

II-55

フィルター分離AR法による有効降雨特性の検討

群馬大学 正員 小葉竹 重 機
 群馬大学 正員 江 崎 一 博
 太田ガス 原 田 晃 明

1. まえがき : 流出計算の総合化にとって一番大事なのは有効降雨に関する部分であろう。しかし、有効降雨の概念ないし定義は比較的明確であるにも拘らず、その算定法となると流出モデルをどのように考えるかによって異なり、まして、ある洪水例を与えられてその有効降雨がどうであったかを推定する方法については定説がない。日野・長谷部¹⁾はこの流出成分の分離に関して新しい考え方であるフィルター分離AR法を提唱した。本報告はこの方法を用いて有効降雨を逆推定し、地質による有効降雨特性の違いを検討したものである。目的は図-1のフローチャートに示すように地質による有効降雨の総合化にあるが、ここではとりあえず逆推定された有効降雨時系列がどのような特性を示すのかを累加雨量累加損失曲線(以下、損失曲線と略記)と時間-累加浸透量関係の面から考察を行ったものを報告する。

2. 対象流域 : 著者の一人が行った地質を媒介としたタンクモデルの総合化では、火山岩、花こう岩、古生層、第三紀層の4地質を対象としているが、ここではかつて総合化の検証に用いた、利根川流域の五十里ダム、草木ダム、下久保ダムの3ダム流域を取り上げることにする。表-1はこれらの流域の諸元と対象とした洪水の諸元を示したものである。

3. 解析結果 : **3-1 損失曲線** 流出成分の分離を行うにはフィルターの構造を決定する必要があるが、まず時定数 T_c については流量低減部の平均的勾配から、五十里ダム50hr、草木ダム100hr、下久保ダム70hrとした。また δ とフィルターの項数は3流域ともそれぞれ2.3と70項としたが、これは地下水流出のピークが降雨終了後2日前後で現れるように、また分離の際大きな負値が現れないように定めたものである。分離した結果を損失曲線の形でプロットしたものが図-2、3、4である。図中の曲線は本講演集の別報(Kinematic wave法の総合化に向けて)に示した各地質の損失曲線の上限と下限を示すものである。図中の点が本報告での分離結果を表している。曲線と点とはどちらがどちらを検証するというものではないが、両者はほぼ一致した傾向を示しているといえる。 **3-2 損失の時系列としての検討** 図-2、3、4は個々の降雨の収支を表すものであって、1つの降雨について時系列的に損失を追いかけたものではない。しかし実際に損失曲線を利用して有効降雨を算定するには、このような時系列的な見方をする。ここではその妥当性について検討を行うが、そのためには有効降雨時系列を求め、これから損失降雨時系列を求める必要がある。ところでフィルター分離AR法では、直接流出成分の分離-AR係数の決定-単位図の決定-有効降雨時系列の逆推定、という手順で有効降雨時系列を求める。しかし常にもっともらしい時系列が得られるわけではない。単位図に大きな負値が現れたり、有効降雨に大きな負値が現れたりすることがある。この場合、日野・長谷部はもう一度分離に立ちかえて検討を行うように薦めているが、直接流出をさらに表面流出と中間流出に分離しても妥当な結果が得られないことが多い。ここではこのような降雨例は除外して、とくに大きな矛盾を生じないような事例のみを対象として検討を行う。図-5は観測降雨と逆推定された有効降雨の一例である。このように両者の波形はあるlag timeをもってくることになる。このlag timeは直接流出成分の伝播時間の一部を表現しているのであろうが、ある時刻の損失すなわち下方への浸透強度を求めるには、有効降雨の波形をlag timeだけ前にずらせて原降雨波形から引算する必要がある。さらに引算を行うにあたっては、流出過程が一種の平均化過程であることも考慮して、両者の波形を移動平均をとることによってなめらかにするほうが、妥当な損失強度が得られるであろう。lag timeは降雨事例によって異なるが大体1-2時間であり、移動平均は3時間の移動平均とした。図-6は下久保ダム流域について、このようにして求めた累加損失とその時までの累加雨量との関係を時系列的にプロットしたもので、図中の

曲線は図-2のものと同じである。これらの図から損失曲線の時系列的見方も十分成立することがわかる。但し、プロットの点が減少しているところは負の有効降雨が現れるところで、実際にはあり得ない。

3-3 時間-累加浸透量の関係 Phillip は浸透初期では累加浸透量 F と時間との関係が近似的に(1)式で表されることを示した。 $F = S t^{1/2} \dots (1)$ 図-7は10 mm/hr程度以上の降雨が連続している期間についてその始めの時刻からの時間とその時刻からの累加浸透量をプロットしたもので、下久保ダム流域についてのものである。(1)式の関係が成立していることがわかる。また図-8は3ダム流域のものを重ねて描いたものである。地質の効果をこれから判読することはできず、また図-7、8そのものについての物理性にも疑問はあるが、1つの情報として示した。

4. あとがき 事例が少なく、地質による有効降雨特性の違いを明かにするまでには至らなかったが、方法論としてはこれである程度の成果が得られる見通しがついた。＜参考文献 1) 日野・長谷部：水文流出解析、森北出版＞

表-1 流域の諸元と対象洪水

流域名	五十里ダム流域			草木ダム流域			下久保ダム流域		
流域面積	271 Km ²			254 Km ²			323 Km ²		
地質	火山岩			花崗岩			古生層		
対象洪水	生起月日	総雨量 (mm)	ピーク流量 (m ³ /sec)	生起月日	総雨量 (mm)	ピーク流量 (m ³ /sec)	生起月日	総雨量 (mm)	ピーク流量 (m ³ /sec)
	S46 8.30-31	140.0	340.9				S46 8.30-31	204.2	252.1
	S47 9.14-17	266.4	898.6				S47 9.14-17	174.3	312.3
	S49 8.30-9.2	86.6	190.9				S49 8.30-9.2	228.2	1136.0
	S52 9.18-19	95.2	150.4	S52 9.18-19	76.5	110.4	S52 9.18-19	127.5	297.1
	S54 10.17-19	188.0	895.5	S54 10.17-19	252.3	1030.4	S54 10.17-19	85.1	211.3
	S56 8.21-23	329.5	1125.1	S56 8.21-23	375.9	1246.6	S56 8.21-23	247.9	681.8

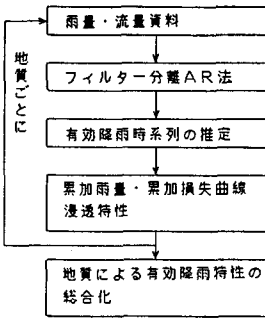


図-1 研究の流れ図

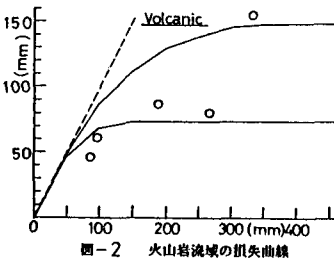


図-2 火山岩流域の損失曲線

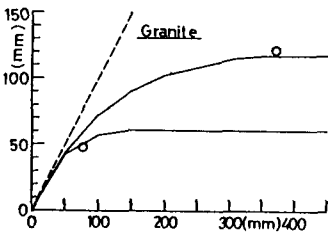


図-3 花崗岩流域の損失曲線

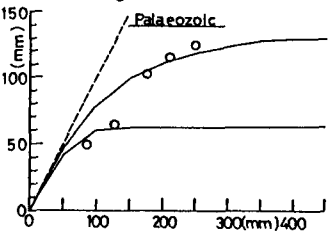


図-4 古生層流域の損失曲線

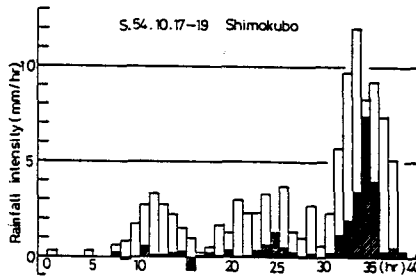


図-5 逆算有効降雨波形の一例

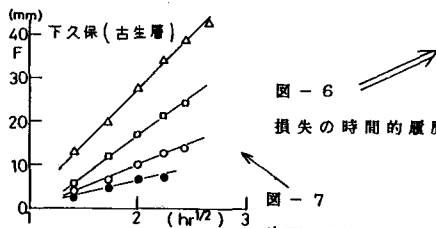


図-6 損失の時間的履歴

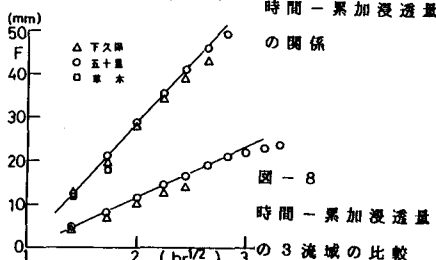


図-7 時間-累加浸透量の関係

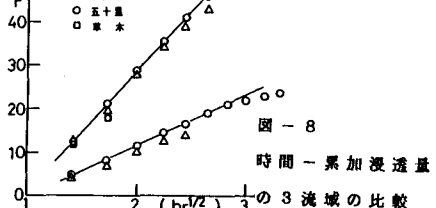


図-8 時間-累加浸透量の3流域の比較

