

1. 洪水など降雨による災害をひきおこす大流量の主要部分は表面流出及び短期の中間流出と考えられている。著者は表面流出の発生の様々の状況についてこれまでも報告を行って来た。このような対象を研究するには、幾つかの手法がある。その1は実際の流域における資料に拠るもの、その2は人が条件を強く制御できるという意味での実験のデータに拠るものである。ところが、表面流出発生の状況(例えば流出率の変化)は流域の表面状態・勾配のみならず、流域面積のちがいに由ると思われる。これまでのところ、小流域の方が、表面流出の発生が少いという傾向を持つ。裏笈沢試験地の山口(3.12 km<sup>2</sup>)と祖父ヶ峯(0.16 km<sup>2</sup>)では4:3程度である。(木下: I A H S 東京シンポジウム I A H S Pub. No. 117, p. 119) によって、実流域の資料と実験データとは可成りのちがいが見込まれるが、表面流出発生の条件についての傾向を知るためには条件が強く制御されている実験データは解析がしやすいので好ましい。例えば時間雨量50 mm/hと言っても、実降雨では20 mm/h~100 mm/hぐらいは変動していることは覚悟せねばならないが、実験なら制御機器の誤差の範囲内で50 mm/h一定とできし、降雨の開始・終了も明瞭にできる。これは大へん利点である。

ある意味で極端な例かも知れないが、ここで幾つかの表面流出発生の例をあげ、表面流出発生の条件と状況とを考察する。

## 2. 表面流出の発生しやすい例

(1) 100 m<sup>2</sup> の実験: 防災センター内大型降雨実験装置において人工斜面を作って流出実験を行った。(木下: 表流水の発生と……才21回水理講演会, 木下・中根: 表面流出に関する研究 防セ研究報告No.18) これによれば、継続時間60分で各種強度の雨量のときの流出率が雨量強度に依存すること、雨量強度が約80 mm/hを境として、以下では損失は雨量強度とともに増加するが、以上ではそれは減小することなどを示した。流域が小さく流下時間は約4分半なので、損失=雨量-流出と定義した。表面貯留もこの損失の中に含まれているが、ここでは損失=浸透とみて大差はない。しかし損失は雨量強度だけの関数ではない。図1は損失の時間変化を示す。1~5の雨量波形は矩形波で、6は20 mm/h, 90 mm/hの2段波において20 mm/h が60分継続した後の90 mm/hの場合、7はピーク100 mm/h 谷40 mm/hのサイン波を3山作った場合である。損失の曲線はいずれも指数減衰形であって、 $t=0$ の値はその時の雨量強度に近い。しかし初期損失が大きいほど曲線の減衰ははげしく、よく言われるような一定係数の減衰曲線にはならない。初期損失(浸透)が大きいと、早期に土壤空隙が水で満されてしまうので減衰ははげしいのであろう。7のようにサイン波の降雨でも、最小雨量強度を上まわらない範囲なので、損失は雨量強度の変化に関係なく、ゆるく減衰している。

(2) 内水: 内水流出では表面流出はわかりにくいものである。元来、内水流出の実測と解析は大へん困難である。背水の効く緩勾配であるため流量測定精度が悪く、細流する場合はどこで測るべきかわからない。氾濫によって表面流出の機構、その発生面積など着しく変化するだろう。著者は木曽三川の内水域について内水流出の調査を行った。はじめ、ポンプの排水量(公称)から流出を推定しようとしたが成功とは言えなかった。次に内水の流動を直接数値積分する方法で解

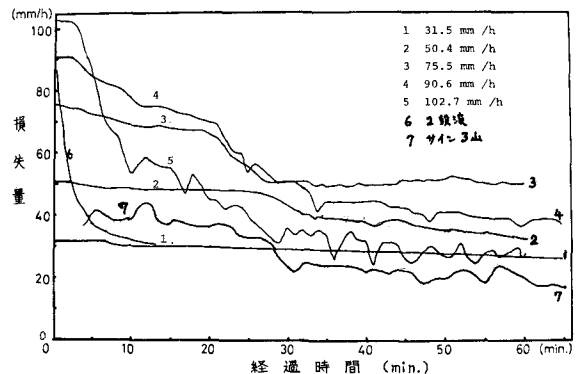


図1 実験データに基づく損失の時間曲線

きながら、実測水位などと比較させてみた。(木下・和気・梅谷内:木曾川内水排除システムの検討 年講1977 II 113, 山田・木下・九津見:内水流出の特徴 年講1977 II 110) 対象降雨は短期の形として昭和49年型, 幾山もある形として昭和51年型を選んだ。対象流域は桑原川・水門川・犀川・糸貫川で流域面積はそれぞれ23.3, 21.0, 42.2, 15.4  $\text{km}^2$ である。流出率を1として実測値と計算値とのよい一致をみた。流出モデルは単なる一次おくれ系として計算に組入れているし、内水地での比較検証なので損失の時間分布はわからないが、この程度の雨が降れば、雑に言って、全部流出すると考えられる。内水計算では、計算打切時においても湛水による貯留が多いので、厳密な意味で流出率を求めるのは困難である。

| 地点     | 大須  |        | 黒野  |        | 岐阜  |        |
|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
|        | 総雨量 | 最大時間雨量 | 総雨量 | 最大時間雨量 | 総雨量 | 最大時間雨量 |
| 昭和49・7 | 357 | 50     | 307 | 50     | 262 | 44     |
| ・51・9  | 650 | 32     | 979 | 47     | 840 | 84     |

表1 雨量観測値

(3) この他にも、表面流出に中間流出が加わったと思われるが、流出率又は流出係数が1に近い又は1を越えている例は吉野川・仁淀川(防災センター主要災害調査No.9), 神流川(青木:山地流域における洪水流出……土研所報No.143, p27)などにみられる。

### 3. 中程度の表面流出の発生しやすい例

(1) 庄内川関連の3川:名古屋及び東部の香流川・植田川・山崎川の流出試験地の流域面積はそれぞれ27.0, 18.9, 13.5  $\text{km}^2$ で、すでに10min毎のデータのデータブックが刊行されている。(庄内川工事事務所:庄内川流出試験地水文資料) 総損失=総雨量-総流出と定義して、これを総雨量と関係づけたものが図2である。総雨量約80mm以下については傾向は3河川とも著しい相違はなく、包絡線は2.(1)の実験データにおける60分雨量に対する損失と類似している。

しかしそれ以上になると、点ばばらつきし、上記実験データとも合わない。降雨パターンに左右されているわけで、洪水に対する単位図・貯留関数はすでに解析されていて、都市化された山崎川でピークが鋭く立ち、自然状態の香流川で低いという結果がえられている。(奥田:IAHS東京シンポジウム p.395)

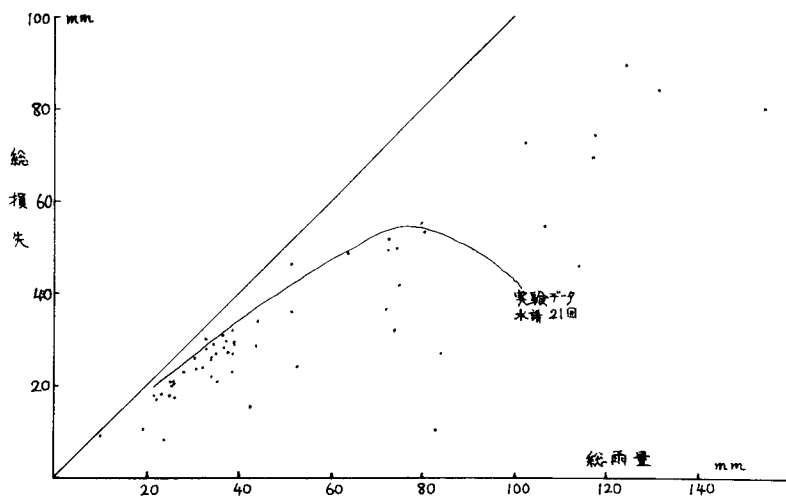


図2 香流川における総損失曲線

### 4. 表面流出の発生しにくい例

(1) 多摩NT散水実験:多摩NT内で土研により行われた散水実験によれば85mm/hの強度でもはじめ60分は表面流出の発生をみていない。4回行われた散水実験の損失曲線を図3に示す。 $t=0$ の損失値は散水強度(実験ごとに一定)に等しい。斜面は雑木林で覆われ勾配は約8°, 面積は約600  $\text{m}^2$ である。

(2) 相模試験地:同地で岡本は総雨量で最大約3000mm, 最大降雨強度で約140mm/h, 最大連続時間で24時間の散水を行ったがいずれも表面流は発生しなかったと報告している。(才17回水講 p.73) 極めて興味ある結果である。

