

1. まえがき

流域が市街化するにつれて流域の表面は雨水を浸透しない面でおおわれる。また都市域では雨水の排除を積極的に増進するために、下水道や側溝などの雨水排除施設が建設される。その結果、都市域からの流出は自然山地からのそれと比べて、洪水流出速度は大となり、流域の貯留能は減少し、洪水ピーク流量は増大する、という特性を示すと考えられる。ここではこれらの特性のうち、洪水到達速度と貯留特性の変化について検討した。

2. 洪水の到達速度について

流域に降った雨は集中流下しながら河道に到達する。降雨の一部は地中を浸透して動き、他の一部は凹地に貯留されてあふれ、他の一部は水みち流出となって河道に流れる。このような流域からの洪水流出の速度は、河道内での洪水波の伝播速度とは異なり、雨水の集中流下メカニズムに支配される。流域の市街化の進行は雨水の浸透能や凹地貯留の減少などの効果をもつと考えられ、洪水の到達速度は大になると考えられる。この洪水の流出速度を、59の河川流域から得られた資料をもとに検討した。これらの流域のほかには13回の都市流域からのデータも含まれている。流域面積は130 km² から433 km² までのものであり、大部分は50 km² 以下の資料である。収集した資料

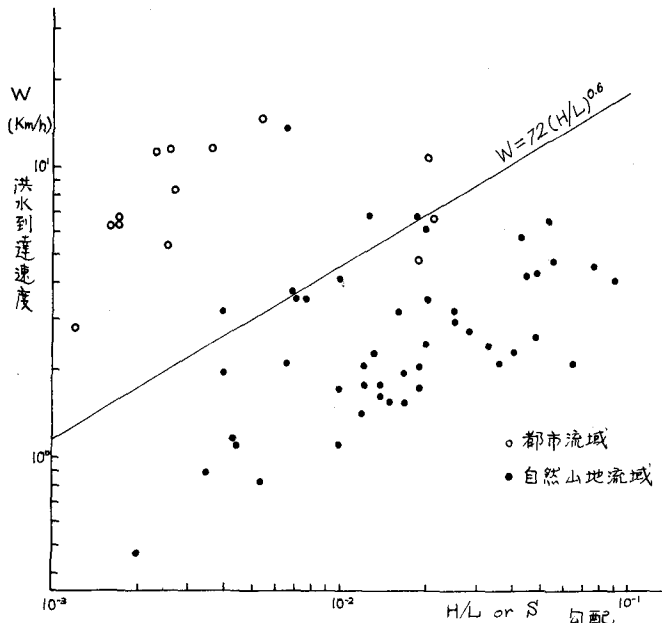


図1. WとH/L or Sとの関係

を、流路の平均勾配の関数として図示すると図1となる。図中の到達速度は降雨のピークから流出のピークまでの時間差で流路長を除いたものである。各々の流域から得られた洪水資料を数個から十数個平均して、到達速度を計算した。図1の結果から、都市流域での到達速度は自然山地でのそれと比べて同一の勾配でもその速度が数倍から十数倍になることがわかる。図中には自然山地流域からの洪水到達速度を表現する式として、我口でよく用いられる、ルチーハ式が記入されている。図1においては、lag timeを到達時間とした時にルチーハの式は山地流域から得られたデータを包絡するような直線となっており、合理式による計画立案の際には安全側となるようになっていることから、資料の少ない流域への適用が妥当であるというと思う。いずれにしても合理式による計画立案には、到達速度だけでなく、流出係数や降雨強度も問題となるので、ルチーハ式のみを論ずることはあまり意味がないと考えられる。lag timeを到達時間とすると、都市域からの到達速度は1 m/s から3 m/s の間にある。また都市域の到達速度は流路勾配にあまり左右されないようにみえるが、この結果については、下水管の設計条件や降雨形状などをより詳しく検討する必要がある。ここで用いた都市流域のデータは、千里N.T. 山崎町、谷端町、萩原町、八町、中部オー、千手南町、清水町、田光、花田、の各地で得られたものである。

3. 都市流域の貯留特性について

流域が都市化すると山地流域のものと比べて流域の貯留特性が変化し、貯留能力が減少することが知られている。流出解析は通常、流域の貯留効果を考慮して行われることが多く、その代表的な計算法にタンクモデル法と貯留関数法がある。ここでは貯留関数法の考え方を採用して、東京都内を流れる石神井川、目黒川に適用してみた結果を論ずることとする。

貯留関数法はいうまでもなく次の二式より成立している。

$$\frac{dS}{dt} = r_e - q \quad (1)$$

$$q = f(S) \quad (2)$$

ここで r_e は有効雨量強度、 q は流出高、 S は貯留量、である。(1)式は連続方程式であり(2)式は貯留量と流出高の関係を与える経験式である。木村はこの(2)式を次の形においた。

$$S_L = K q_L^p \quad (3)$$

ここで添字 L は降雨と流出の間の遅れを数値する時間数を考慮した、それぞれの量をあらわす。そこで、(1)、(2)の式を

用いて遅滞時間数を考慮して、(3)式の関係を石神井川、目黒川について求めてみることにする。用いた資料は次表に示されている特性をもった流域からのものである。この二流域は共に武蔵野台地から流れる河川流域であって流域特性は良く類似しているところである。

解析に使用した洪水は、昭和47年7月台風5号による出水と昭和47年9月台風20号による出水の記録である。 $S \sim q$ 関係は各洪水毎に変動するか、貯留量の絶対値は初期損失や、基底流の分離などに影響されるので、貯留量の絶対値よりもその流出高に対する変化 dS/dq に着目することにし、各洪水の貯留量曲線がなるべく一致するように縦軸を調整して重ね合せると図2となる。

ここでことわっておかねばならないことは、ここでとりあつかっている貯留量は実際に流域に貯留された量ではなく、遅滞時間を考慮しているのだけ仮想上の貯留量であることである。図2中上石神井地奥では台風5号の出水により上流域が氾濫しているのので流出高が2mm/10分程度のところで貯留量の増大が顕著になっていることがわかる。図2の関係は、石神井川や目黒川などのような台地ないしは平地を貫流する河川の貯留量と流出高の関係を表現するものであり、目視により式示すると、

$$S_L = 6.8 q_L^{1.0}$$

となる。木村は小流域の総合貯留関数として、 $S_L = 40.3 q_L^{0.5}$ なる式を提案しているが、ベキ指数が0.5ではなく、むしろ1からそれ以上になるところに、都市流域ないしは平地河川の流出特性があると思う。おわりに、目黒川の資料を提供していただいた、東京都工務局研究所の各位に感謝の意を表します。

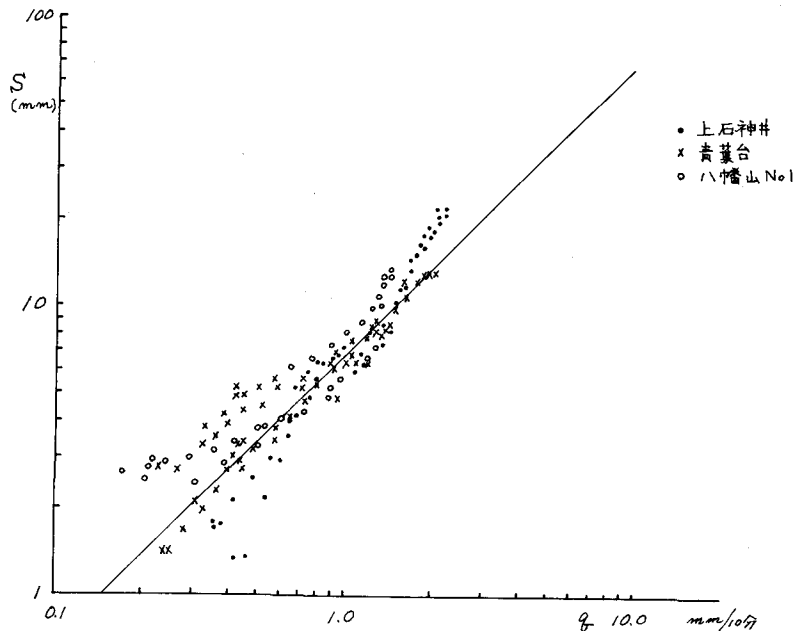


図2. 貯留量 S と流出高 q の関係

調査流域	観測所名	流域面積	流路延長	不浸透域率
石神井川	上石神井	16.48 km ²	120 km	0.33
目黒川	青葉台	27.45	18.5	0.31
	八幡山No.1	2.92	6.3	