第24回水理講演会論文集　1980年２月

山地洪水の数理モデル化における土地分類効果の導入について

Hydrological clssification of the mountainous basin for stormwater modeling

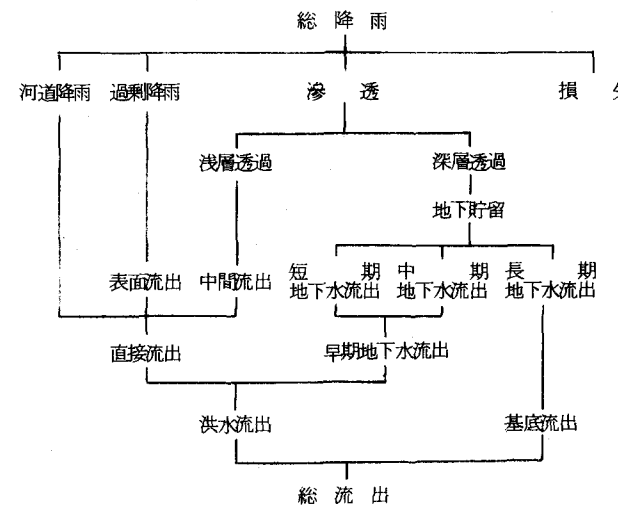
新潟大学工学部　正員　岡本芳美

１．はじめに

一般山地河川流域を対象とした降雨による洪水の流出計算法の数理モデルは、流域の土地の状況の違い（土地の分類効果）をパラメーターの値の設定に際して確実に反影できるものである必要がある。講演者は、前々回の本講演会にて、〃流出計算法の総合化に関する研究〃と題して、一般山地河川流域で発生する降雨による大洪水を計算するための分散系（distributed system）のパラメトリックモデルを発表し、この様な数理モデルであれば、パラメーターの値の総合化が可能であると述べた。今回報告するのは、前々回の報告の数理モデルを大洪水にかぎらず中小洪水をも計算できる様に改良・拡張した結果とそれの土地分類効果を導入したパラメーターの値設定規則である。

２．わが国の山地河川流域における降雨による洪水流出現象についての講演者の基本概念

わが国の山地河川流域における降雨による洪水流出現象についての講演者の基本概念は、一般概念とは違つたもので、それを図－１に示す。これまでの一般概念によれば、総流出は、表面流出、速い中間流出、遅い中間流出、地下水流出の４つの流出成分から構成されており、洪水時の流出の主体は、表面流出である。そして、これら４つの流出成分の発生の場は、垂直方向に重なつている、と考えられているが、講演者は、次の様に修正されるべきであると主張している。すなわち、総流出は、表面流出、速い中間流出、速い地下水流出（短期地下水流出）、中間の速さの地下水流出（中期地下水流出）、遅い地下水流出（長期地下水流出）という５つの流出成分から構成されていて、これら流出成分の発生の場を平面上に投影した場合重なりあわない。すなわち、これら流出成分は、独立である。また、洪水時の流出の主体は、長期地下水流出成分を除いた残りの４成分であつて、その内の一つと限定しがたい。



図－１　講演者の山地河川流域における降雨の洪水流出の概念図

以上で述べた基本概念に従つて組み立てられているのが第三節と四節で説明されている講演者のわが国の一般山地河川流域で発生する降雨による洪水の計算のための数理モデルである。

３．本数理モデルの構成

本数理モデルは、分散系のパラメトリックモデルであるので、降雨の洪水流出過程を細かく分割して、分割された各過程を部分モデルで表現している。すなわち、モデル全体は、部分モデル群により構成されている。

本数理モデルにおいては、山地河川流域における降雨の流出過程を斜面を主体として発生する貯留過程と幹川河道を主体として発生する集中過程に大別している。すなわち、大きく見ると、貯留過程をあらわす部

分モデル群と集中過程をあらわす部分モデルが縦に二段に並ぶ構成となつている。

本数理モデルにおいては、一般山地河川流域の土地をその利用形態から水田地帯と山林地帯の二つに大別している。水田地帯とは、田面だけでなく、水田に付属する用・排水路、農道等、また水田地帯を通る道路や点在する小市街地、宅地等を含めた一括した概念の地帯である。山林地帯は、一般山地河川流域の中の水田地帯に属さない地帯を一括した概念の地帯である。水田地以外の土地の利用形態を考慮する必要性は、わが国の一般山地河川流域の場合、まずないといつても良いであろう。したがつて、貯留過程をあらわす部分モデル群は、水田地帯における貯留過程をあらわす部分モデル群と山林地帯における貯留過程をあらわす部分モデル群が並列していることになる。なお、たとえば、市街地帯の存在が無視し得ぬ割合を占める流域であれば、市街地帯における貯留過程をあらわす部分モデル群をさらに追加並列すれば良いことになる。

水田地帯における貯留過程をあらわす部分モデル群は、雨量から有効雨量が発生する過程をあらわす水田地帯有効雨量モデルと、その有効雨量が水田地帯で貯留作用を受けて河道に流出する過程をあらわす水田地帯貯留モデルの部分モデルの縦列から成つている。

山林地帯における貯留過程をあらわす部分モデル群は、水田地帯のそれと比べて相当複雑になつている。山林地帯の斜面は、大きく表面・中間流出、すなわち図－1でいう直接流出が発生する地帯と地下水流出が発生する地帯に大別され、さらに地下水流出が発生する地帯は、短期地下水流出が発生する地帯、中期地下水流出が発生する地帯、長期地下水流出が発生する地帯に分けられる。また、山林地帯は、降雨開始後比較的速く有効雨量が発生する地帯と相当遅れて有効雨量が発生する地帯に大別される。

直接流出が発生する地帯は、比較的速く有効雨量が発生する地帯であつて、発生した有効雨量は、ただちに河道に流出するものと考えられており、したがつて、雨量から有効雨量が発生する過程をあらわす直接流出地帯有効雨量モデルが一つあるだけである。

地下水流出が発生する地帯は、比較的速く有効雨量が発生する地帯と相当遅れて有効雨量が発生する地帯から成つており、これに応じて、一番上に雨量から有効雨量が発生する過程をあらわしている部分モデルである地下水流出地帯有効雨量モデルが二つ並列している。すなわち、片方が比較的速く、他方が相当遅れて有効雨量が発生する地帯のものである。その下には、土壌層で有効雨量が受ける貯留作用をあらわす部分モデルである地下水流出地帯土壌層貯留モデルがそれぞれ縦に並んでいる。この並列した地下水流出地帯土壌層貯留モデルからの出力があわさつて、その下にある地下に滲透した有効雨量が短期地下水流出地帯、中期地下水流出地帯、長期地下水流出地帯の帯水層で受ける貯留作用をあらわす部分モデルである三つの地下帯水層貯留モデルへの入力となる。

山林地帯の斜面の直接流出地帯と地下水流出地帯の並列する四つの部分モデル群からの出力、すなわち山林地帯の斜面からけい流河道への有効雨量は、けい流河道で貯留作用を受ける。この過程をあらわす部分モデルが山林地帯貯留河道モデルである。水田地帯に関して貯留河道モデルを置いていないのは、水田地帯は、主として幹川河道ぞいに分布しているものと考えたためである。

モデル全体の最下段を占めるのが斜面からけい流河道、または幹川河道に直接流出した有効雨量が河道網を流域の出口に向け集中して行く過程をあらわす部分モデルである集中河道モデルである。

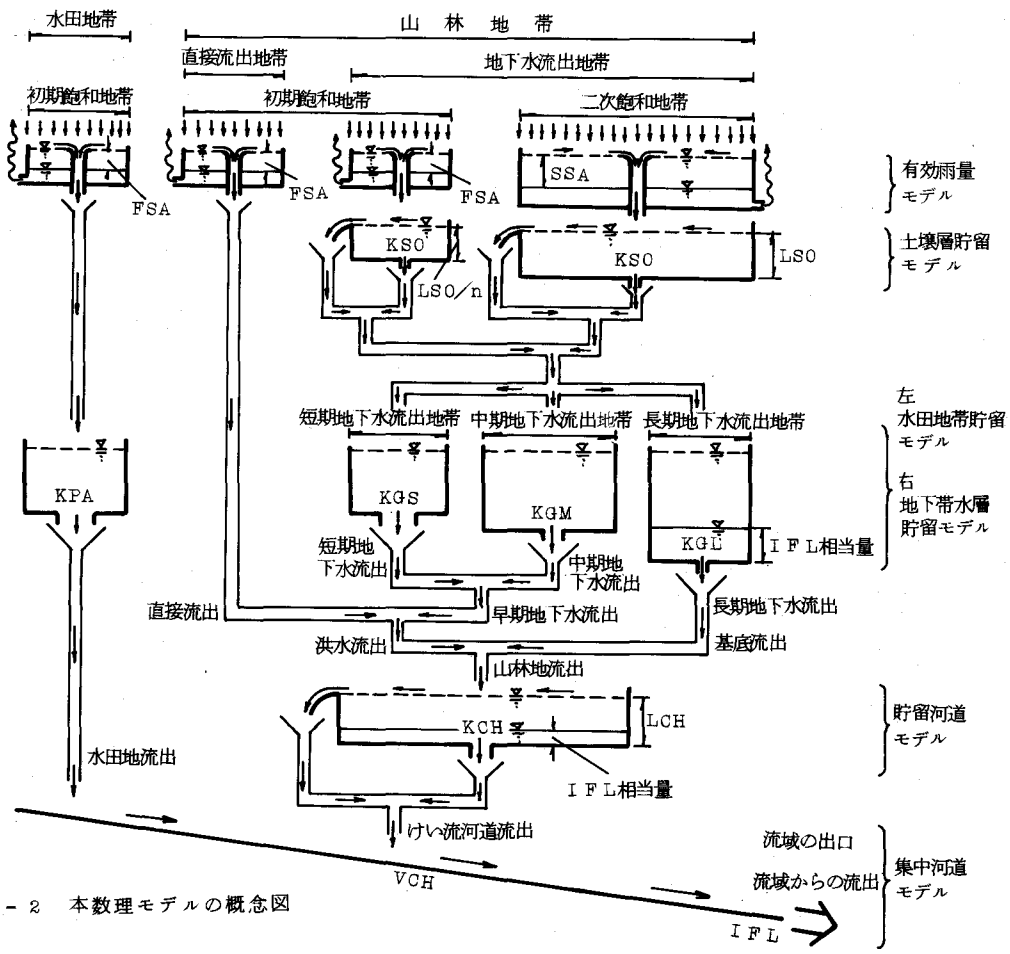
4．本数理モデルの概念図を構成する記号とそれの意味

本数理モデルの概念図は、バルブがついたオリフイスとシヤフトを持つたタンク、オリフイスとサイドウエアーを持つたタンク、オリフイスのみを持つたタンク、チャンネル（太い斜線）、そしてこれら記号を結びつけているトラフ（受け口を持つた細い並行線）から構成されている。

バルブがついたオリフイスとシヤフトを持つたタンクは、有効雨量モデルをあらわすのに用いられている。このタンクは、洪水をもたらした大雨が降りはじめた時点である所まで水が貯つており、この大雨が降りはじめると、オリフイスのバルブが閉じられて、雨量は、タンクの中に流入して次第に水面を上げ、シヤフ

トの縁の高さまで水面が上がると、それ以降の雨は、全量シャフトの中にただちに流れ込む。このシャフトへの流入量が有効雨量であり、タンクの中に貯つた雨量が損失雨量、すなわち本数理モデルでいう飽和雨量である。大雨が降り止むと、オリフイスのバルブが開いて、タンク内の水位は、徐々に低下して行く。前の大雨があつてよりそう日数がたたずに次の大雨があつた時は、その間でのタンク内の水位の低下高さは、そう多くないので、たちまちタンク内の水位は、回復されてシャフトの縁まで達つし、有効雨量が早く発生する。長期間晴天が続いたあとで次の大雨があつた時は、タンク内の水位の低下高が大きく、累加雨量が相当大きな量になるまでは、有効雨量は、発生しない。このオリフイスからの流出量は、流域からの蒸発散量に相当し、季節や天候によつて異る。タンクの深さは、起り得べき最大飽和雨量を示している。したがつて、大雨の開始時点におけるシャフトの縁から水面までの高さがこの大雨にたいする飽和雨量となる。流域内には、いろいろの深さのこのタンクが並んでいて、浅いタンクのある場所では早く有効雨量が発生し、深いタンクのある場所ではなかなか有効雨量が発生しないことになる。

オリフイスとサイドウエアーを持つたタンクは、土壌層の有効雨量にたいする貯留作用と、斜面から河道に流出した有効雨量が河道で受ける貯留作用の両方をあらわすのに用いられている。このタンクは、貯留量とオリフイスからの流出量との間係が直線関係を示す線形貯水池である。このタンクへの流入量がオリフイスからの流出量を上回ると、貯水位は、増加して行つて、サイドウエアーの縁まで達つすると、オリフイスから流出し得る最大量をこえた流入量の分は、サイドウエアーからオーバーフローして、このオーバーフローした流量は、オリフイスからの最大流出量とあわさつて、その下にある部分モデルへの入力となる。サイド



図－2　本数理モデルの概念図

ウエアーの縁からタンクの底までの深さがこのタンクが貯留することができる限界貯留量で、この貯留量は、オリフイスの径が小さければ（貯留係数の値が大きければ）徐々に流出し、大きければ（貯留係数の値が小さければ）逆にたちまち流出する。また、オリフイスの径が大きければ、あるいはタンクの深さが大きければ、なかなかサイドウエアーからのオーバーフローは、発生しない。

オリフイスのみを持つたタンクは、水田地帯において有効雨量が受ける貯留作用と、山林地帯の地下水流出地帯における土壌層より下の地下で有効雨量が受ける貯留作用をあらわすタンクである。このタンクは、前述のオリフイスとサイドウエアーを持つたタンク同様に線形貯水池であるが、深さは、無限大で、貯留作用に限界がない。このタンクのオリフイスからの流出量は、連続の式と貯留関数を連立して解くことにより逐次計算される。いま、$\triangle t$ 時間のはじまりとおわりの時点にたいして添字１・２を付するものとする。$\triangle t$時間のはじまりとおわりの各時点でのタンクへの流入量を I_1・I_2、タンクからの流出量を O_1・O_2、タンクの貯留量を S_1・S_2とする。そうすると、$S_1 = K O_1$、$S_2 = K O_2$、$0.5 \times (I_1 + I_2) \times \triangle t - 0.5 \times (O_1 + O_2) \times \triangle t = S_2 - S_1$という三つの式が成り立つから、これらを連立して解くと、$O_2 = [0.5 \times (I_1 + I_2) \times \triangle t - O_1 \times (K - 0.5 \times \triangle t)] / (K + 0.5 \times \triangle t)$という式が得られ、この式を用いて$I_1$・$I_2$・$O_1$より$O_2$が逐次求まる。

部分モデル群の最下段にあるチャンネル（太い斜線）は、斜面から河道に流出した有効雨量が、そこを流れて、流域の出口に集中して行く状況をあらわしているものであつて、この河道は、線形である。すなわち、ここを有効雨量が流下して行く速度は、河床の勾配のみにより決まるものである。

各部分モデルを結びつけているトラフ（受け口を持つた並行線、または並行線）は、前段に位置する部分モデルの出力を下段にある部分モデルの入力として、時間おくれなしで伝達する輸送管をあらわしている。一本のトラフから複数のトラフに分岐していることは、分かれる前の流量が分かれて行つた先の部分モデルが占める面積割合で分配されることをあらわしている。

５．本数理モデルのパラメーター一覧

本数理モデルが持つパラメーターを流域の定数パラメーターと洪水ごとの変数パラメーターに分けて一覧すれば、次の通りである

〔流域の定数パラメーター〕

（１）土地の利用状況をあらわすパラメーター

①	水田地帯面積率	ＡＰＡ（％）
②	山林地帯面積率	ＡＭＦ（％）

（２）水田地帯のパラメーター

③	水田地帯貯留係数	ＫＰＡ（hr）

（３）山林地帯のパラメーター

④	初期飽和地帯面積率	ＡＦＳ（％）
⑤	二次飽和地帯面積率	ＡＳＳ（％）
⑥	土壌層限界貯留量	ＬＳＯ（mm）
⑦	土壌層貯留係数	ＫＳＯ（hr）
⑧	土壌層の厚さ比（二次飽和地帯／初期飽和地帯）	n
⑨	直接流出地帯面積率	ＡＤＩ（％）
⑩	短期地下水流出地帯面積率	ＡＧＳ（％）
⑪	中期地下水流出地帯面積率	ＡＧＭ（％）
⑫	長期地下水流出地帯面積率	ＡＧＬ（％）
⑬	短期地下水流出地帯貯留係数	ＫＧＳ（hr）

⑭ 中期地下水流出地帯貯留係数　　ＫＧＭ（hr）

⑮ 長期地下水流出地帯貯留係数　　ＫＧＬ（hr）

（４）河道のパラメーター

⑯ 河道限界貯留量　　ＬＣＨ（mm）

⑰ 河道貯留係数　　ＫＣＨ（hr）

⑱ 河道集中速度　　ＶＣＨ（Km／hr）

〔洪水ごとの変数パラメーター〕

⑲ 初期飽和雨量　　ＦＳＡ（mm）

⑳ 二次飽和雨量　　ＳＳＡ（mm）

㉑ 初期流量　　ＩＦＬ（m^3/sec）

ここで、初期飽和地帯とは、降雨開始よりの比較的少ない累加雨量（初期飽和雨量）で有効雨量が発生する地帯、二次飽和雨量とは、相当量の累加雨量（二次飽和雨量）で有効雨量が発生する地帯を意味する。土壌層の厚さ比とは、地下水流出地帯の初期飽和地帯と二次飽和地帯の平均的な土壌層厚さの比（二次飽和地帯／初期飽和地帯）を意味している。

また、上記パラメーターの間では、次の関係式が成立する。ＡＰＡ＋ＡＭＦ＝１００、ＡＦＳ＋ＡＳＳ＝１００、ＡＤＩ＋ＡＧＳ＋ＡＧＭ＋ＡＧＬ＝１００、ＦＳＡ＝ＳＳＡ／ｎ。水田地帯面積率と山林地帯面積率は、土地分類図の計測により決定できるから、本数理モデルが持つパラメーターの数は、実質的には１６箇ということになる。

本数理モデルにおいては、流域は、初期飽和雨量と二次飽和雨量という二段階の累加雨量で有効雨量が発生することになつているので、洪水をもたらした大雨の総雨量が初期飽和雨量に達つしない小洪水は、本数理モデルでは計算できないことになる。この様な小洪水をも計算する必要がある時には、有効雨量モデルと土壌層貯留モデルをもつと木目細かに設定すれば良い。

６．本数理モデルを山地河川流域に適用する際の土地分類

本数理モデルを適用して任意の山地河川流域の降雨による洪水を計算する際は、原則として、国土庁発刊の各県別２０万分の１土地分類図を土地の分類に関する基礎資料として利用するものとする。２０万分の１土地分類図は、九幅と付属資料から成り、必要となるのは、この内の土地利用現況図、地形分類図、表層地質図、土壌図の四種類である。

以上の図面を用いて、流域の土地を次の様に分類する。

ａ）土地利用現況図を用いた分類　流域の土地を水田地とそれ以外のその他の土地に分類し、その他の土地を山林地とする。

ｂ）地形分類図を用いた大分類　山林地を山地、丘陵地、台地（段丘）、低地に大分類する。

ｃ）地形図を用いた小分類　上で分類した土地を、さらに次の様に細分類する。山地は、大起伏山地、中起伏山地、小起伏山地、山ろくに小分類する。丘陵地は、大起伏丘陵地、小起伏丘陵地に小分類する。

ｄ）土壌図を用いた分類　山地を岩石地、岩屑土地、普通土地に分類する。普通土地は、山地の中の岩石地と岩屑土地でない残りの土地をいう。

ｅ）表層地質図を用いた大分類　山林地を火成岩地、火山岩地、堆積岩地、変成岩地に大分類する。火山岩とは、第四紀の火山に由来する岩石をいう。

ｆ）表層地質図を用いた小分類　上で分類した火山岩地と堆積岩地をさらに次の様に細分類する。火山岩地を熔岩地、熔結火砕岩地、火砕岩地、火山砕屑物地に、堆積岩地を古生層地、中生層地、第三紀層地、第四紀層地に小分類する。

以上各分類の組み合わせで流域を分割し、その分割部分の一つ一つにたいして、次の節で述べる所のパラメーターの値の設定規則を用いて、一連のパラメーターの値を設定する。

7．本数理モデルのパラメーターの値の設定規則

土地分類図を計測することで得られるパラメーター以外のパラメーターの値の設定規則は、以下の通りである。なお、洪水を計算しようとする流域が水文資料のある流域であれば、この規則に従つて設定したパラメーターの各値を出発点とし、洪水の再現計算を通じて、より正確なパラメーターの各値を設定すれば良い。洪水の再現計算が行えない流域について本パラメーターの値設定規則をそのまま用いた場合の洪水の計算精度は、それが本数理モデルにとつて特異な流域でない限り、ピーク流量値の誤差が１０％程度、多くても２０％以内、その発生時刻の誤差は、１時間以内を十分に期待できる。なお、本数理モデル適用に際しての特異流域については、第８節において述べられている。

〔本数理モデルのパラメーターの値設定規則〕

１）水田地帯貯留係数（ＫＰＡ）　２時間程度の値をとる。

２）初期飽和地帯面積率（ＡＦＳ）　山地の岩石地と岩屑土地は、この値が１００％であるものとする。台地（段丘）や低地では、直接流出が発生する地帯だけが初期飽和地帯であるものとする。山地の普通土地や丘陵地においては、土地を表－１に示す様に斜面の険しさの度合に応じて五段階に分類して、表－２の値を基本値とし、これに付加値として直接流出地帯面積率の値を加えて初期飽和地帯面積率の値を求める。

３）二次飽和地帯面積率（ＡＳＳ）　ＡＳＳ＝１００－ＡＦＳにより計算する。

４）土壌層限界貯留量（ＬＳ０）　２０～３０㎜程度の値をとる。

５）土壌層貯留係数（ＫＳ０）　１００時間程度の値をとる。

６）土壌層の厚さ比（ｎ）　４か５の値をとる。

７）直接流出地帯面積率（ＡＤＩ）　山地の岩石地は、この値を１００％とする。山林地のその他の土地では、５～１０％の値をとる。

８）短期地下水流出地帯面積率（ＡＧＳ）　山地と丘陵地にたいしては、土地を表－１に示す様に斜面の険しさの度合に応じて五段階に分類して、表－２の値を基本値とし、これに表－３の地質により決まる付加値を加えて、その値を求める。台地（段丘）や低地は、この値が零％とする。

９）中期地下水流出地帯面積率（ＡＧＭ）　ＡＧＭ＝１００－ＡＤＩ－ＡＧＳ－ＡＧＬにより計算する。

１０）長期地下水流出地帯面積率（ＡＧＬ）　山地と丘陵地では、３０％程度の値をとる。台地（段丘）と低地では、直接流出地帯を除いた残りの土地は、全部長期地下水流出地帯とする。

表－１　地形分類と斜面の険しさとの関係

斜面の険しさの度合	地形分類
１）非常に険しい	大起伏山地
２）険しい	中起伏山地
３）普通	小起伏山地
４）緩やか	山ろく・大起伏丘陵地
５）非常に緩やか	小起伏丘陵地

註　大斜面の山地では、１ランク下げる。

表－２　初期飽和地帯面積率と短期地下水流出地帯面積率の基本値

斜面の険しさの度合	値（％）
１）非常に険しい	４０
２）険しい	３０
３）普通	２０
４）緩やか	１０
５）非常に緩やか	０

表－３　短期地下水流出地帯面積率の付加値

地　　質		値（％）
火成岩		０
火山岩		０
堆積岩	古生層	０
	中生層	５
	第三紀層	１０
	第四紀層	０
変成岩		０

11）短期地下水流出地帯貯留係数（KGS）　地質に応じて、長期地下水流出貯留係数の表－4のパーセンテージの値をとる。

12）中期地下水流出地帯貯留係数（KGM）　長期地下水流出貯留係数の10％の値をとる。

13）長期地下水流出地帯貯留係数（KGL）　地質に応じて、表－5の値をとる。

14）河道限界貯留量（LCH）　河道限界貯留量の値は、流域によつて非常に大きな違いがあり、数㎜から数十㎜の広範囲の値をとる。土砂礫の生産量が多く、かつそれがけい流河道に多く堆積している流域では、大きな値となる。けい流河道の土砂礫堆積量の少ない流域では、小さな値で良い。このパラメーターの値の決定は、洪水の再現計算結果に基づくことが望ましい。

15）河道貯留係数（KCH）　10時間程度の値をとる。

16）河道集中速度（VCH）　河道の河床勾配に応じて、表－6の値をとる。

17）初期飽和雨量（FSA）　FSA＝SSA／nにより計算する。

18）二次飽和雨量（SSA）　洪水をもたらした大雨の開始時の流域の湿りの度合により決まり、前の大雨による洪水の直後であれば、零に近い値、晴天が長く続いた後では、百㎜以上の値をとつて、洪水ごとに大きな幅がある。しかし、普通は、数十㎜程度の値となる。水文資料のある流域であれば、洪水の再現計算を通して、流域の湿りの度合に応じた標準的なこの値を容易に設定し得る。水文資料のない流域であれば、近隣の流域の値を参考にして、決めることができる。

表－4　短期地下水流出地帯貯留係数の値を決めるパーセンテージ

地質		値
火成岩		1.0
火山岩		1.0
堆積岩	古生層	1.0
	中生層	1.5
	第三紀層	2.0
	第四紀層	1.0
変成岩		1.0

表－2　長期地下水流出地帯貯留係数の値

地質		値（hr）
火成岩		100
火山岩	溶岩	100
	熔結火砕岩	100
	火砕岩	250
	火山砕屑物	300
堆積岩	古生層	100
	中生層	150
	第三紀層	200
	第四紀層	300
変成岩		100

表－6　河道集中速度の値

河床勾配	値（m／sec）
～0.01	3.5
0.01～0.005	3.0
0.005～	2.1

19）初期流量（IFL）　本数理モデルにおいては、土壌層の貯留作用と短期・中期地下水流出をあらわすタンクが空の状態で、計算しようとする洪水をもたらした大雨が降るものとして、パラメーターが設定されている。したがつて、計算開始時点は、数日間晴天が続いたあとでの大雨の開始時点か、それより少し前の時点を選び、その時点における流域の出口の流量を初期流量とする。もし、雨が断続的に降り続いた後に本格的に降る様な場合には、断続する雨の降りはじめかそれより少し前の時点を計算開始時点とする。

8。おわりに

講演者は、これまでに、本数理モデルを全国百余の建設省所管の多目的ダム流域に適用して、数理モデルの検証とパラメーターの値の設定規則の作成にあたつて来た。大多数の流域では、本数理モデルとパラメーターの値設定規則で十分に工学的満足の行く結果が得られているが、本数理モデルをそのままでは適用できず、修正する必要が認められる　本数理モデルにとつては特異な流域が二三あることが判明した。これらの流域は、いずれもその地質が堆積岩か火山岩の流域にかぎられる。本パラメーターの値設定規則に従つてその各値を決めて洪水の再現計算を行うと、形そのものは、実測ハイドログラフとそつくりの計算ハイドロ

グラフが、大体２時間ほど速くあらわれる。したがつて、計算ハイドログラフをあとにずらせると実測ハイドログラフと良く一致する、という結果が出た。この様な結果が得られた原因を、本数理モデルが基本的にはまちがつたものではないという立場で考察すると、次の様な説明がつけられよう。すなわち、本数理モデルにおいては、有効雨量が土壌層より下層に滲透したあと、ただちに地下の帯水層に流入するものとされているが、地質によつては、土壌層貯留モデルと地下帯水層貯留モデルの間に有効雨量の透過の過程をあらわす部分モデルを挿入する必要がある。

本数理モデルにたいする特異流域の問題は、まだ着手したばかりで、これについて多くのことをいえない。また、さらに本数理モデルの適用流域をふやして行けば、あるいは違つた種類の特異流域があらわれるかもしれないが、基本的には、本数理モデルでわが国の山地河川流域で発生する降雨による洪水を計算することができると、講演者は、考えている。

〔参考論文〕

１）岡本芳美・他　美和小試験地における洪水流出についての一考察　土木技術資料１１－６

２）岡本芳美　山地水源部における洪水流出機構に関する一考察　第２４回年講第２部

３）岡本芳美　山地水源部における流出の観測　第２５回年講第２部

４）岡本芳美　微小流域とこれを含む大流域ならびに同水系に近接する大流域における洪水流出の比較　第２６回年講第２部

５）岡本芳美　山腹における降雨の滲透と流下について　第１６回水講

６）岡本芳美　相俣試験地における山地河川の洪水流出機構の研究　第２７回年講第２部

７）岡本芳美　山腹における降雨の滲透と流下について（続報）　第１７回水講

８）岡本芳美　山地河川を対象とした簡易洪水流出計算法の研究　第２８回年講第２部

９）岡本芳美　山地河川の洪水流出高について　第１８回水講

１０）岡本芳美　山地河川流域を対象とした時間有効雨量の算定の一方法について　第２９回年講第２部

１１）岡本芳美　山腹における降雨の貯留作用について　第１９回水講

１２）岡本芳美　直接流出に対する地質の影響について　第３０回年講第２部

１３）岡本芳美　滲透能が高い山地流域の流出循環について　第２０回水講

１４）岡本芳美　流域の都市化についての一考察　第３１回年講第２部

１５）岡本芳美　山地における計画規模の洪水を対象とした新流出計算法の開発について　第２１回水講

１６）岡本芳美　山地流域における洪水のハイドログラフの減退部の一般形について　第３２回年講第２部

１７）岡本芳美　流出計算法の総合化に関する研究　第２２回水講

１８）岡本芳美　山地流域の水田流出についての一考察　第３３回年講第２部

１９）岡本芳美　日本列島上の山林地流域における降雨の洪水流出現象についての研究　論文集第２８０号

２０）岡本芳美・他　河川水質面から見た融雪水の流出過程について　第２３回水講

２１）岡本芳美　山地河道の有効雨量に対する作用についての一考察　第３４回年講第２部