

(Ⅲ-6) 洪水時出水機構の不連続性

京都大学防災研究所	正 員	高	棹 琢 馬
京都大学大学院	学生員	○頼	千 元

従来の流出解析法は、降雨から流量への変換は一對一かつ線型であつてその間の変換因子として単位図あるいは流出関数を経験的に設定するということから出発している。ところが最近になつて、降雨と流量の関係は線型ではないことが明らかにされ、非線型性を考慮することによつて、降雨と流量の相互関係をうまく説明できるとする考え方に変わつてきている。本研究は、両者の相互関係は、雨水流生起の場の構造特性によつて著るしく支配されることを述べ、一連降雨に対しても雨水の流出機構に不連続性が現われることを指摘して、単に微視的な非線型特性を考慮するだけでは不満足であることを明らかにしたものである。

§ 1 流域の構造的特別分類

場の構造特性とは、流出現象発生領域の大きさとその変化特性および流れの抵抗則を総称するものである。流域は流れの場の構造によつて、つぎの三つの型に分類できる。

A) 火山灰流域；火山灰で表面を覆われた流域であつて、この型の流域では流出現象の発生領域が著るしく小さくまた不変で、流れの抵抗則は表面流特性で支配される。

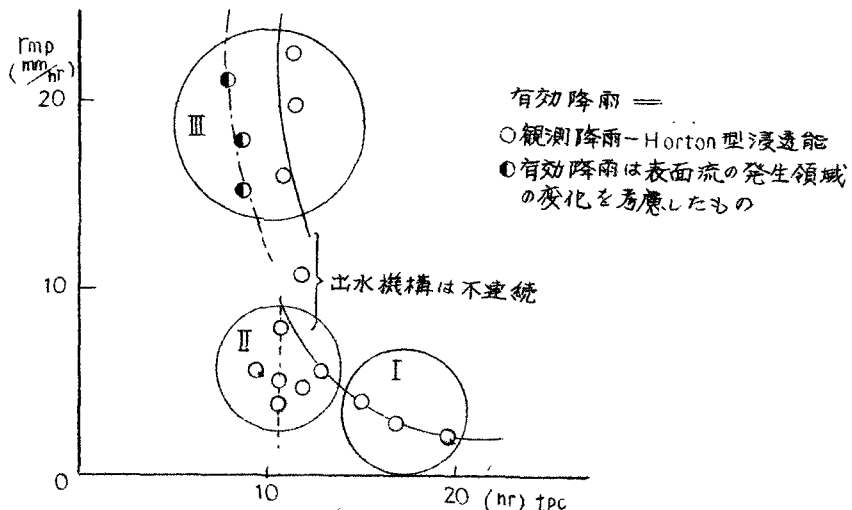
B) 裸地流域；いわゆる秀山流域であつて、この型の流域では発生領域の大きさが流域全面にわたりかつ不変であつて、抵抗則は表面流特性に支配される。

このように、A) 型およびB) 型の流域は、流出現象の発生領域が不変で流れは表面流の抵抗則に従うという構造特性をもっているから流出過程を考えるに際しては、出水機構の不連続性を考慮する必要がない。

C) 表層被覆流域；わが国の大部分の流域は林草地によつて覆われ、林草地帯には厚さ数10 cmの透水性のよい有機物の腐敗層すなわち表層が存在する。この型の流域における特徴的な現象は中間流出の発生であつて、この現象を媒介として流出機構に不連続性が現われる。以下では、表面被覆流域における場の構造特性と流出特性との関係について述べることにする。

§2 場の構造特性と出水機構の不連続性、表層被覆流域における流出過程はつぎのようであろう。まず、初期損失が満たされると、山腹斜面に樹枝状に存在する水みちに雨水流が現われる。いわゆる水みち流出であつて、その初期においては水みちに降つた雨だけが流れに關与するものと考えてよい。やがて、表層被覆地帯から水みちへの雨水の流入すなわち中間流出が始まる。降雨が繼續するにつれて、表層は飽和されていき、中間流出が水みち流出より卓越するようになる。さらに降雨が続くと、表層が飽和される領域が生じて、この領域に表面流が現われるようになる。表層飽和部すなわち表面流の発生領域は、主として山腹斜面勾配の不均一さのために散在し、降雨条件に応じてその密度は増減するが、その場所的な分布密度は斜面の下部程大きい、すなわち、表面流発生領域は斜面下部から上部に向かつて発達するものと考えてよい。

このように、表面被覆流域においては、水みち流出、中間流出、表面流出の三つの段階が存在し、それぞれの段階の場の構造特性に大きなちがいがあるため出水機構の不連続性が現われるのである。各段階における場の構造の相違点は、到達時間の大きさとその物理的な意義および発生領域の特性によつて示すことができる。実測資料を用いて、それを説明してみよう。



大野ダム上流域の出水機構

図は、由良川大野ダム上流流域（面積 350Km^2 ）のピーク流量の到達時間 t_{pc} と到達時間内平均降雨強度 r_{mp} の関係である。図中の実線は観測降雨から浸透能を差し引いた雨量を有効雨量とし、これにピーク流量の発生条件を適用して求めた関係である。Ⅰの領域は降雨量が小さい場合の関係であつて、水みち流出が支配的な役割を果たし、その発生領域は不変であるから、実測は理論曲線によくのつている。降雨量が増加するにつれて、中間流出が関与し始めるが、中間流出は表層に貯留された雨水が水みちに流入する現象であるから、その最盛期であるⅡの領域では貯留量と流量に一対一対応を仮定する貯留法的な取扱いが可能となり、またその対応は線型に近くなつて、 t_{pc} は r_{mp} によつては余り変わらなくなる。したがつて、表面流の非線型効果を取り入れた t_{pc} - r_{mp} 関係はむしろ当てはまらなくなり、この領域の t_{pc} - r_{mp} 関係は図に点線で示したようになる。いいかえれば、貯留法的な取扱ひによつて流出解析を行い、実測と計算値がよく適合するとしている従来の多くの例は、ほとんどこの段階の流出現象を対象としていたともいえるのである。

降雨量が到達時間内に表層厚に間隙率をかけた値（わが国では 100mm 程度）を越えると表面流発生領域が斜面下部に現われ上部に向かつて発達する。すなわち、この段階では発生領域の長さや大きさが変化するようになり、また流れの抵抗則も表面流特性に支配されるようになるからⅡからⅢの領域に移る点で場の構造特性に大きな不連続性が現われる。

したがつて、発生領域の長さ不変の t_{pc} - r_{mp} 関係をこの段階に延長することはできない。図のⅢの領域のⅠ、Ⅱの領域からの不連続的な変化はこのことをよく示している。この段階の出水機構には、発生領域の変化過程が大きく影響し、発生領域の変化を考慮しない従来の流出解析法の適合性は著るしく悪くなるであろう。また、この段階でのピーク流量は関与する降雨分だけでなく、それ以前の降雨の時間的な分布が大きな影響をもつてくる。

上記のような点を考慮して新しい有効降雨を算定し、その結果に最大流量発生条件を適用したものが、図の破線である。この場合、Ⅰ、Ⅱの領域の到達時間の意義は非常にちがっていることに注意する必要がある。

以上のような機構とその流出解析法との関連についての詳細は講演時に述べることにする。