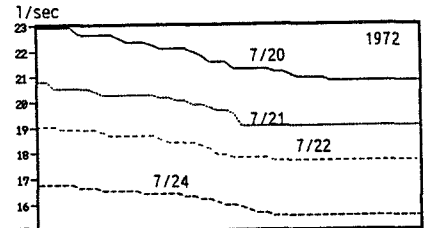


II-15 山地小流域における減水期の流量変動特性

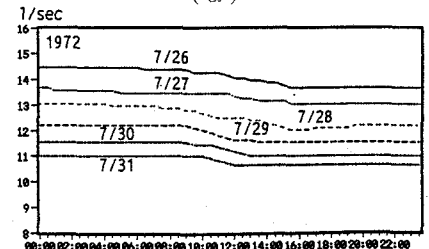
群馬大学 正員 小葉竹 重機
トピー工業（株） 中 沢 隆史

1. まえがき 山地小流域において一日の内で流量が一樣でない減少を示すことはよく知られている。これに蒸発散が関係していることは確かであり、すでに太田ら¹⁾によっても数値解析がなされている。しかし、実際の流量変動は複雑な様相を示し、単純なモデルでは説明しきれない部分があることも事実である。そこで、とくにこうした説明しきれない部分に注目して、蒸発散を含む土中水の運動を推定することも興味あることである。本研究はまずその一歩として、減水期における流量変動の複雑さを指摘した後、太田らが行なったのと同じような数値解析を行ない、流量の実測結果との比較を行なってみたものである。

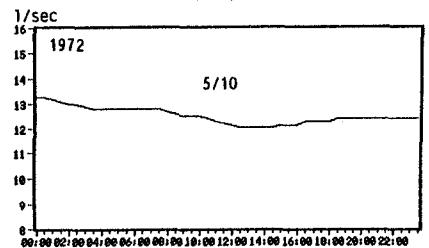
2. 流量の実測結果 図-1 (a) (b) (c) は琵琶湖流域の野洲川左支川荒川の上流に設けられた流域面積 0.18km^2 の荒川流出試験地における昭和47年の観測結果を示したものである。(a) (b) は7月20日から7月31日までの一連の低減期間を示したもので、横軸は一日の0時から24時までとし、一日の間の変化が一本の線で表されるようにしたものである。(a) は梅雨末期の大雨の低減部でまだ比較的流量の多い期間、(b) はそれに続く期間であるが、(a) では流量の低減が0時から昼過ぎまで見られ、その後一定の流量が続くのに対して、(b) では夜間は一定で昼間10時～14時にかけて低減が見られるという相違がある。このうち(b) の7/28では低減していた流量が16時頃から20時にかけて再び上昇し、その後一定になるという様相を呈している。これと同じ現象が(c) でも見られる。もしこのような低減期における微小な変動が蒸発散のみで生じるならば、(a) のような夜間での減少は説明できず、また、単純な蒸発散機構を考えるならば、7/28や(c) のようになぜこの時だけ再び上昇するのかは説明できない。ただ、実際の現象がそうなっているのか、たとえば記録計のペンと記録紙との摩擦、フロートを含む歯車系の摩擦などによる階段的变化でそうなっているのかは、チェックしておく必要がある。そこで、大学近郊の 0.06km^2 の小流域で三角堰を用いてポイントゲージで水位を計測し、記録計の影響を取り除いて低減の様子を観察することにした。その計測結果を示したものが図-2で、計測は午前8時から午後5時まで行なったので、横軸も8時から午後5時までの時間である。夜間の計測を行っていないので分らないが、(b) のように急な減少がある期間だけに集中するということは見られない。ただ一様な減少というのではなく、階段的变化や微小な流量の増減を混じえながら減少していくことが分る。また、流出機構と関係しそうであるが、9/30の明瞭な増減変化は、最初の9時の増加は降雨であるが、あとの増減は降雨ではなく、流出経路



(a)



(b)



(c)

図-1 荒川流出試験地の観測結果

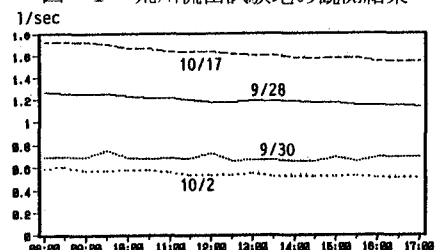


図-2 大学近郊における計測結果

の違いによる流量増加とも思える。結局、図-1に現われたすべての減少の形態が実際に生じている現象であるという確認はできなかったの
今後さらに夜間を含む連続計測を行う予定である。

3. 蒸発散のシミュレーション 図-1(b)に示した昼間の急な減少は蒸発散によるものであるとして、どの程度の蒸発散強度を考えればその説明がつくかをシミュレーションによって考察する。用いる基礎式と解析手法は岡²⁾や太田¹⁾が用いたものと同じく、Richardsの式をS O R法で解いた。図-3のように座標系を定義すれば、基礎式は

$$\partial \theta / \partial t = - (\partial (-K(\theta) \partial \phi / \partial x) / \partial x + \partial (-k(\theta) \partial \phi / \partial z) / \partial z) - ET \quad \theta$$

であり、ETは体積含水率表示の蒸発散強度で、全水頭 ϕ は毛管ポテンシャル Ψ と $\phi = \Psi + x \cdot \sin \alpha + z \cdot \cos \alpha$ の関係がある。境界条件はAB面で $q_z = 0$ 、BC面で $q_x = 0$ 、CD面では ET_{sur} を地表面からの蒸発散強度として、 $ET_{sur} = -K(\theta) \partial \phi / \partial z_{sur}$ 、DA面では飽和時に $\Psi = 0$ 、不飽和時に $\partial^2 \phi / \partial x^2 = 0$ 、とした。斜面長 $\ell = 20m$ 、層厚 $d = 1m$ とし、 $\Delta x = 50cm$ 、 $\Delta z = 20cm$ とした。 $\Psi \sim \theta$ 、 $\Psi \sim K$ 、 $\Psi \sim C$ の関係は図-4に示すもので、太田と同じ関数形で与えた。飽和透水係数 K_{sat} は $0.001cm/sec$ 、比水分容量 C の最大値を与える Ψ は $-30cm$ 、飽和含水率 $\theta_s = 0.6$ 、移動可能な水のない含水率 $\theta_r = 0.28$ とした。蒸発散強度は図-5に示すように午前6時から始まり夕方6時まで続く山形の分布で与え、夏期には1日 9.8mm、ピーク時1.4mm/hr、冬期には半分の1日 4.9mm、ピーク時0.7mm/hrとした。根系は1mの不透水層まで広がっているものとして、この強度を各 Δz に分配して与えた。単位幅当りの流出量は図-3の飽和域EAと不飽和域DEからの斜面方向水分移動量の和として求め、この単位幅当り流量に適当な数値をかけて流域からの流出量とした。図-1(b)の7/29の0時の流量と合うような数値をかけて計算値と実測値とを比較したものが図-6である。また同様にして昭和48年1月16日の冬期の低減と比較したものが図-7である。急な低減の幅はこの程度の蒸発散強度でほぼ説明できるものの、実測のような短期間での低減は再現できない。

4. あとがき 山地小流域で観測される流量低減時の微小な変動に着目して、土中水の動きを推定することは重要なことと考えられる。本研究では、記録計を介することによって生じる影響をなくするため、ポイントゲージによる

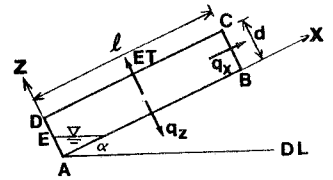


図-3 斜面系および記号の定義図

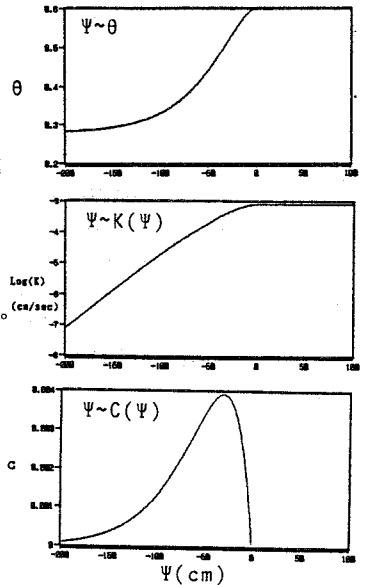


図-4 Ψ と θ 、 K 、 C との関係

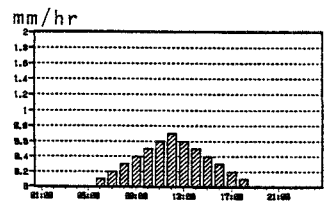


図-5 与えた冬期の蒸発散強度の時間分布

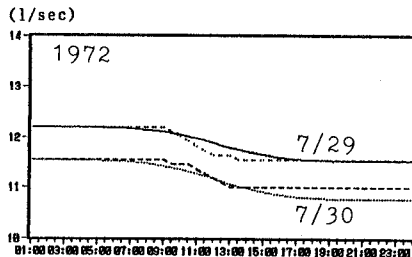


図-6 夏期における実測値と計算値の比較

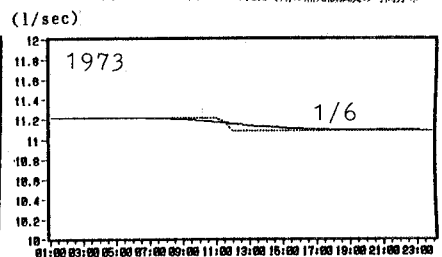


図-7 冬期における実測値と計算値の比較

堰水深の読取りで流量計測を行なったが、連続計測でなかったために検討できる結果が得られなかった。今後、夜間を含む連続計測と気温、水温、気圧等の計測も行う予定である。

参考文献 1) 日野幹雄・太田猛彦・砂田憲吾・渡辺邦夫：洪水の数値予報一その第一一、森北出版、1989年 2) 岡太郎：裸地斜面域における土壌水の流動解析、京都大学防災研究所年報、第21号B-2、1978年