

建設省土木研究所 正員 吉野 文雄

〃 〃 吉谷 純一

〃 堀内 輝亮

1. はじめに

流域の降雨流出特性をパラメータで評価するには、本来その流域の有する降雨に対する応答特性を分析し、その結果のうえに行なわれなければならない。そこで本稿では大栗川右支川南大沢流域の降雨に対する応答特性をハイドログラフの比較を通して評価することとした。その比較の原点は降雨量の時間分布とその強度及び継続時間であって、これにより 3 ケースに分けて代表洪水を分析することとした。

2. 流域の概要

南大沢観測所は多摩ニュータウン流出試験地内の一観測所であり、その流域面積は、 0.968 Km^2 であるが開発が進むことにより若干の変動がある。昭和 49 年以前は流域の都市化はそれほど進んでおらず山林が約 5 割、田が約 1 割、畑が約 3 割となっているのに対し、昭和 56 年以降は山林、畑ともに 2 割弱、田が約 2 %、造成地が約 3 割となっている。

3. 降雨と流量の関係

1) 弱い雨が一樣な時間分布で降る場合

10 分間雨量が平均 1 mm 程度で降り続くケースについてその特性を分析する。

弱雨が一樣に降り続く場合、一般に自然域では、まず降雨初期にある程度の損失があり、その後、沢沿いの湿潤な地域からの流出が始まる。そして降雨の継続時間が短い場合には流出は定常状態には達せず、指数逓減特性を示して流出が終了する。降雨が更に継続されると、流出量は増大し、ピーク流出量が徐々に増大し、ある程度の流出高で頭打ちの流出となる。

昭和 44 年から昭和 49 年までの都市化以前の南大沢流域の流出ハイドログラフでは、降雨の継続時間が長くなるにつれて、ハイドログラフのピーク流量が徐々に増大する傾向と、流出率が増大する傾向が認められる。

図は流出率、ピーク流量および直接流出高と総雨量との関係を示すものである。この図から認められることは、総雨量が多くなるにつれて、徐々にではあるが流出率が増大し、総雨量 119 mm で 36 時間にわたり継続した場合には最終的には $f=0.157$ にまで増大している。これはこの流域の都市化がまだそれ程進行していない状況であるので、流出率の増大は主に流出域の拡大に起因するものと判断されるであろう。同じ図にピーク流量も同時に併記してあるが、図示のように降雨規模が大になるにつれてピーク流量がほぼ線型的に増大する傾向を読みとることができる。これは均一強度の弱雨が継続するに伴い、徐々に流出ピークを構成する流出域が拡大し、流出量の増大につながっている効果を示すものと考えられる。以上のような状況が都市化の進行と共にどのように変化するかを以下に検討する。

昭和 56 年から昭和 58 年にかけて南大沢流域で得られた流出ハイドログラフでは、開発前と同様な傾向を有していることは図から明らかである。この図では流出率が総雨量と共に増大すること、ピーク流量も増大するが、その増大の仕方は都市化以前のものとは異なり、降雨の時間分布（一樣な降雨強度とはいえ若干の変動を示しているケースがあり、都市化の効果により降雨強度に直接的に反応していると考えられる）に強く依存する結果、直線関係では表現しきれないことが判断される。

2) 短時間に集中した降雨がある場合

1 時間から 3 時間程度にわたり時間的に変動する集中的な降雨があった場合、降雨に対する流出の応答は

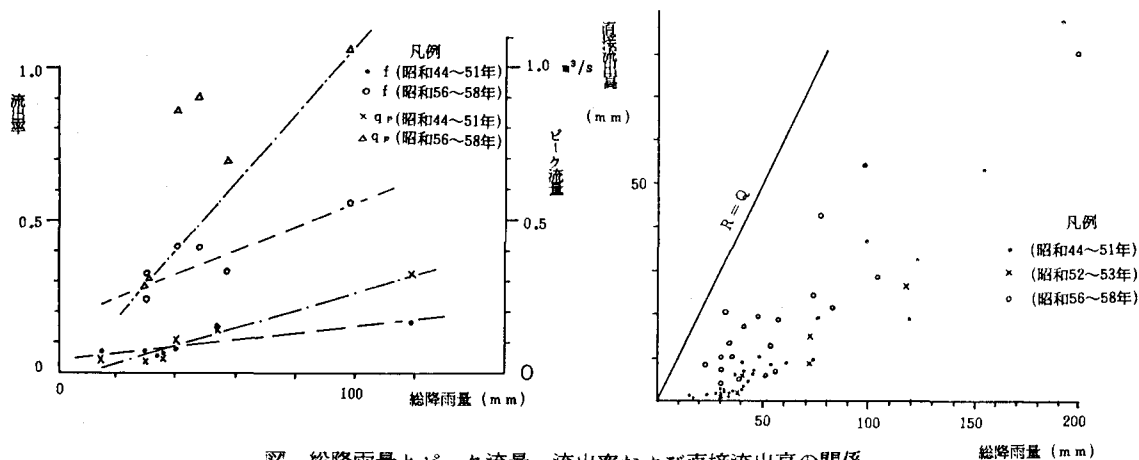


図 総降雨量とピーク流量，流出率および直接流出高の関係

前に述べた一樣降雨のものとは異なった様相を呈する。一般には降雨強度が大であることから一時的な山腹斜面での表面流の発生が考えられること，洪水到達時間内で降雨が終了することからピーク流出量に寄与する面積が限られることが考えられる。

南大沢流域の都市化以前で 6.5 ～ 9 mm/10 分程度の集中的な降雨の流出ハイドログラフでは，ピーク降雨強度が大になるとピーク流出量もシャープに大きくなる傾向を示しており前項でのハイドログラフとは大きく異なっている。これらの例では総雨量が最大のもので 40 mm であることから，流出率も小さく 0.03 ～ 0.07 程度となっている。したがって流出は沢沿いの湿潤地や水田，道路，等の局限された場で発生しているものと考えられ，前述の一樣な降雨の例に比べ流出率はほぼ同程度であるのにピーク流出量が大である。南大沢が開発された昭和 56 年以降の，集中的な強雨による流出ハイドログラフでは開発前のハイドログラフと同程度の降雨であるが，ピーク流量は約 5 倍になっており，都市化に伴う流出増を端的に示しているといえる。

3) 類似の降雨例による都市化前後のハイドログラフの比較

総雨量 42.5 mm，55.5 mm ピーク降雨強度 3.5 mm/10 分，4.0 mm/分 と若干の差はあるがほぼ類似の降雨パターンのケースでは，この両者では流出率がほぼ同程度 (0.107 と 0.113) であるがピーク流量が都市化以前で 0.133 m³/s，都市化の進行が進んだ段階で 0.461 m³/s となっている。

上述の例と同様なケースの降雨波形が後方集中型のハイドログラフでは，両者の流出率に大きな違い (0.145 と 0.560) があること，ピーク流量も都市化に伴い約 6 倍程度に増大していることが認められる。

別の同様なケースの対比では，10 分間雨量強度が 15.5 mm と 17 mm，という非常に強い降雨の例である。流出率は共に 0.25～0.28 と大差はないがピーク流量が都市化が進行した段階で約 6 倍強になっていることに特徴がみられる。

一方，あまり降雨強度は大きくないが長時間継続するケースで，総雨量が 100 mm 程度の時のハイドログラフを対比すると，流出率は 0.556 と 0.654 で若干都市化以前のデータが大きくなっているが，ピーク流量の差はあまり認められない。しかし開発後のハイドログラフでも明らかに，都市化したことに伴いハイドログラフが先鋭になって降雨波形に良く対応する形を示しているが開発前ではなめらかなハイドログラフとなっていることに大きな相違がある。

したがってこの対比の結果からみて，都市化による流出変化は，集中的な強雨の場合に顕著にあらわれること，弱雨が長時間継続する場合にはピーク流量の差はあまり生じないことが判断される。