に対してその値が測定上変動する可能性がある範囲内における N_r の平均値を求めると図4のようになる。この場合 Fr の変動幅を±0.2としている。この図では $Fr=1$ で N_r の最大値が明確に現われている。この結果は、河道災害が河道特性の一つの代表量である河道フルード数と何らかの関係があることを示していると考えられる。また $Fr=1$ は水理学的には限界流状態を表わすことを考え合わせると、その河道区間では洪水時には極めて不安定な流れが発生していると考えられる。このことは、構造物の破壊が従来よりも乱流の激しい場所で生起する確率が高いといわれているが、このような経験的事実とも合致するものである。さらに、四国の直轄河川である土器川で発生したある洪水による構造物被害を調査した結果では、フルード数が大きな断面というよりもむしろ1近傍で河川工作物などの存在により流れの乱れ易い地点で多くの被害が発生していることが認められている。これらのことを考慮すると、河道フルード数が1近傍で災害の発生件数が多くなるという本研究の結果は力学的にもある程度の妥当性を有しており、河道フルード数を河道災害の起り易さの程度を示す一つの有意な指標と考えることができよう。

本研究は文部省科学研究費自然災害特別研究「洪水災害危険度の評価法に関する研究」（代表者高橋裕東大教授）の補助を受けて行われたものである。

参考文献

1) 名合宏之, 内田輝明: 護岸被災箇所の水理特性, 第18回自然災害科学総合シンポジウム講演要旨集

昭和56. 10, p. 164

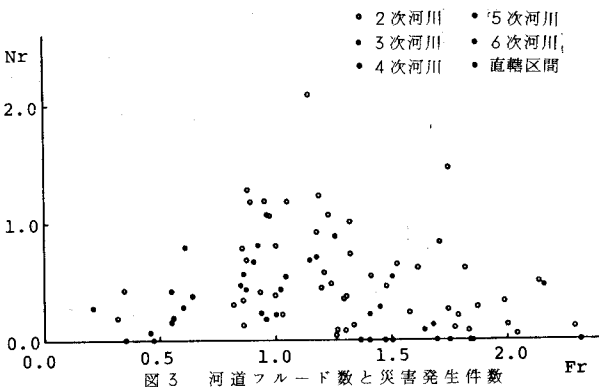


図3 河道フルード数と災害発生件数

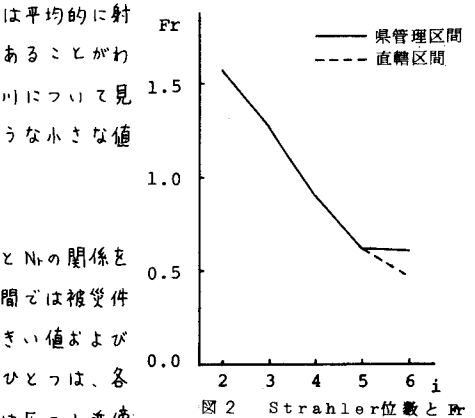


図2 Strahler位数と N_r

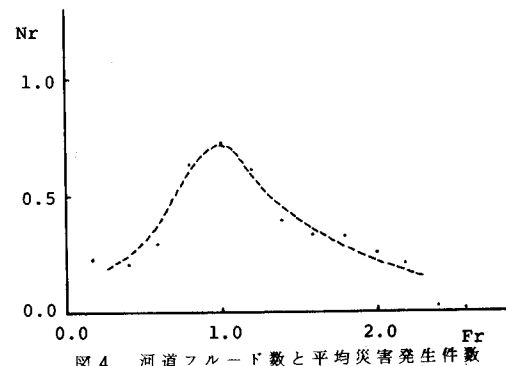


図4 河道フルード数と平均災害発生件数