

建設省中部地方建設局 正員 江川太郎
防衛大 学校 正員 竹内俊雄

1. まえがき

降雨による流出量の解析については数多くの手法が提案されており、これ等を適切に応用することによって現象の説明、流出の予測等、かなりの成果をあげている。しかしながら流出量に影響を及ぼす要素が多いこと、それ等の要素が複雑にからみ合った結果が流出量という単純な形で表われているので、見出されている普遍的な法則性は少ない。そこで比較的精度の高い試験地の資料を用いて、少しでも多くの法則性を見出し、それによって数多くの資料が確かめられるならば、今後の水文資料の集積や流出の解析に有力な保証を与えるものと考えられる。

この報告は神流川試験地(利根川支川)の資料によって逓減曲線の形状に関する、その要素について検討を加え、一般的法則性を見出そうとしたものである。

2. 流出の分類

流域に降った降雨量は①蒸発散量 ②浸透量 ③表面流出量の3つに分れると考えられる。このうち浸透量については(a)土壌の土壌不足の度合に応じて土壌中に残留する量(このうち一部は蒸発散する) (b)一旦土壌中に浸透してから地下水面迄は到達せずに流出する量(中間流出) (c)地下水面に到達して後流出する量(地下水流出)に分れると考えてよいであろう。

3. 逓減曲線の成分分類

流出量ハイドログラフの逓減部の形状については流域の地形、植生等に大きな変化がない限り、無降雨状態での形状は旧々の流域(流量観測地点)で固有の形をとることが一般に認められている。(この曲線を以下標準逓減曲線と呼ぶ)

吾國では長い間無降雨状態の続くことは少いので、1回の出水で標準逓減曲線を得ることが出来ない(冬期に長く無降雨が続くこともあるがこの場合は流量の範囲が狭い)

そこで各出水の逓減部を低い流量の方から重ね合せた図を作り、その下側を包絡する曲線が標準逓減曲線に一致するものと考えられる(図-1)。この図はまたピーク流量直後の流量急変部は出水毎に大々異なった形をとるがしばらく時間がたつと逓減部は流域固有の一定の曲線(標準逓減曲線)に収斂することと示している。各出水のハイドログラフとこの曲線に来る前と来ってから後とに分けると来る前部分は主として表面流出による部分で降雨の場所の分布や時間的分布の影響を受けるが、曲線に来ってから後は主として地下水流出による部分で降雨の分布に殆ど関係なく浸透した量の大小に支配されるものである。



図-1 標準逓減曲線

4. 標準逓減曲線に来る迄のハイドログラフの逓減部の性質

雨が止んでハイドログラフのピーク流量から標準逓減曲線に来るまでの部分形状のうち、その継続時間(t)と集合する流量(Q)の大きさについて検討した。先づ継続時間に主たる影響を及ぼすと考えられる要素として、出水のピーク流量をとりあげたのが図-2, 3である。其のバリエーションに於いて流域降雨量の場所的分布をパラメーターにとりあげると流域の奥に集中した場合、流域の下流部に集中した場合、及び流域に比較的均一な場合の3つのグループに分類される。しかも本川(274 km)図-2と足川(12.6 km)図-3と比べると、流域の大小に拘らず同じ傾向があることが示されている。

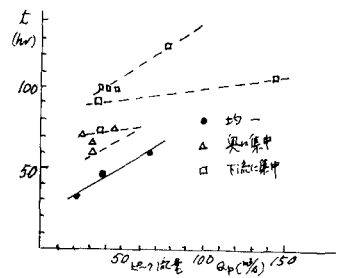


図-2 集合時間とピーク流量の関係(本川)

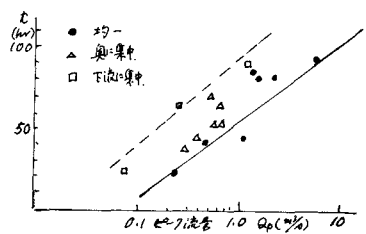


図-3 集合時間とピーク流量の関係(足川)

次に集合奥の流量の大きさについてはこれを支配する要素として、降雨の地表からの浸透量を想定し、これを時間雨量 2mm 以下の総和 ($P_{2.0}$) と仮定し、この量が地下水位の上昇に寄与すると考え、この値と集合奥流量 (Q_0) と増水直前の初期流量 (Q_b) との差との関係を図-4, 5 に示した。さらに地下水面への到達量は地表から地下水面迄の間の土壌等に残留する量を浸透量から差引いた量と考え、これをパラメーターとして分類することとし、土壌中に残留する量として仮りに時間雨量中 0.5mm 以下の総和 ($P_{0.5}$) と仮定し、 $P_{2.0} - P_{0.5}$ をパラメーターとしたところ図-4, 5 のようになり両図ともほぼ同様の傾向が示された。

5. 一雨流出量と地下水への到達量の算定

独立降雨の場合その一雨の全流出量は次のようにして計算される。その降雨に対する初期流量 Q_b が標準逓減曲線にまつていて、さらにその降雨による流出の逓減部が図-6 のように標準逓減曲線にまつた場合その降雨に対する全流出量は図形 $EAPCF$ であるが逓減曲線は無限に続くので図形 $ABDE =$ 図形 CD である。したがって図形 $EAPCF =$ 図形 $BAPCD$ となり一雨流出量が求められる。

これと同様の考え方で地下水への到達水量は図-7 の斜線部分で示され $\sum \delta at$ として計算される。ただし Q_b は集合奥におきて仮りにその降雨がなかつたとした場合の標準逓減曲線上の流量。

こうして算定された量と前節の $P_{2.0}$ と $P_{2.0} - P_{0.5}$ と比較した図が図-8, 9 でありかなりのバラツキはあるが $P_{2.0}$ や $P_{0.5}$ の仮定がそれ程的はズレる値ではないことがわかる。またこの資料の限りでは $P_{2.0} - P_{0.5}$ は $\sum \delta at$ の $1/2$ 程度であり、 $P_{2.0}$ は $\sum \delta at$ より 5mm 程度多い値を示す傾向が見うけられる。

6. あとがき

この報告は1975年 I.A.H.S. で行った報告をさらにつづけるため前述の地下水への到達量算定法により量的に確かめられたものであるが一次的な整理で計算上り不備が多い、吾国の場合逓減部が標準逓減曲線に来る場合が少いため、充分まつていない資料をまつているものと評価している場合がある。このためのバラツキもかなりあると見られる。

今後それ等の集と厳密に調べて過大過少の評価を行ない流量観測所固有の関係と求めて行くことによつて流出量に対する法則性を見出しを行きたいと考えている。

参考文献

・建設省土木研究所, 下久保ダム工事々務所

神流川流域水文資料, 昭和37年9月

・I.A.H.S. 「Proceedings of the Tokyo Symposium, December 1975」 p55~61

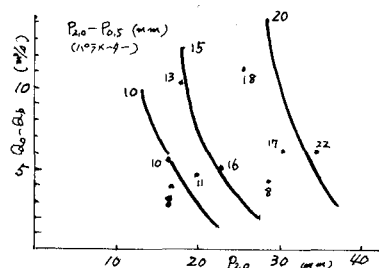


図-4 $Q_0 - Q_b$ と $P_{2.0}$ との関係 (本川)

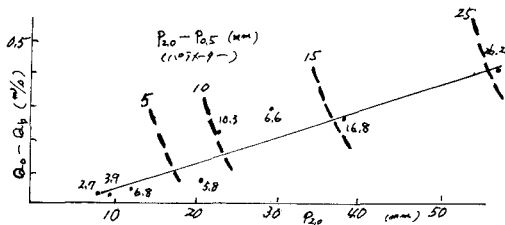


図-5 $Q_0 - Q_b$ と $P_{2.0}$ との関係 (支川)

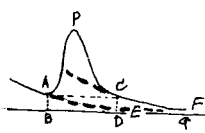


図-6 一雨流出量

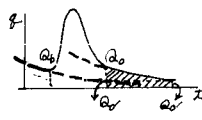


図-7 地下水への到達量

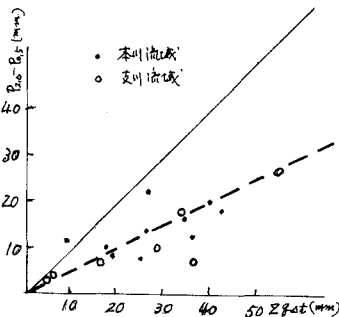


図-8 $(P_{2.0} - P_{0.5})$ と $\sum \delta at$ との関係

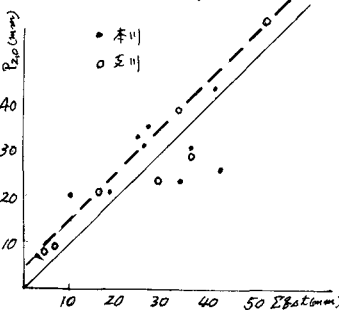


図-9 $P_{2.0}$ と $\sum \delta at$ との関係