

水文観測による土中浸透量の評価について一考察

長崎大学工学部 正員 野口 正人
 長崎大学大学院 学生員 米倉 広幸
 長崎大学工学部 学生員 ○森尾 宣紀

1. まえがき

河川管理を行う場合、流出解析が重要なことは言うまでもない。とくに、最近のように都市化が進んでいるときには、流域をブラック・ボックスとした取扱いでは不十分であり、流域水の挙動を追跡した流出解析法が必要とされる。そのため、雨水の土中浸透量を評価することは不可欠である。

以上のことから、本報では、長崎市浦上川上流に設けられた試験流域における土中浸透量の観測結果を示すとともに、その後に行われた室内実験の結果について報告する。

2. 水文観測の概要

水文観測を行った兵底は、浦上川支川の三川川の上流に位置している面積；約30haの地域である(図-1)。この付近は、三川川沿いの三川町と異なり全く市街化されておらず、ほとんどが山林と農地である。観測は、昭和59年9、10月の2ヶ月に亘って行われ、主として、雨量(転倒す型雨量計)、土壌水分(テンシオメーター)、河川水位(フロート式自記水位計)が測ら

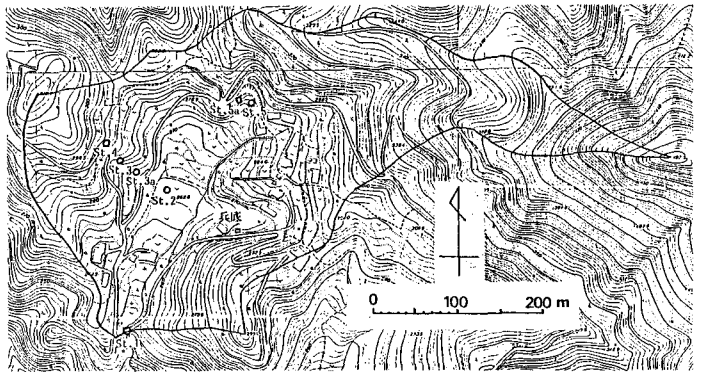


図-1 水文観測対象地域(兵底)

れた。土壌水分は自記テンシオメーター(St.2)、ならびに、直読型、寺田式テンシオメーターを用いて観測された。本観測は、昭和60年度以降も梅雨期に実施される予定であるが、次第では、土中浸透量について述べる。

3. 観測結果ともの考察

3-1 室内実験による土中含水量の評価

試験流域での土壌水分は、吸引圧として求められているため、水文学的考察を行うには、含水量に変換せねばならない。テンシオメーターで土壌水分がどの程度まで測定できるかは問題の多いところであるが、少しでも正確にその変換関係を得るよう、図-2に示された装置を用いて実験を行った。すなわち、雨水の土中浸透は、地質の違いとともに土の締め固め状態によって大きく変化するため、現場の土をブロック・サンプリングし、それをそのまま実験試料とした。吸引圧-含水量の関係を求めるに際

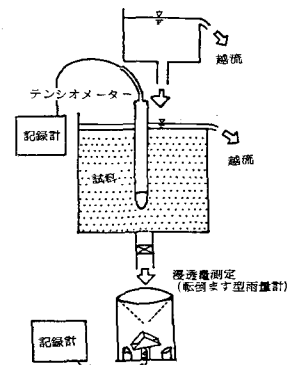


図-2 室内実験の概念図

して、土塊を破壊するまで正確な含水量を知り得ないことは問題であり、含水量を算定するため、間隙率を一定にしたときの飽和度に対する放物型偏微分方程式¹⁾解を使うこととし、土表面で完全飽和させた。実験結果の一例として、St.5の土に対する表面での水分フラックスを時間 t の関数として示せば、図-3の通りである。試料の高さが十分大きいときには、飽和度は $(S_s - S)/(S_s - S_i) = \text{erf}[\sqrt{2}/2\sqrt{Dt}]$ (1) と表されるから、土表面のフラックスは $f = n(S_s - S_i)\sqrt{D/\pi t}$ (2) となる。¹⁾ここに、 n : 間隙率、 S : 飽和度、 D : 拡散係数であり、飽和度に付けられた添字の S 、 i は、それぞれ、表面ならびに初期の値であることを示している。St.5の土は、ほぼ(2)式の

関係を満たしているが、全部の土に対して、このような結果が得られた訳ではない。間隙率が空間的に様々だったため、実験初期に前述の性格を有した浸透水も、やがて土中の孔隙に貯えられ、土表面でのフラックスが時間的にそれ程変化しないケースもあった。これは、野外での土中浸透が、複雑な過程を経て生じていることを示唆している。

3-2 野外における土中浸透量

つぎに、兵底地域で行われた観測結果を用いて、野外における降雨時の土中浸透量を示す。もっとも、昭和59年は例年になく台風の少ない年であり、この期間中さほど大きな降雨はなかった。そのため、以下では、比較的まとまって降雨があった9月30日の場合について述べる。

上述の雨に対するハイトグラフは図-4に示されており、30日の日雨量は39.5mmであった。同図中には、この雨に対する $\phi L.2$ の吸引圧も記されている。また、前小節に述べられた実験により求められた吸引圧と飽和度、関係(湿潤過程)は図-5のようであり、図-4には、この関係を用いて変換された飽和度も併記されている。図-4より明らかのように、29日の10mm程度の雨では、その影響はごく表層付近に限られているが、30日の降雨では、雨水が土中深くに浸透していることがわかる。参考までに、同地点における深度30cmの吸引圧もほぼ零であった。いずれの雨でも、降雨開始とともに、深度12cmの土壌水分は即座に変化している。したがって、深度12cmと22cmの土壌水分を使って雨水の降下速度を計算すれば、 $5 \sim 8 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ であった。室内実験によれば、 $\phi L.2$ の土に対する初期浸透能は $3.5 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ であった。初期浸透能の値に較べて、雨水の降下速度が大きくなっていることは少し奇異に感ぜられ、テンシオメーターで土中水を測定することの難しさを暗示している。対象流域の流出解析を行う場合、浸透能の時間的変化を求めなければならぬことは言も俟たない。

4. おとがき

精度良く流出解析を行うためには、土中浸透量の評価は欠かせないが、本報では、テンシオメーターによる観測例を示した。観測は始められたばかりで、浸透量の見積りに関して残された課題は数多いが、今後検討する。

参考文献

- 1) Eagleson, P.S: *Dynamic Hydrology*, McGraw-Hill, 1970
- 2) 野口正人・米倉広幸・菅浩一; 水文資料が乏しい地域における流出解析法, 第29回水講論, 1985

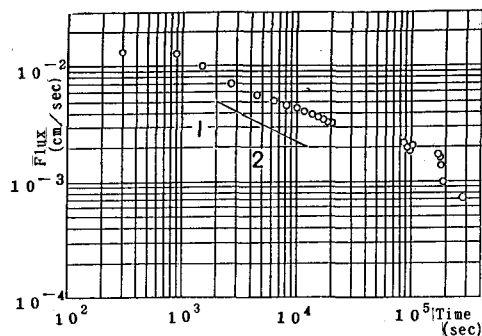


図-3 土表面の水分フラックス

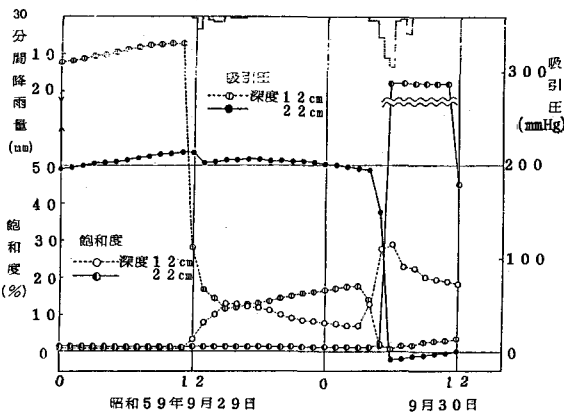


図-4 吸引圧と飽和度の時間的変化

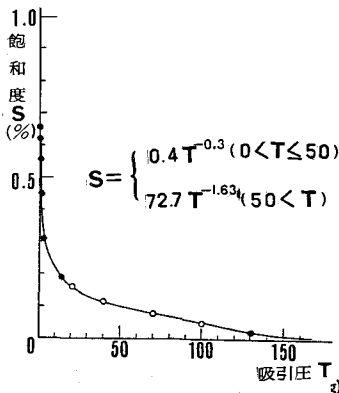


図-5 飽和度-吸引圧の関係

$$S = \begin{cases} 0.4 T^{0.3} & (0 < T \leq 50) \\ 72.7 T^{-1.63} & (50 < T) \end{cases}$$