

東京大学工学部土木工学科 正員 安藤義久  
 東京大学工学部土木工学科 正員 高橋 裕  
 長 崎 県 正員 ○ 山本 聡

### 1 はじめに.

多摩丘陵の多摩ニュータウン内に設置された永山試験流域の雨量・流量データに基づき、都市化小試験流域の流出機構を検討する。

### 2. 永山試験流域の概要

この試験流域は、多摩川水系と田川の支川の最上流部に位置し、図1. に示すような標高113~119 m, 5階建の中層集合住宅が10棟ある、約1200人の住む住宅用地である。試験流域内の土地利用は、建物・道路・街路・駐車場といった舗装地・芝地・踏面の裸地の4区分である。各土地利用区分の占有面積と流域面積に対する割合を表1. に示す。なお、流域面積は2.8 haである。

永山試験流域における水文観測は、図1. 中のR地点に自記水位雨量計が設置されており、D地点の下水管内に堰が設置されており、雨量と流量の自記観測が行われている。

### 3 一雨ごとの直接流出率と不浸透面積率

1977年8月~1979年11月までの約2年間に観測された45降雨について、一雨雨量Pを横軸にとり、一雨ごとの直接流出量Dを縦軸にとり、図示したのが図2. の永山試験流域における一雨雨量と直接流出量の相関図である。45組のデータによる最小二乗法による回帰直線は、図にも示してあるように、

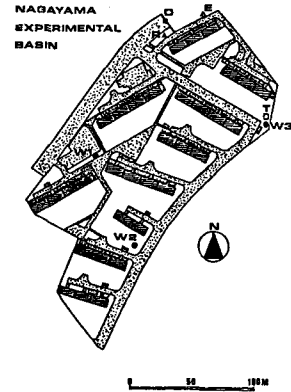
$$D = 0.544P - 2.71 \quad \dots \quad \textcircled{1}$$

であり、相関係数は0.98と高い値を示す。①式の回帰直線の傾きを示す0.544という数値は、永山流域の建物・舗装地・踏面の裸地の占有面積率0.542とほぼ同じ値である。直接流出率が不浸透面積率( $I_{imp}$ )にはほぼ等しいことは、すでに山口ら<sup>1)</sup>が指摘しているが、ロームに被覆された丘陵地の都市化小試験流域でも、雨量160 mm程度まで成立することが明らかにされた。山口らは上記の関係を式で表している。但し、 $D_{max}$ は陸地貯留能を表す。

$$D = I_{imp}P - I_{imp} \cdot D_{max} \quad \dots \quad \textcircled{2}$$

①式と②式を比較すると、 $I_{imp} = 0.54$ 、 $D_{max} = 5.0 \text{ mm}$ となり、 $D_{max}$ が他の流域の結果と比べて過大であることがわかる。この原因は、①式の傾きが過大に評価されているためと考えられる。一方、踏面の裸地は、完全な不浸透域でもないし、完全な浸透域でもなく、両者の中間の遷移域と考えられる。そこで、永山試験流域の不浸透面積率 $I_{imp} = 0.52$ とする。

図1. 永山試験流域の概要

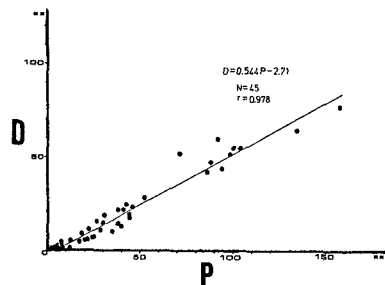


道路・街路 建物  
 踏面の裸地 芝地

表1. 永山流域の土地利用状況

| 土地利用 | 面積 (ha) | 面積率 (%) |
|------|---------|---------|
| 屋根   | 0.35    | 12.5    |
| 道路等  | 1.03    | 36.7    |
| 踏面裸地 | 0.14    | 5.0     |
| 芝地   | 1.28    | 45.7    |
| 合計   | 2.80    | 100.0   |

図2. 一雨雨量と直接流出量の相関図



#### 4. 透減部に着目した直接流出機構のモデル化

- (1) 永山流域において、1978年11月から1979年11月までの1年間に観測された雨量の比較的大きい12降雨を選び、降雨時の10分毎の雨量と流量を読み取り、整理した。
- (2) 不透透成においても初期損失が認められるので、流域内の路面で散水実験を行ったところ、0.5mm程度の初期損失があった。
- (3) 次に、流出機構のモデル化のために、降雨終了後のハイドログラフの透減部に着目した。降雨終了後の10分毎の貯留量 $S$ は、その時刻以後の流出量の和、即ち流域内に貯留されている雨量であり、次式で表される。ここで $T$ は $D=0$ となる時間である。

$$S = \int_t^T D \, dt \quad \dots \textcircled{3}$$

$S$ と $D$ をグラフ上にプロットすると、図3のようになる。図3の $S$ - $D$ 曲線を図中の折れ線のように近似し、図4に示す1段のタンクモデルを作成した。

- (4) 図4.のモデルでは、雨量 $P$ は不透透成に降る $P_d = 0.52P$ （ここに $I_{imp} = 0.52$ ）と透透成に降る $P_i = 0.48P$ （ここに、0.48は透透成面積率である）に分離され、 $P_d$ は1段のタンク・モデルをへて、直接流出 $D$ となる。 $P_i$ は、エ中へ浸透し、不飽和帯水分量を増加させ、一部は地下水への涵養分となる。なお、タンクの底には、0.5mm分の初期欠損量を考慮した。
- (5) モデルの妥当性を検討するため、図5.にモデルによる流出量の計算値と実測値の比較例を示す。

この図をみると、タンク・モデルの底に0.5mm分の初期欠損量を考慮したので、ハイドログラフの立ち上がり部分の計算値と実測値は一致している。また、ハイドログラフのピーク及び透減曲線もよく一致しており、モデルの妥当性が検証された。

従って、10分ごとの流出解析からも、今回解析対象とした160mm程度の雨量まで（時間雨量30mm/hr程度の降雨まで）は、永山試験流域では直接流出は不透透成から生じ、透透成（芝生地）から直接流出はほとんど生じていないと考えられる。

#### 5 まとめ

- (1) 今回、解析対象とした160mm程度の雨量までは、永山試験流域からの直接流出は、不透透成から生じ、透透成に降った雨水は土中に浸透すると思われる。
- (2) 降雨終了後のハイドログラフの透減部の $S$ - $D$ 関係から図4に示す1段のタンク・モデルを作成し、モデルの妥当性を検証した。その結果、10分単位の雨量・流量データにおいても(1)の現象がほぼ成立していると推察された。

#### 参考文献

- 1) 山口他：都市における降雨流出調査 一第1, 2, 3報, 土木技術資料13-10, 14-11, 15-7, 1971-1973.

図3.  $S$ - $D$ 曲線

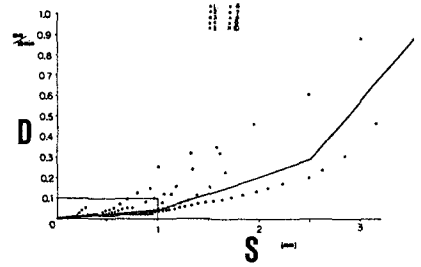


図4. 直接流出機構のモデル

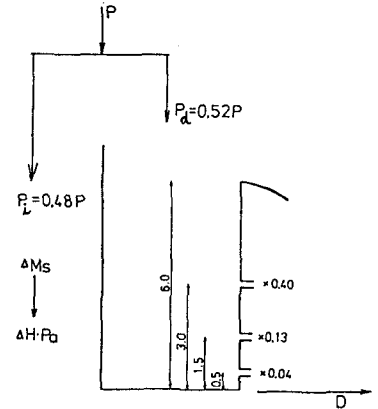
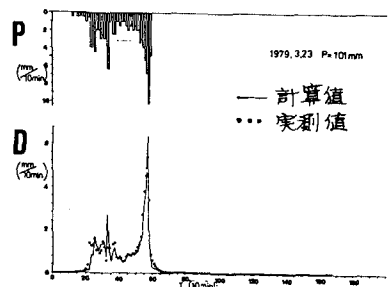


図5. モデルによる計算値と実測値

- (a) 1979年3月23日降雨  $P=101\text{mm}$



- (b) 1979年5月14日降雨  $P=91\text{mm}$

