

河道オーダーと出水特性に関する考察

京都大学	工学部	正員	高 輝	琢 島
京都大学	工学部	正員	権 兼	亮 晴
京都大学	大学院	学生員	〇 川 端	俊 二
京都大学	工学部	学生員	木 本	哲
愛媛県庁		正員	桑 村	晃

〔1〕はじめに

河川流域は、山腹斜面と河道が複雑にからみ合って成り立っている。山腹斜面と河道区分とをセクトにしたものを流域単位とよぶと、河川流域は流域単位網から構成されていることになる。いま、河川流域の地形構造の幾何学的性質を、1次元の量で表わしたものを河道オーダー（Horton-Strohalerの位数、Magnitude）とよぶと、河道オーダーと流域単位の出水特性との関係を考察することは、河川流域での流出現象を解明する上で、非常に重要なことであると考えられる。

そこで、本研究では、降雨から斜面流出への変換は流域全体で一様と仮定し、河道での流れはKinematic wave法によって追跡することを前提とし、河道オーダーと流域単位の出水特性との関係を、クラスター分析、主成分分析の手法を用いて検討する。

〔2〕距離の概念による出水特性の把握

ここでは、各流域単位の出水特性を、定常線形化単位インパルス応答を用いて表現する。まず、入力 h_0 が一定値 r_0 をとったときのKinematic wave法の流れの基礎式の定常解から河道内定常時流速を求める。次に、この流速を固定して系を線形化し、線形系に対して求める単位インパルス応答でシステムの入出力関係を近似的に表現することを考える。こうして、求めた流域単位 B_i の単位インパルス応答 $h_{ij}(t)$ は、

$$\left\{ \begin{array}{ll} h_{ij}(t) = \sum_{B_k \in B_i} h_{kj}(t) & \\ T_{ij} \leq t \leq T_{ij} + t_{Lij} \text{ のとき} & h_{ij}(t) = r_0^{\frac{m-1}{m}} \cdot \alpha_i^{\frac{1}{m}} \frac{F_i}{L_i} \left[(F^u + F_i)^{\frac{m}{m-1}} - r_0^{\frac{m}{m-1}} \frac{\alpha_i^{\frac{1}{m}} F_i}{m L_i} (t - T_{ij}) \right]^{m-1} \quad (1) \\ t < T_{ij}, T_{ij} + t_{Lij} < t \text{ のとき} & h_{ij}(t) = 0 \end{array} \right.$$

となる。ここに、 B_i は B_j より上流の流域単位の集合（ B_j を含む）、 T_{ij} は河道区分 L_i の末端から河道区分 L_i の末端までの雨水流下時間、 t_{Lij} は河道区分 L_i を流下する時間、 F_i は B_i の面積、 F^u は B_i の上流域面積、 L_i は河道区分長、 $\alpha_i \cdot m$ は河道の抵抗特性を表わす定数、 r_0 は入力、 t は時間である。

任意の2つの流域単位 B_{i_1} 、 B_{i_2} をとったとき、それぞれを最下流流域単位とする部分流域の河道による出水特性の差異は、それぞれの単位インパルス応答 $h_{i_1 j}(t)$ 、 $h_{i_2 j}(t)$ を用いて、

$$d_0(h_{i_1}, h_{i_2}) = \sqrt{\int [h_{i_1 j}(t) - h_{i_2 j}(t)]^2 dt} \quad (2)$$

で評価することができる。

〔3〕分類指標としての河道オーダーと出水特性

〔2〕で述べた距離の概念を用いて、出水特性の似通った流域単位群にグループ分けし、河道オーダーによる流域単位の分類と比較する。これには、数値分類法の1つであるクラスター分析を用いる。由良川上流荒倉流域で適用して得られた、流域単位の出水特性を表わす樹形図をFIG.1に示す。

これを検討した結果、河道オーダーによる分類は、上記距離を用いた分類と大きく相異し、出水特性から見ると、分類指標としては河道オーダーは不十分であることがわかる。

〔4〕量的側面からみた河道オーダーと出水特性

河道オーダーと出水特性との関係を量的な側面から明確なものとするために、単位インパルス応答群に主成分分析法を適用して、その主成分を求める。

荒倉流域に対して、この主成分を求めたところ、その全変動への寄与率は62%に過ぎず、出水特性を1次元の量として表わすことには、問題があることがわかった。

なお、この主成分とHorton-Strahlerの位数、および、Magnitudeとの関係を荒倉流域において求めたものを、FIG.2、FIG.3に示す。これらの図より、この主成分は両者と強い相関を示していることがわかる。

〔5〕おわりに

以上、出水特性との関連で、河道オーダーがどの程度意味があるかを明らかにした。

なお、本研究における実地的手法や今後の課題については、講演時に詳細に報告することにする。

<参考文献>

高碑琢馬・雄兼光晴・川端隆二：河道網構造に基づく出水解析の集中化（第32回年講 II-88）

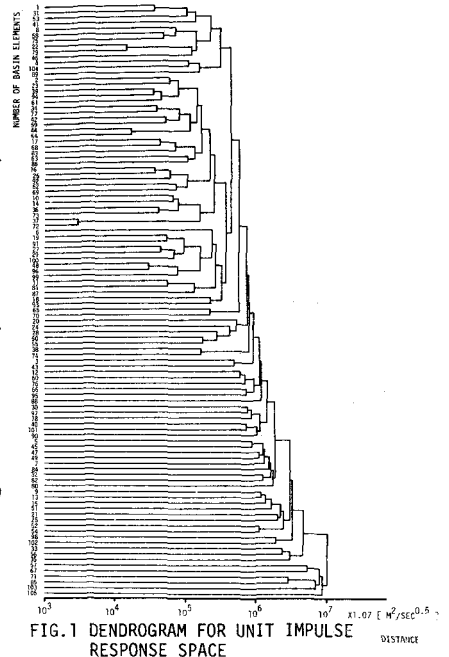


FIG.1 DENDROGRAM FOR UNIT IMPULSE RESPONSE SPACE

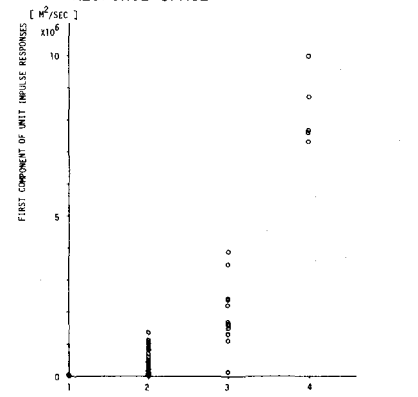


FIG.2 RELATION BETWEEN HORTON-STRAHLER'S ORDER AND FIRST COMPONENT OF UNIT IMPULSE RESPONSES

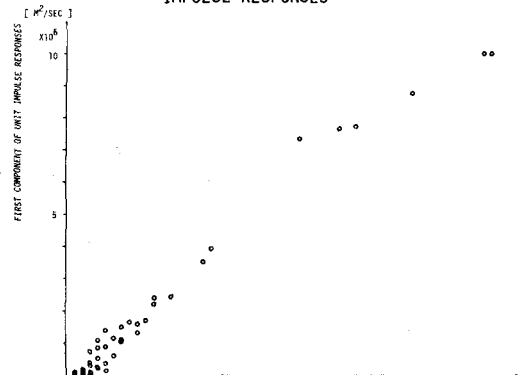


FIG.3 RELATION BETWEEN MAGNITUDE AND FIRST COMPONENT OF UNIT IMPULSE RESPONSES